

JUGOSLOVENSKI ZAVOD
ZA PROUCAVANJE SKOLSKIH I PROSVETNIH PITANJA

47 9071

METODI I MATERIJAL ZA NASTAVU OPŠTEG KURSA PRIRODNIH NAUKA I FIZIKE

DŽON S. RICHARDSON

G. P. KAHUN

Odeljenje za obrazovanje
Univerziteta države Ohajo

Ovo izdanje je publikovano na osnovu Jugoslovensko-američkog PL-480
programa o izdavanju dela za besplatnu raspodelu prosvetnim institucijama
i nije za prodaju

23.5.67 15216

„SAVREMENA ADMINISTRACIJA”
izdavačko-štamparsko preduzeće
BEOGRAD

Naziv originala:

John S. Richardson

G. P. Cahoon

METHODS AND MATERIALS FOR TEACHING GENERAL
AND PHYSICAL SCIENCE

Preveli sa engleskog:

BOSKO ČOLAK-ANTIĆ — I deo

TADIJA GAVRILOVIĆ — II deo

Copyright, 1951, McGraw — Hill Book Company

PREDGOVOR

Program u školama prelazi s naglaska na predmetima i udžbenicima na veću brigu za iskustvo *učenika*. Ako nastavnik želi da ostane efikasan u takvoj atmosferi koja se menja, njegova sposobnost se u skladu s tim mora da povećava. Akademska i profesionalna priprema nastavnika bila je formalne prirode; njihova nastava, kao posledica toga, težila je da bude isto tako formalna. Nedostajao im je veliki deo sposobnosti od suštinske važnosti za ohrabrenje i pružanje stvarnog iskustva.

U ovoj knjizi predlažu se načini za stvaranje sposobnosti i *kompetentnosti* nastavnika za prirodne nauke i fiziku. Tu se radi o korišćenju laboratorije — široko tumačene — kao osnove za iskustvo. Date su sugestije za postupke, metode, veštine i detalje specifičnih iskustava. Vrednost ovog dela može se shvatiti najefikasnije njegovim korišćenjem u laboratorijskim uslovima. U takvim uslovima stvarni problemi se osete i postoji mogućnost za njihovo rešavanje. S obzirom na metod iznošenja, uključeni materijal može se koristiti na različite načine da bi pomogao u rešavanju širokog niza problema.

Sadržina je planirana prvenstveno za nastavnike opštih prirodnih nauka i fizike u srednjim školama, ali bar prvi deo može biti korišćen i za nastavnike biologije. S obzirom na obimnost sličnog materijala u biološkoj nauci i pošto postoji više izvrsnih izvora tog materijala, ovo delo je ograničeno na opšte prirodne nauke i fiziku. Najveći deo čitave knjige treba da bude od koristi za nastavnike koji se bave prirodnim naukama u osnovnoj školi. Nastavnici opšte fizike, opšte hemije i prirodnih nauka uopšte u srednjoj školi i na univerzitetu mogu takođe da nađu da im ova knjiga može biti korisna za njihov rad.

Ova knjiga može biti takođe i koristan osvrt za nastavnika koji pokušava da obezbedi širok opseg vrednih iskustava; u mnogim slučajevima, ova knjiga može da bude data učeniku tako da on može imati izvor ideja iz prve ruke. Budući nastavnici prirodnih nauka mogu korisno upotrebiti ovu knjigu ne samo da bi stekli neko vrednije znanje za svoj svakodnevni rad u docnijoj nastavi, već takođe i da bi stekli *uvid* u probleme sa kojima je suočen nastavnik prirodnih nauka i postupke za rešavanje tih problema.

Proučavanje literature koja se odnosi na nastavu prirodnih nauka otkriva bogatstvo ideja u vezi sa laboratorijskom nastavom, od kojih su mnoge prilagođene da bi mogle biti ovde uključene. Na žalost, nastavnici i budući nastavnici prirodnih nauka nalaze da im je teško ili nemoguće da dođu do mnogih veoma rasutih izvora znanja. Najveći deo sadržine ovih izvora, čak i kada je raspoloživ, nije dobro prilagođen potrebama nastavnika prirodnih nauka. U mnogim slučajevima potrebni su brižljivo odabiranje i

izmene. Jedna od svrha ovog dela je da obezbedi u sažetom vidu i da protumači bogatstvo materijala koji očekuju nastavnika i učenika. Takvo delo ne može biti potpuno. Detaljni uključeni delovi treba da budu smatrani kao predlozi; svaki nastavnik i učenik treba da bude u stanju da upotrebi i druge postupke, metode i sredstva.

Mnogi izvori literature predstavljali su doprinos za materijal koji je ovde izložen. Iskustva mnogih ljudi, uključujući autore, izražena su na ovim stranicama. Osnove za mnoga takva iskustva ne mogu da budu tačno naznačene; ove osnove potiču od nastavnika, kolega, učenika i od čitanja. U svim slučajevima gde je jasno odakle to potiče to je izneto. Proučavanje literature otkriva interesantno ponavljanje ideja. U mnogim, zaista većini slučajeva, izgleda nemoguće utvrditi ko je zaslužan za ono što je uneto. Svako izostavljanje odavanje priznanja za originalne ideje nije učinjeno namerno.

Pokušaj je učinjen da se izbegne svako značajno ponavljanje materijala koji je obično unet u one laboratorijske udžbenike i priručnike koji se najčešće koriste. Pretpostavlja se da su takve stvari na raspolaganju većini nastavnika.

DZON S. RICHARDSON
(John S. Richardson)
G. P. KAHUN
(G. P. Cahoon)

SADRŽAJ

PREDGOVOR	Strana
— — — — —	V

DEO I

LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI ZA NASTAVU PRIRODNIH NAUKA

Glava 1. — Planiranje korišćenja aparatura i materijala u nastavi prirodnih nauka	3
Glava 2. — Korišćenje demonstracija i laboratorijskih eksperimenata u nastavi prirodnih nauka	14
Glava 3. — Korišćenje vežbi i izveštaja učenika	31
Glava 4. — Planiranje i korišćenje ekskurzija	46
Glava 5. — Učenje u razmišljanju kroz laboratorijske eksperimente	55
Glava 6. — Obezbeđivanje i korišćenje vizuelnog i auditivnog materijala	69
Glava 7. — Korišćenje osnovnih operacija i uređaja	100
Glava 8. — Nabavka i održavanje opreme	117

DEO II

DEMONSTRACIJE, LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI I ZADACI ZA OPŠTI KURS PRIRODNIH NAUKA I FIZIKE

Odeljak 1. — Opšti kurs prirodnih nauka	154
Odeljak 2. — Fizika	219
Odeljak 3. — Hemija	352
LITERATURA: Odabrani izvori za demonstracije, laboratorijske eksperimente i zadatke	399
Knjige	399
Časopisi	401
REGISTAR	402

DEO I

**LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI ZA NASTAVU
PRIRODNIH NAUKA**

GLAVA I.

PLANIRANJE KORIŠĆENJA APARATURA I MATERIJALA U NASTAVI PRIRODNIH NAUKA

Nauka je odigrala istaknutu ulogu u našem životu poslednjih godina i sada menja čitavu našu egzistenciju u tako značajnim pogledima kao što su zdravstvo, transport, saobraćaj i energija. Društvene, privredne i političke posledice su po svom karakteru i nacionalne i međunarodne. Mi zaista živimo u dobu vazduha, dobu energije i atomskom dobu, gde su dečaci i devojčice bukvalno prinuđeni da se bave nekim principima nauke i njihovim sve značajnijim primenama u svakodnevnom životu. To se odnosi ne samo na manji deo svršenih učenika srednjih škola koji idu na univerzitet, već na svu omladinu koja živi, radi, uči i ima svoje hobije u kući, na polju, u fabrici, u kancelariji ili na letovanju. Svi su oni životno zainteresovani za nauku. Svi moraju biti upoznati sa primenama i posledicama principa nauke da bi bili u stanju da efikasno žive u jednom tehnološkom svetu i da budu inteligentni u odnosu na komplikovane probleme sa kojima se moraju suočavati kao građani u našem demokratskom društvu.

Srednjoškolska nastava u opštem obrazovanju

Srednjoškolska nastava se prema tome prvenstveno odnosi na opšte obrazovanje svih mladih ljudi, uključujući približno četiri petine onih koji ne idu na univerzitet, kao i one koji dalje studiraju.

Savremena srednja škola postepeno pokušava da formuliše svoj program da bi zadovoljila potrebe omladine koja ide u tu školu. Mada se priznaje da je priprema za univerzitet jedna od potreba relativno male grupe, priroda i metod iskustva u školi, kao i njegove procene, razvijaju se u mnogim dobro planiranim školama na takav način da to može svima biti od koristi. U nedavnom saopštenju Udruženja za nacionalno obrazovanje* ovo stanovište je izloženo sledećim rečima:

„Škole treba da budu posvećene mogućnostima da svaki omladinac u ovim Sjedinjenim Američkim Državama — bez obzira na pol, ekonomski status, geografsku lokaciju ili rasnu pripadnost — treba da dobije široko i uravnoteženo obrazovanje koje će ga (1) osposobiti da dobije zaposlenje koje odgovara njegovim sposobnostima i koje mu pruža razumnu mogućnost za lični razvoj i društvenu korisnost; (2) pripremiti da preuzme pune odgovornosti kao američki građanin; (3) pružiti mu pristojnu priliku da uživa svoja prava i da doživi sreću; (4) da stimuliše intelektualnu radoznalost, pruži zadovoljstvo u intelektualnim dostignućima i odgaja sposobnost za racionalno mišljenje; (5) da mu pomogne da razvije u sebi ocenu etičkih vrednosti koje treba da budu u osnovi svakog života u demokratskom društvu.”

* Prim. prev.: Udruženje koje se bavi proučavanjem problema obrazovanja u SAD.

Jedna druga grupa je izrazila ovo gledište sledećim rečima:

„Svrha opšteg obrazovanja je da zadovolji potrebe pojedinaca u osnovnim aspektima života na takav način da se podstakne najveće moguće ostvarenje ličnih potencijala i najefikasnije učešće u demokratskom društvu.”

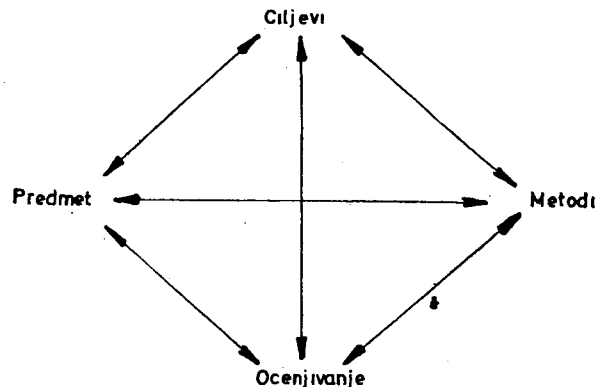
Slično gledište je nedavno bilo izraženo na ovaj način:

„Svrha škole je da obezbedi najbolje moguće uslove za stalan i harmoničan razvoj učenika, i u pravcu njegove sopstvene individualnosti i u pravcu njegovog odgovornijeg pripadništva demokratskom društvu.”

Međusobno povezani problemi u programu prirodnih nauka

Svaki program prirodnih nauka u srednjoj školi planiran za postizanje ciljeva opšteg obrazovanja odnosi se na četiri međusobno povezana problema: ciljeve koje treba postići, sadržinu ili teme koje treba uključiti, iskustvo koje treba obezbediti ili metode koje treba upotrebiti, i postupak procenjivanja koji će se koristiti u određivanju obima u kome je učinjen napredak u pravcu postizanja ciljeva. To nisu odvojene već veoma blisko međusobno povezane kategorije. Sadržina, ili tema, kao i upotrebljeni metodi, treba da budu predloženi na osnovu ciljeva i da budu u skladu sa njima. Procena treba da se odnosi na ciljeve kojima se teži i postupke koji su korišćeni. Međusobni odnosi su dobro izraženi dijagramom na kraju stranice.

Nastavnik prirodnih nauka je duboko zainteresovan za sve ove probleme. U stvarnom svakodnevnom radu sa učenicima, međutim pojavljuju se po neki problemi: Kakva iskustva mogu i treba da budu obezbeđena? Koje aktivnosti najviše odgovaraju za postizanje ciljeva o kojima je postignuta saglasnost? To su problemi metoda, postupaka, planiranja i organizovanja aktivnosti učenika. Šta učenici treba da učine, a šta čini nastavnik da bi na odgovarajući način ohrabrio i usmerio ta iskustva?



Svrha ovog dela

Ovo delo se uglavnom odnosi na drugu fazu ovih međusobno povezanih problema; naročito na deo metoda i aktivnosti učenika povezanih sa korišćenjem aparatura i materijala. Iskustva učenika za naučnim materijalom

treba da budu neizbežno prisutna u svakom kursu prirodnih nauka. Šta ciljevi treba da budu, koje posebne kurseve i vrste iskustva treba obezbediti, kako ih treba organizovati, koje materije i teme treba da budu obučavane, kako program treba da bude procenjivan — sve su to problemi van okvira sadašnje obrade. Postoje izvesne posledice u pogledu ciljeva, sadržine, metoda, pa čak i procenjivanja u specifičnim predlozima koji su dati u vezi sa upotrebom aparatura i materijala. Izgleda nemoguće misliti o vrednim, većim ciljevima, bez obzira da li se radi o kursu prirodnih nauka za specijalnu grupu koja se priprema za univerzitet, ili za neizabranu većinu u opštem programu obrazovanja, koji neće biti unapređeni odgovarajućim iskustvima sa naučnim aparaturama i materijalom.

Zbog toga je svrha ovde da se iznesu predloženi putevi za pribavljanje i korišćenje širokog niza opreme koja je potrebna modernoj školi, vodeći računa o pojedinačnim potrebama i interesovanjima. Odluke u pogledu korišćenja demonstracija, laboratorijskog rada, vežbi učenika, i ekskurzija treba da donose nastavnici i učenici u svakoj situaciji. Kod takvih odluka treba da se rukovode mogućnošću da iskustvo ili postupak doprinese unapređenju ciljeva kursa; ciljevi se stalno poboljšavaju u svetlosti potreba učenika i ranijih iskustava. Diskusija o značajnim činocima, kriterijumima i postupcima daje se u glavama koje se odnose na svaki od ovih; ova diskusija treba da pomogne pri donošenju takvih odluka.

Drugi postupci kao diskusije, rešavanje problema, dirigovano proučavanje i rad u grupama postaju korisni jer obezbeđuju iskustvo i pomažu da se ono tumači. Ovi metodi treba da se koriste svaki put kada su najpogodnije sredstvo za postizanje željenih ciljeva.

Potreba za eksperimentima sa aparaturama i materijalom

S obzirom da se moderna srednja škola ne bavi samo davanjem osnovnog poznavanja funkcionalnih tema, već takođe i razvojem individualnosti i odgovornog učešća u našem demokratskom društvu, iskustva i aktivnosti za učenike postaju sve značajniji. Pitanja sa kojima treba da se bavi nastavnik prirodnih nauka su sledeća: Šta će učenici učiniti? Kojim aktivnostima će se baviti? Kakve im eksperimente treba obezbediti? Mada može izgledati nekome da je kontakt iz prve ruke sa aparaturom i materijalom prirodnih nauka očigledno od osnovne važnosti, postoje mnoge današnje škole gde praksa negira ovo verovanje. U mnogim razredima naglašava se upotreba udžbenika i postupak ponavljanja, dok se upotreba demonstracija, laboratorijskog rada i vežbi učenika svodi na minimum, ukoliko nije slučaj da uopšte nedostaje. Učenici čitaju i razgovaraju o naučnim aparaturama i postupcima umesto da rade s njima. Naročito je tako na časovima opštih prirodnih nauka gde se mnogi nastavnici ne izvinjavaju ni malo što imaju ograničene mogućnosti i opremu za direktne eksperimente učenika u školskoj učionici. Čak i na mnogim časovima fizike i hemije gde je period laboratorijskog rada postao tradicionalan, u velikoj su meri eliminisane demonstracije i vežbe učenika i umesto toga dat je stereotipni niz „eksperimentata” koje svako prati prema uputstvima u udžbeniku do one mere koliko to dozvoljava nedovoljna oprema. Obično se takođe stvara i pritisak za izvršavanje izvesnog broja eksperimenata, tako da ima malo ili ni malo vremena za manje formalno iskustvo učenika.

Ako poželjnost korišćenja aparature i materijala za prirodne nauke u srednjoj školi zahteva argumente u prilog, ili razloge, oni se mogu grupisati pod sledeće osnovne teme: (1) Učimo radeći. (2) Naučni principi i primene mogu se učiniti svrsishodnim. (3) Postoje mogućnosti za učenje u kritičkom razmišljanju. (4) Inicijativa, inteligencija i saradnja mogu biti dalje unapređeni. (5) Mogu se preduzeti mere kojima će se voditi računa o individualnim razlikama. (6) Mogu se obezbediti raznovrsnost i motivacija.

Učenje u radu

Nastavnici su odavno priznali prednost iskustva iz prve ruke, direktnog iskustva. To je naročito slučaj u prirodnim naukama gde su mnogi stavovi, kao i tehnike i uređaji, nešto novo za početnika u toj oblasti. Ovi novi izrazi, principi i materijal dobijaju svoj značaj stvarnim korišćenjem. Laboratorijski metod, koji je sama suština nauke, već dugi niz godina smatran je toliko značajnim da je njegovo korišćenje prihvaćeno i u mnogim drugim oblastima proučavanja.

Psiholozi su, na bazi nalaza u toku perioda godina, utvrdili da učenje prilikom rada ima mnoge prednosti nad samim čitanjem o principima, stavovima i primenama. Iskustvo učenika sa materijalom i pojavama poželjno je i potrebno da bi se razumele značajne činjenice i principi. Laboratorijski eksperimenti, pojedinačne vežbe učenika i ekskurzije mogu predstavljati iskustvo iz prve ruke. Demonstracije takođe mogu predstavljati direktno iskustvo, čak i pored toga što ih u nekim slučajevima vrši nastavnik.

Osmišljavanje principa i primena

Mnogi principi prirodnih nauka su sasvim apstraktni učenicima srednjih škola koji se sa njima susreću prvi put. Učenici pokušavaju da uče značajne zakone i uopštavanja pamteći ih. Dobro planirane i izvršene demonstracije i direktna iskustva iz laboratorije mogu učiniti da značajni principi i primene dobiju veći značaj nego usmeno ili pismeno objašnjenje. Možda treba istaći da demonstracije, laboratorijski rad, vežbe i ekskurzije sami po sebi automatski ne čine da su ti principi i njihova primena značajni i da imaju veći smisao za učenike. Brižljivo korišćeni, oni daju značenje onome što bi inače bilo nejasna apstrakcija.

Kritičko razmišljanje

Upotreba aparatura i materijala u obučavanju u razmišljanju je stvar o kojoj se diskutuje i koja je ilustrovana detaljno u glavi 5. Međutim, treba istaći ovde da demonstracije i laboratorijski rad pružaju izvanredne mogućnosti za sticanje iskustva učenika u refleksionom razmišljanju. Problemi u vezi sa vrstom pitanja „kako” i „zašto” i „šta bi se desilo ako bi” jesu mogući i stalni kod demonstracija i laboratorijskih eksperimenata. Mišljenje je prisutno u planiranju, tumačenju rezultata i uopštavanjima koja su moguća na bazi postignutih rezultata.

Inicijativa, domišljenost, saradnja

Savremena škola stavlja naglasak na razvoj čitave ličnosti deteta, što ima kao rezultat znatnu brigu za obezbeđenje uslova u kojima učenici imaju mogućnost za pokazivanje inicijative i domišljenosti, s jedne strane, i za zajednički rad sa drugim učenicima s druge. Laboratorijski eksperimenti mogu obezbediti sve ovo samo ukoliko su brižljivo planirani i sprovedeni. Tamo gde učenici učestvuju zajedno sa nastavnikom u planiranju laboratorijskih aktivnosti, situacija zahteva inicijativu i domišljenost s njihove strane. Uobičajeni laboratorijski uslovi sa ograničenom opremom koja zahteva da dvoje ili više njih rade zajedno na laboratorijskim eksperimentima podstiče saradnju. Korišćenje vežbi učenika i posebnih izveštaja je druga mogućnost za inicijativu i domišljenost. Ekskurzije pružaju mogućnost za saradnju, naročito tamo gde učenici učestvuju u planiranju, pripremi detalja i određivanju posebnih iskustava u pogledu učenja. Rukujući bilo kojom aparaturom, svejedno da li u toku eksperimenta, demonstracija ili specijalnih vežbi, mora se pokazati inicijativa u razmišljanju preko posebnog materijala koji je potreban, postavljanja aparature, improvizacije i zamene delova kojih nema, i prilagođavanja i popravke aparature. To je povezano sa problemom kritičkog mišljenja; rad sa aparaturama zahteva razmišljanje u rešavanju problema za koji se aparatura koristi.

Individualne razlike

Drugi naglasak u današnjim školskim programima ukazuje na pažnju koju treba pokloniti širokoj raznovrsnosti potreba i interesovanja kod školske omladine. Ne uče svi učenici podjednako dobro iz knjiga. Neki su veoma zainteresovani za rukovanje aparaturom. Interesovanje koje učenici pokazuju za radio, elektricitet, hemiju, mašine i slično, može biti otkriveno, ispitano i ohrabreno kod aktivnosti zastupljenih u demonstracijama, laboratorijskom radu i vežbama.

Raznovrsnost i motivacija

Jedna od prednosti nastave prirodnih nauka sadrži se u opsegu aktivnosti koje mogu da se koriste kako bi se obezbedila široka raznovrsnost nastavnih postupaka i motivacija. Ne može biti nikakvog izgovora za monotoniju u učionici u kojoj se predaju prirodne nauke. Upotreba aparatura i materijala u takvim situacijama kao što su žive demonstracije, tihe demonstracije, iskustvo u kritičkom razmišljanju, vizuelni materijal, auditivno iznošenje i posebne izložbe, ukazuje donekle na opseg i interesantnu raznovrsnost koju nastavnik prirodnih nauka ima na raspolaganju. Oštroumnost i planiranje sprečavaju da čas prirodnih nauka bude dosadan.

Vrste iskustava sa aparaturama i materijalom

Kao što je naglašeno na jednom drugom mestu, nema nepogrešivog načina da se pruže iskustva pogodna za sve učenike sa njihovim raznovrsnim potrebama i interesovanjima. To je istina i u odnosu na korišćenje aparatura i materijala kao i za sve druge vrste aktivnosti. Ono što odgovara u

jednom trenutku za datu grupu u odnosu na jednu vrstu cilja, ne odgovara u drugom trenutku sa drugim učenicima, ili za drukčiji cilj. Srećom, postoji znatan niz mogućnosti za korišćenje aparatura i materijala. Za svrhu diskusije one se mogu grupisati u sledeće kategorije: (1) demonstracije; (2) laboratorijski rad; (3) individualne i grupne vežbe; (4) ekskurzije; (5) vizuelni i auditivni materijal.

Prve četiri grupe sadrže glavna iskustva koja učenici stiču učenjem ili glavne nastavne postupke. Peta kategorija može biti zaseban postupak ili može dopunjavati druge. Vizuelna ili auditivna sredstva postaju postupak u takvim slučajevima kao što je korišćenje dijapozitiva ili filmskih traka za ilustrovanje principa, činjenica ili primena. U drugim slučajevima, amaterski dijapozitiv može biti korišćen uz demonstraciju, film sa diskusijom, snimak na magnetofonskoj traci sa laboratorijskim eksperimentom, ili deo filma sa izveštajem učenika.

Razni postupci su blisko međusobno povezani u praksi; u stvari, njihova međusobna povezanost je jedan od kriterijuma dobrog stanja. Međutim, oni se dovoljno razlikuju da bi mogli da se posebno razmatraju. S obzirom da postoji izvestan nedostatak slaganja u terminologiji i odnosnim značenjima, poželjno je ukratko pokazati šta se podrazumeva pod svakom od ovih pet vrsta iskustava sa aparaturama i materijalom.

Demonstracije

Demonstracije obuhvataju korišćenje aparatura i materijala, ili i jednog i drugog, i obično ih vrši pojedinac pred grupom. Često ih izvodi nastavnik, ali to može činiti i jedan od učenika, ili asistent ukoliko ga ima. Demonstracije se mogu izvoditi za ilustrovanje principa, za obučavanje u kritičnom razmišljanju, za pokazivanje kako jedan posebn deo aparature dejstvuje, za razvijanje veštine, kao pomoć razjašnjavanju stavova ili za ilustrovanje značajnih primena. Demonstracije su često pre kvalitativne nego kvantitativne i rezultati mogu biti poznati unapred. Na primer, može da se demonstrira princip da pri datom otporu većem upotrebljenom naponu odgovara utoliko veća struja koja teče kroz otpor. To se može lako demonstrirati grupi sa odgovarajućim voltmetrom, ampermetrom i otporom koji su vidljivi svima povezivanjem žica štipaljka prvo za jednu ćeliju akumulatora, zatim za dve ćelije, i konačno za krajnje elektrode akumulatora od 6 volti. Drugi primer demonstracije je ilustrovanje raznih efekata vazdušnog pritiska nizom jednostavnih primena, kao što su voda zadržana u prevrnutom bokal sa kartom, podizanje tečnosti u slamci, potreba za dvema rupama za pražnjenje konzerve kondenzovanog mleka, princip živinog barometra, deformisanje zatvorene limene kutije pod dejstvom atmosferskog pritiska. Primeri demonstracije drugih principa uključuju demonstracije osmoze sa mrkvom i staklenom cevčicom, dobijanje kiseonika iz živinog oksida i njegove osobine, elektroliza vode, ili dejstvo termostata. Demonstracije mogu korisno obuhvatiti i kvantitativni rad, koji pruža mogućnosti za korišćenje kvantitativnih instrumenata, veštine u korišćenju i očitavanju kao i mogućnosti za kritičko razmišljanje u tumačenju podataka. Ono što bi obično bio individualni laboratorijski eksperiment može se svakako koristiti i kao demonstracija pred razredom. To može biti kvalitativni i kvantitativni eksperiment. Demonstracija Bojlovog zakona je primer ovog poslednjeg. Njega

može izvesti bilo nastavnik ili učenik. Može se upotrebiti cev u obliku slova J i očitavanja upisivati na tablu onako kako se vrši dodavanje žive. Vežbe na kojima se radilo na času i van njega mogu takođe biti demonstrirane. Primeri takvih vežbi su dejstvovanje jednog modela sistema za paljenje motora kod automobila ili radni model Kotrelvog (Cottrell) taložnika.

Glavne izrazite karakteristike demonstracije su da se ona izvodi pred grupom, obično od strane nastavnika ili učenika; ona obuhvata upotrebu aparatura ili materijala.

Laboratorijski rad

Laboratorijski rad u srednjoj školi obično obuhvata izvođenje eksperimenata od strane pojedinaca ili manjih grupa. Obično postoji problem za koji se traži odgovor. U mnogim slučajevima rad se odvija prema laboratorijskom priručniku ili radnoj svesci, no to ne mora uvek biti slučaj. Često svi učenici u razredu rade na istim eksperimentima u isto vreme, mada je često veoma poželjno da više vrsta eksperimenata izvode razni učenici ili grupe. U pojedinačnom laboratorijskom eksperimentu svaki učenik radi sa aparaturom i čini potrebne korake u cilju nalaženja odgovora na određena pitanja.

Laboratorijski eksperimenti u srednjoj školi mogu biti kvantitativni ili kvalitativni. Primeri kvalitativnih eksperimenata obuhvataju pripremu vodonika i proučavanje njegovih osobina, i vezu zvona ili sijalica u nizu i paralelno, sa prednostima i ograničenjima svakog posebno. Primeri kvantitativnih eksperimenata obuhvataju određivanje linearnih koeficijenata širenja različitih metalnih šipki ili nalaženje procenta sircetne kiseline u uzorku sirceta.

Svojtvene osobine laboratorijskih eksperimenata sadrže se u tome što njih izvode pojedinci ili manje grupe sa aparaturama i materijalom u cilju nalaženja kvalitativnog ili kvantitativnog odgovora za dati problem.

Pojedinačne i grupne vežbe

Izraz vežba koristi se u najširem smislu. Za sadašnju svrhu on se može smatrati jednostavno kao problem na kome radi jedan učenik ili manja grupa. Ovaj problem može biti laboratorijske vrste, i tada je vežba u suštini ista kao i laboratorijski eksperiment. Vežba može biti problem koji neće obuhvatiti upotrebu onoga što se obično naziva *aparaturom*. Pravljenje dijagrama, priprema materijala za obaveštenje, ili priprema niza dijapozitiva koje učenici sami prave, primeri su ove vrste vežbi. Izraz *specijalna vežba* može biti primenjen na pojedinačne vežbe koje se odnose na takve probleme kao što su biografija poznatog naučnika, istorijski razvoj nekog naučnog uređaja, ili diskusija o praktičnoj primeni nekog značajnog principa. Izraz vežba se ovde koristi tako da se odnosi na izvođenje jednog problema povezanog sa izgradnjom, popravkom, poboljšanjem ili korišćenjem neke aparature, uređaja ili procesa. Rad na vežbi može da se odvija bilo na času ili van njega. (O tome se detaljnije govori u glavi 3.) Rad na vežbi može da se preda ili podnese u vidu izveštaja u razradu ili van njega, kao naučnom klubu, sastanku roditelja i nastavnika, ili školskom skupu. U nekim slučajevima ona se možda uopšte neće izložiti niti će se podneti izveštaj, osim možda samo nastavniku. Učenik koji namotava generator automobila da bi

napravio motor može ga jednostavno upotrebiti i da o tome ne podnese izveštaj. Grupna vežba čiji su rezultati izneti preko oglasne naučne table ili razglasnog sistema može zahtevati malo ili nikakvo podnošenje izveštaja. Izvođenje demonstracije ili eksperimenta može takođe predstavljati vežbu učenika. Očigledna razlika između pojedinačne i grupne vežbe je prosto u tome što grupnu vežbu vrši grupa umesto pojedinca. Ponekad to znači da razni učenici vrše izvesne delove vežbe koji se mogu zajedno sastaviti po završetku; u drugim slučajevima čitava grupa radi zajedno na celoj vežbi. Primeri prvog biće pravljenje niza dija pozitiviva za ilustrovanje razvoja aviona, ili delova automobilskog motora. Primeri druge vrste biće izrada radioaparata ili modela fabrike sumporne kiseline.

Studijska putovanja i ekskurzije

Studijska putovanja, ili ekskurzije, verovatno ne moraju da budu posebno objašnjeni u pogledu terminologije. Uglavnom, planirana poseta jednom mestu van škole se smatra studijskim putovanjem. Posete se mogu vršiti u manjim ili većim grupama i to na primer obilazak fabrika, parkova, aerodroma, meteoroloških stanica, telefonskih centrala, ili laboratorija u kojima se obavljaju ispitivanja.

Vizuelni i auditivni materijal

Vizuelni materijal obuhvata takva sredstva kao što su filmovi, delovi filmske trake, dija pozitivivi na staklu i celofanu, projektori sa mutnim staklom, mape i grafikoni, fotografije, modeli i makete, i školska tabla. Drugi nastavni materijal može se obuhvatiti kategorijom *vizuelnog*; izraz se koristi ovde da bi obuhvatio samo specijalni vizuelni materijal koji nije obuhvaćen drugim kategorijama. Demonstracije i laboratorijski eksperimenti, na primer, su u izvesnom smislu vizuelni materijal ali nisu obuhvaćeni ovim korišćenjem tog izraza. Auditivni materijal obuhvata korišćenje radioaparata, sistema za ozvučavanje, gramofona i magnetofona. Uređaji kao što su zvučna filmska aparatura predstavljaju svakako kombinaciju auditivne i vizuelne opreme.

Upotreba jeftinih aparatura i materijala

U mnogim slučajevima, najznačajniji rezultat koji se postiže upotrebom aparatura i materijala ogleda se u iskustvu u njihovom korišćenju, čak i kada su rezultati kvantitativni, tako da oprema ne mora neophodno biti složena ili skupa. Mada neki delovi aparature, kao što su vage, voltmetri i motori, treba da budu kupljeni u trgovini, najveći deo eksperimentalnog rada može se na zadovoljavajući način obaviti sa jeftinom opremom koja se improvizuje pomoću materijala koji se donosi od kuće, kupuje u samoposlugama ili na otpadima. Učenici mogu donositi materijal i uređaje od kuće: prazne konzerve, žicu od raznih pokvarenih delova, motore, pumpe, boce, delove automobila ili traktora, kutije, radioaparate i slično. Ima psiholoških prednosti u korišćenju poznatog materijala, odnosno onog što sami učenici donose. Takva jeftina oprema je često mnogo efikasnija nego oprema koja se gotova kupuje. Ova druga oprema, sa svojom lepom izradom, dote-

ranim uređenjem, tehničkim izgledom i prikrivenim raznim delovima, često je manje realna i funkcionalna nego ona koja je napravljena od poznatog materijala.

Dobra iskustva u učenju poželjan su rezultat planiranja, improvizovanja i opravke opreme koju učenici sami prave. Tu takođe postoje mogućnosti za zadovoljavanje raznovrsnih razlika i interesovanja. Sugestije za mnogobrojne amaterske i improvizovane uređaje date su u delu II.

Treba istaći da su neki dobri aparati proizvedeni komercijalno takođe poželjni i potrebni; to naročito važi tamo gde odgovarajuća oprema ne može biti lako napravljena. Izvesna zaliha korisne kupovne opreme treba da bude stvorena u školi u toku više godina. Širok opseg poželjnih iskustava učenika može se steći samo tada kada postoji odgovarajuća količina ove vrste opreme kupljene i one koju su učenici sami napravili.

Izbor metoda

S obzirom da postoji tako širok opseg razlika između učenika, njihovog porekla, ciljeva, interesovanja, želja roditelja i slično, jasno je da ne može postojati jedan najbolji način nastave za svaku grupu. To je takođe tačno u pružanju iskustava u korišćenju aparatura i materijala kao i kod drugih postupaka. Mnogi nastavnici sa puno nade očekuju da u nekom „stručnjaku“ ili istraživanju u oblasti nastave dobiju *najbolji* postupak za nastavu. S obzirom da su nastavnici takođe međusobno različiti, postupci koji su efikasni za jednog ne moraju neophodno biti zadovoljavajući za drugog. Ako su svi činoci veoma slični; ako su svrhe iste, učenici sličnih interesovanja i sposobnosti, sa sličnim prethodnim iskustvom; i ako su metodi raznih nastavnika identični, možda bi se moglo ukazati na *najbolje* postupke. To je jedina situacija u kojoj je poželjno ukazati da su neki postupci bolji od drugih, tj. da su demonstracije bolje od laboratorijskih eksperimenata, da su dija pozitivivi bolji od filmova.

Za mnoge, ako ne većinu, ciljeva u nastavi prirodnih nauka, poželjno je direktno iskustvo stečeno kroz korišćenje aparatura i materijala. Način na koji to treba postići treba da bude određen posebno za svaku priliku; da li će se za to koristiti demonstracije, pojedinačni laboratorijski eksperimenti, vežbe učenika ili naučne ekskurzije. Verovatno je tačno da je potrebno pružiti iskustva svake ove vrste, a naročito ako se radi o dužem periodu vremena.

Potreba za raspoloživim sredstvima

Obezbeđivanje sticanja vrednih iskustava učenicima zahteva brižljivo planiranje. S obzirom da ne postoji nikakav gotov plan za odgovarajući postupak, planiranje iskustava za svaku grupu učenika treba da se vrši iznova. Ista predavanja ne mogu se držati *raznim* učenicima godinu za godinom koristeći se pri tom *istim* zadacima, laboratorijskim eksperimentima, filmovima, pisanim uputstvima, i testovima. Treba stvarno obezbediti iskustva koja *odgovaraju* njihovim potrebama koje se menjaju. Postoji stoga potreba za izvesnim bogatstvom materijala, postupaka, uređaja i predloženih aktivnosti koje treba koristiti pri planiranju.

Nastavna sredstva

Jedan način za dobijanje bogatstva materijala i *sugestija* je vezan za korišćenje nastavnih sredstava. Mada su ona doživela znatne promene u teoriji i praksi tokom poslednjih godina u radovima raznih autora i nastavnika, osnovna ideja je jednostavna i funkcionalna. Kao što sam izraz ukazuje, jedinica sredstva je jednostavno prikupljanje na jednom mestu (svesci, fioci, polici) svih sredstava koja *moгу* biti upotrebljena za sticanje iskustva nastavnika i učenika u vezi sa jednom od većih jedinica oko koje se odvija kurs ili nastava. Nastavna jedinica u pogledu komunikacija, na primer, može sadržavati predložene laboratorijske eksperimente, demonstracije, vežbe učenika, naučne ekskurzije, udžbenike, filmove, dijapozitive, grafikone, zvučne snimke, zbirke problema, časopise, isečke, pitanja koja treba pokrenuti, liste sa uputstvima, probleme koji zahtevaju refleksno razmišljanje, testove, i drugi materijal koji se može koristiti u nastavi ove jedinice. One će predstavljati ili odražavati raspoloživa sredstva, na osnovu kojih se može izvršiti izbor za obezbeđivanje iskustava pojedinih grupa učenika. Tako sve specifične mogućnosti prikupljene u jedinici sredstva neće biti upotrebljene u svako doba, one će biti pri ruci za moguće korišćenje da bi se zadovoljio širok opseg interesovanja i potreba raznih grupa.

Nastavne jedinice treba da se stalno razvijaju. Novi materijal treba dodavati čak i onda kada se ta jedinica ne predaje, a zastareli ili neupotrebljivi materijal odbacivati. Nove reference, jeftini i besplatni časopisi, članci iz aktuelnih časopisa, filmovi i snimci, predstavljaju nova sredstva koja omogućavaju da nastavna jedinica bude u stalnom razvoju, a nastavnik du vodi računa o njenom proširenju i savremenosti. Najveći deo sadržine ovog dela, mada nije prilagođen u vidu jedinica sredstava, može biti upotrebljen kao materijal za ova sredstva.

Komponente jedinice sredstava

Za svrhe organizacije, sadržina jedinice sredstava (kao i nastavnog plana) može biti grupisana pod sledećim poglavljima:

- A. Opseg jedinica i uključene teme
 1. Značajna uopštavanja, pojmovi, principi
 2. Značajne primene
- B. Postupci i aktivnosti
 1. Laboratorijske vrste
 - a) Laboratorijski eksperimenti
 - b) Demonstracije
 - c) Vežbe
 - d) Rad na terenu i putovanja
 2. Vrsta predavanja — diskusija
 - a) Predavanje
 - b) Ponavljanje
 - c) Diskusija
 - d) Specijalni izveštaji
 3. Studijska vrsta
 - a) Problemi, zadaci, domaći zadaci
 - b) Dirigovano proučavanje
 - c) Vežbe — parovi „nastavnik i učenik“, igre kvizova

4. Pojedinačna predavanja
5. Učenje u razmišljanju
6. Ocenjivanje

C. Nastavni materijal

1. Vizuelni
2. Auditivni
3. Oglasne table i školske table
4. Dopunski materijal — knjige, brošure, časopisi.

Nastavni plan

Na osnovu jedinice sredstava, sa postupcima i materijalom u njoj, nastavnik i učenici odlučuju o opštem programu aktivnosti. To se može nazvati *jedinicom učenja*, ili *nastavnim planom*. Aktivnosti i materijal nastavnog plana su samo oni izabrani delovi koji će se koristiti u određenim uslovima u nastavi.

Laboratorijske faze jedinice sredstava

Mada potpuna jedinica sredstava obuhvata sve postupke i nastavni materijal, laboratorijske faze jedinice sredstava obuhvataju naročito postupke i aktivnosti pomenute pod B-1 i nastavna sredstva pod C-1 i C-2 među „komponentama jedinice sredstava“:

1. Laboratorijski eksperimenti
2. Demonstracije
3. Vežbe
4. Rad na terenu i putovanja
5. Vizuelni i auditivni materijal.

Svaka od ovih faza se razmatra detaljno u preostalim glavama prvog dela knjige.

GLAVA 2.

KORIŠĆENJE DEMONSTRACIJA I LABORATORIJSKIH EKSPERIMENATA U NASTAVI PRIRODNIH NAUKA

DEMONSTRACIJE

Mada samo nastavnik, a ponekad jedan ili dva učenika izvode demonstraciju, svi učenici kojima se demonstrira treba da steknu vredno iskustvo u pogledu jednog ili više značajnih ciljeva. Da bi ova iskustva bila stvarno funkcionalna treba pokloniti izvesnu pažnju planiranju svih aktivnosti u vezi s ovim. Učenici mogu izvući koristi iz demonstracija jedino ukoliko one postanu vredna iskustva za njih, a verovatno neće steći korisna iskustva ukoliko demonstracije nisu planirane imajući ovo na umu. Pa čak i tada, postoje nepredviđene teškoće, ali one su znatno malobrojnije nego kada se demonstracije izvode na brzinu umesto da se brižljivo planiraju. Do vrednih iskustava obično ne dolazi slučajno. Svrha za koju treba nešto demonstrirati je prema tome prva i najznačajnija stvar. Od svrhe zavisi ne samo odgovarajuća vrednost demonstracije, pa prema tome da li ona treba da se izvede ili ne, već takođe i kako ona treba da bude izvedena i šta učenici treba da učine u vezi s njom.

Svrhe demonstracija

Kao i najveći broj efikasnih metoda ili postupaka u nastavi prirodnih nauka — filmovi, laboratorija, rukovođeno proučavanje, diskusije, na primer — i demonstracije mogu biti korišćene za niz svrha. One su veoma mnogostrane; pružaju mogućnost za širok opseg aktivnosti učenika. Među ove svrhe za koje su se demonstracije pokazale funkcionalnim, spadaju sledeće: (1) motivacija; (2) objašnjavanje jednog principa ili primene; (3) prethodni pregled jedinice rada; (4) obezbeđenje raznih faza učenja razmišljanja; (5) zadovoljavanje posebnih potreba ili interesovanja učenika; (6) objašnjavanje neke veštine ili metoda na primeru; (7) pregled; (8) ocenjivanje.

Demonstracija za motivaciju

Nastavnici znaju da su ljudi prirodno radoznali i zainteresovani za realne predmete i da gledaju stvari u pokretu. Demonstracija u izlogu neke radnje u centru uvek privlači prolaznike. U učionici, uzorak gvozdene rude ili protočni sifon odmah izazivaju interesovanje. Demonstracija u učionici je zbog toga izvrstan način da prirodne nauke postanu interesantne za učenike. Uprkos nedavnom popularisanju preko štampe i raznih ekrana,

i kontakta sa mnogim praktičnim primenama prirodnih nauka u savremenom domu, čak i mnogi jednostavni principi i naučne činjenice imaju veliki deo magijskog elementa za učenike. Mada oni žive u svetu čuda, naučna objašnjenja su prikriivena. Automobil, ma koliko da je poznat omladini, dobar je primer za ovo. Vozač pritiska dugme za sirenju, pedale spojke, gasa, kočnice, menja svećicu ili kaiš ventilatora i puni rezervoar benzinom, dosipa ulje i vodu, ali u mnogim slučajevima nije video ili ne zna šta su generator, razvodnik, diferencijal, pogonska osovina, termostat, karburator ili uređaj za paljenje, a još manje zna njihovu funkciju i kako oni dejstvuju.

Učenici su navikli na uređaje koji mogu da se kupe i koji privlače njihovu pažnju i interesovanje, zajedno sa drugim privlačnim stvarima koje drugi pružaju u tom pogledu. Film, radio, časopisi u bojama, parkovi, igrališta, atletska takmičenja, transport, stripovi, pa čak i izlozi i reklamne table, sve to konkuriše školi u privlačenju interesovanja učenika. Koliko je dosadno i neinteresantno za učenike koji su izloženi takvim privlačnostima da sede na časovima gde se koristi samo udžbenik! Najmanje što nastavnik prirodnih nauka može učiniti jeste da čas prirodnih nauka i učionica budu interesantni i privlačni. Demonstracija je dobar način za razvijanje motiva.

Demonstracije principa i primena

Verovatno se najčešće koriste demonstracije za ilustrovanje i objašnjavanje naučnih principa i njihove primene. Za većinu učenika, pogled na realnu stvar mnogo više pomaže nego da čitaju o njoj ili da gledaju njenu sliku. Može biti da je prvobitno potrebno pogledati sliku, s tim što će se demonstracija koristiti da bi se ona razjasnila i pokazala na primeru. U nekim slučajevima demonstracija se može dobro koristiti kao uvodno iskustvo, praćeno drugim aktivnostima kao što su čitanje, diskusija, filmovi i laboratorijski rad. Mada demonstracija ne mora automatski obezbediti razumevanje, ona pruža iskustvo na kome nastavnik može dalje graditi, zajedno sa drugim dobro izabranim postupcima i aktivnostima.

Demonstracija kao uvod

Često zalaženje u jedinicu rada ili niz glava u tekstu, ostavlja mnoge učenike sa osećanjem zapanjenosti i tada kada bi mogli shvatiti ili proceniti detalje ako bi im se unapred dao izvestan pogled na jedinicu kao celinu. Korišćenje niza demonstracija na početku jedinice rada, čak i pre nego što se da zadatak da se nešto pročita, pomaže učenicima da steknu opštu sliku o tome šta se radi u ovoj jedinici, sa izvesnom idejom o međusobnim odnosima, značajnim idejama i primenama. Takvi prethodni pogledi takođe čine jedinicu interesantnijom jer učenici počinju da shvataju da moraju imati izvesno razumevanje i veštinu u pogledu principa da bi bili u stanju da rade na interesantnijim primenama koje doznije dolaze.

Demonstracije za učenje u razmišljanju

S obzirom da je jedan od značajnih ciljeva savremene srednje škole da nauči učenike da kritički misle ili da koriste naučne metode, iskustva na časovima prirodnih nauka treba da predstavljaju važan doprinos u

tom pravcu. Demonstracija je efikasan način da pruži iskustva u mišljenju. Mada aktivnosti u tom cilju nisu automatske, izvesna osećajnost i planiranje od strane nastavnika su potrebni. Većina demonstracija obiluje mnogobrojnim mogućnostima za pružanje takvog iskustva. Definicija izraza, primena principa, identifikacija pretpostavki, prikupljanje i tumačenje podataka, korišćenje i značaj provere, proveravanje hipoteza, izvlačenje zaključaka, izvođenje preciznih posmatranja — jedno ili sve ovo obuhvaćeno je većinom demonstracija.

Neki specifični opisi i predlozi kako demonstracije mogu biti korišćene u učenju u razmišljanju dati su u glavi 5. Ovde se može istaći da je svrha demonstracije da uključi iskustva u razmišljanju, i nastavnik treba ovo da ima kao cilj i da planira u skladu s tim i učešće učenika u izvođenju demonstracije.

Većina značajnih faza u naučnom razmišljanju, kao i za svaki drugi pojam ili veštinu ili naviku, zahteva stalni naglasak kako bi bile značajne i korisne. Demonstracije pružaju jednu mogućnost za stavljanje ovog naglaska sa novim i interesantnim problemima i situacijama.

Demonstracije za potrebe učenika

Dobro je shvaćeno da svi učenici ne uče podjednako dobro na osnovu istih iskustava. Uvek postoji potreba za raznovrsnim iskustvima. Demonstracije pružaju način da se obezbedi raznovrsnost u uobičajenom svakodnevnom radu u učionici. Nekim učenicima je potrebno iskustvo da bi izašli pred grupu; pomaganje nastavniku u demonstriranju i objašnjavanju nekih operacija obezbeđuje takvo iskustvo. Nekima je potrebno da uče da bi bili precizniji u svojim izjavama i korišćenju reči; objašnjenje značaja demonstracija i korišćenja odgovarajuće terminologije u razredu pomaže da se zadovolji ova potreba. Potrebne veštine kao što su precizno posmatranje, sređivanje podataka i pisanje razumljivog izveštaja mogu se postići dobrim korišćenjem demonstracija.

Demonstracije za sticanje veštine

Mada se veštine kao što su merenje, sipanje reagensa, ili rad sa specijalnom opremom najbolje stiču direktnim iskustvom, prvobitna kao i docnija uputstva mogu se korisno preneti putem demonstracije. To se pre može sprovesti sa čitavom grupom, nego samo sa pojedincem. Upozorenja, stvari na koje treba obratiti pažnju, dokazi dobrih metoda i teorija u vezi s ovim, često se mogu sa više uspeha naglasiti kao grupna demonstracija.

Demonstracije u cilju preglednog saopštavanja

Efikasan metod pregleda je korišćenje niza demonstracija. One mogu biti ponavljanje onih koje su ranije izvedene, uz diskusiju i druge aktivnosti učenika. Demonstracije koje ranije nisu korišćene mogu se izvoditi radi ilustrovanja principa i primena onoga što je proučavano. Takozvane „tihe“ demonstracije mogu biti korišćene; nastavnik demonstrira bez ikakvog komentara, a zatim se traži od učenika da objasne primećene pojave, bilo usmeno, ili pismeno.

Demonstracije za ocenjivanje

Demonstracije se često mogu koristiti da bi pružile dokaz sposobnosti za korišćenje pojedinih veština, vršenje posmatranja, tumačenje podataka, primenu principa, ili postavljanje aparatura. Takav test odlikuje se raznovrsnošću u odnosu na uobičajenu vrstu sa olovkom i hartijom, i ako je pravilno pripremljen, pruža korisnije dokaze ovih vrsta dostignuća. Takva ispitivanja mogu biti upotrebljena kao dopuna tradicionalnoj vrsti.

Kriterijumi za dobre demonstracije

Razmišljanje o svrhama kojima demonstracije mogu poslužiti dovodi do zaključka da ne postoji nikakav jedinstven postupak koji treba slediti. Svaka sugestija ili usmeravanje koje ukazuje da kod izvođenja demonstracija treba uvek učiniti (ili ne učiniti) nešto posebno, potpuno zanemaruje povezivanje postupka sa svrhom. Međutim, moguće je ukazati na neke kriterijume za dobre demonstracije koje se odnose na većinu uslova. Ovi kriterijumi su poželjni ali nisu nikakvi gotovi planovi postupka. To su samo smernice za pripremanje i vršenje demonstracija kako bi ove bile najefikasnije. Mada se ovi kriterijumi uopšte mogu primeniti, može biti izvesnih slučajeva u kojima jedan ili više njih ne odgovaraju. U takvom slučaju određeni kriterijum biće izmenjen ili potpuno zanemaren.

Kriterijumi za dobre demonstracije obuhvataju:

1. Demonstraciju treba prethodno isprobati.
2. Svrha demonstracije treba da bude jasna.
3. Demonstracija treba da bude vidljiva svim učenicima.
4. Upotrebljena aparatura treba da bude što je moguće jednostavnija.
5. Demonstracija treba da se koristi što je moguće potpunije u smislu njenih ciljeva.

1. Demonstraciju treba prethodno isprobati

Nijedna demonstracija ne treba da bude izvedena pred učenicima ukoliko nije prethodno ispitana; poželjno je da se ovo učini kratko vreme pre samog časa. To se odnosi kako na najjednostavnije vrste demonstracija tako i na složene. To takođe važi i za iskusnog nastavnika koji je ranije izveo ovu demonstraciju. Sve potrebne aparature i materijal treba da budu obezbeđeni i pripremljeni unapred tako da se ne prekida kontinuitet traženjem pojedinih stvari. Ma koliko jednostavan može izgledati dijagram u udžbeniku ili priručniku, postoji često neki deo koji se ne vidi, ili posebna veština, koji zahtevaju da im se unapred pokloni pažnja. Veoma je neugodno izaći pred učenike sa demonstracijom koja se ne može izvesti.

2. Svrha demonstracije treba da bude jasna

Učenici treba da znaju šta se demonstrira, šta se time pokazuje ili ističe. Često brzina sa kojom se demonstracija izvodi, komplikovanost aparature ili činjenica da je ona nova, ili nedostatak poznavanja principa, prikrivaju osnovnu svrhu i cilj i čine demonstraciju potpuno neefikasnom.

3. Demonstracija treba da bude vidljiva za sve učenike

Može izgledati preterano ukazivati da učenici treba da budu u stanju da vide demonstraciju, pa ipak to je jedna od najčešćih grešaka u ovom postupku. Nastavnici ne treba da pretpostavljaju da zato što oni mogu da vide aparaturu jasno, da to isto mogu i svi ostali u učionici. Niz faktora može doprineti slaboj vidljivosti, i oni ukazuju na potrebu da se pokloni pažnja sledećem:

a) *Osvetljenje.* Sto za demonstraciju treba da bude osvetljen ako je moguće tako da se aparatura jasno vidi. Osenčenja treba da budu tako prilagođena da učenici mogu videti iz svih delova učionice. A ako je potrebno, učenicima treba omogućiti da promene svoja sedišta ili da stanu tamo odakle mogu videti.

b) *Dovoljno velika aparatura.* Treba koristiti uređaje koji su dovoljno veliki tako da se mogu videti iz svih krajeva učionice. Preduzeća koja proizvode aparature poklanjaju priličnu pažnju tom problemu, s tim da to ima kao rezultat raspoloživost izvesne količine većih aparatura koje su naročito efikasne za velike učionice. To obuhvata stvari kao što su staklene cevi, epruvete, boce, cevi za testiranje, kao i demonstracione motore, elektromotore, vage i žiroskope.

c) *Korišćenje projekcija.* Mnoge demonstracije koje se teško mogu direktno izvesti pred velikim razredom mogu biti projektovane na ekran pomoću projektora ili reflektora. To je naročito slučaj kod mnogobrojnih električnih i optičkih demonstracija, kao što su magnetna polja, elektro-skopi, senke, odbijanja, prelamanja i slično. Projekciona čelića može se veoma efikasno koristiti za projektovanje mnogobrojnih demonstracija u hemiji i elektrohemiji.

d) *Premeštanje mesta demonstracije ili učenika.* Često se demonstracija može izvesti i na drugom mestu, a ne samo na katedri, tako da učenici mogu bolje videti. Kod jednostavnih demonstracija, nastavnici mogu biti pred katedrom, ili čak u sredini razreda među učenicima. Često nastavnik može proći između klupa tako da svi učenici mogu videti rezultate demonstracije, kao što je taloženje u cevčici za testiranje, širenje lopte, ili da voda ne ističe iz boce. Ponekad je poželjno demonstrirati prvo na jednoj strani učionice, a zatim na drugoj. Često je moguće za učenike da se grupišu oko stola na kome se izvodi sama demonstracija.

4. Upotrebljena aparatura treba da bude što je moguće jednostavnija

Uopšte, korišćenje najjednostavnije i najpoznatije aparature i uređaja čini demonstracije najefikasnijim. Svrha eksperimenta može biti nejasna kada se koristi komplikovana oprema (često kupovna). Mnogi najkorisniji uređaji za demonstracije mogu se napraviti ili improvizovati u jednostavnom obliku.

5. Demonstracija treba da se koristi što je moguće potpunije saglasno njenoj svrsi

Nastavnici često žure izvodeći demonstraciju i ne pružaju učenicima mogućnost da shvate ili ne koriste sve mogućnosti nastavne demonstracije. Nastavnik zbog toga ne treba nikad da zaboravi da čak i obične i jedno-

stavne ideje koje se iznose predstavljaju nešto sasvim novo za mnoge učenike. Treba ukazati na značajne stvari, veza sa ranijim principima i činjenicama treba da je podvučena, i posledice demonstracije istaknute. Ponekad se demonstracija može uspešno ponoviti s tim da učenici znaju šta treba da očekuju. U nekoj prilici druga slična demonstracija može biti izvedena, sa različitim materijalom, ili suprotnim rezultatima.

Ciljevi se ne postižu automatski

Mada su predloženi kriterijumi korisne smernice na osnovu kojih treba proveriti demonstraciju, zadovoljavanje ovih kriterijuma nije garantija njihove efikasnosti. Demonstracija će verovatno biti mnogo manje efikasna ako ne zadovoljava te kriterijume; ali ciljevi zbog kojih se ona izvodi ne postižu se automatski. Planiranje je potrebno kako u vezi sa aktivnošću učenika tako i u slučaju aktivnosti nastavnika. Demonstracija kao što je eksperiment sa vedrom, koji se često koristi kao ilustracija Arhimedovog principa, ne mora trenutno i automatski ukazati učenicima na očigledna uopštavanja preko kojih nastavnik tako olako prelazi, „da je predmet potopljen u tečnost potiskivan silom jednakom težini istisnute tečnosti.“ To izgleda toliko jasno mnogim nastavnicima da često smatraju da nije vredno pomena; voda sipana u vedro, koje ima istu zapreminu kao i cilindar, ima tačno težinu koja je potrebna da povрати ravnotežu izgublenu zbog sile potiska koja deluje na cilindar. Ali, iluzija nestaje kada nastavnik upita učenike: „Ima li ko neko pitanje?“

„Da, čemu služi vedro?“ „Kako to pokazuje silu potiska?“ „Ja sam mislio da se Arhimedov princip odnosi na plutanje, šta ovde pluta?“ „Zašto vedro nije stavljeno takođe u vodu?“

Ne, demonstracije nisu automatske. Nastavnik i dalje treba da prenosi znanje.

Demonstracije dopunjavaju druga iskustva

Ma koliko bile izvrsne demonstracije, one se ne mogu koristiti kao jedina vrsta iskustva. One treba da dopunjavaju druga iskustva i druga iskustva treba njih da dopunjavaju. Bez obzira na cilj, demonstracije treba da budu korišćene zajedno sa zadacima iz udžbenika, usmerenim proučavanjima, rešavanjem problema, laboratorijskim eksperimentima, vizuelnim i auditivnim materijalom i putovanjima. Ne postoji ni jedan jedini postupak koji može sam poslužiti za sve svrhe i u svim fazama razumevanja i postizanja.

Demonstracije koje izvode učenici

Učenici mogu izvoditi demonstracije pred razredom. Mada je neuobičajen dečak ili devojčica koji mogu pokazati veštinu i izvlačiti zaključke koje nastavnik želi, ima prilika kada je poželjno da učenici izvode demonstracije. Ponekad jedan ili više učenika mogu postaviti ili pomoći u postavljanju aparature. U drugim prilikama mogu pomagati nastavniku u radu sa izvesnim uređajima. Često je značajno za lični razvoj pojedinca ili za njegov odnos sa drugima u razredu da mu se pruži prilika da znatnije pomogne u nekoj demonstraciji.

Treba zapamtiti da se demonstracije obično izvode za dobro svih učenika, a ne za jednog ili dva učenika koji mogu učestvovati u postavljanju aparature ili izvođenju demonstracije. Ukoliko učenici ne mogu postići takve ili čak bolje rezultate od nastavnika u smislu postizanja cilja, tada se svako šire učešće učenika u demonstracijama može dovesti u pitanje. Ukoliko su demonstracije koje izvode učenici monotone, neinteresantne, nejasno izvedene, izazivaju neozbiljnost, ili se odugovlače, verovatno neće biti efikasne za postizanje željenih rezultata. Ukoliko učenici nisu brižljivo pripremljeni verovatno neće biti u stanju da daju isti doprinos kao i nastavnik, koji poznaje potrebe grupe, rezultate ranije nastave i planove sa kojima pojedine demonstracije treba da budu u skladu.

Nepokretni stolovi za demonstracije

Izvođenje demonstracija ukazuje na potrebu za mestom gde će se one izvesti. Uobičajeni raspored u učionici predviđenoj za nastavu prirodnih nauka je nepokretni sto za demonstracije, koji je sa mnogih stanovišta najpogodniji. Prednost mu je što ima stalne spojeve za gas, vodu i druge olakšice. Sto treba da bude oko 90 cm visok, 60—75 cm širok 90—120 cm dug. Najpoželjnija dužina zavisi od veličine prostorije i načina na koji će se on koristiti. Instalacije na stolu zavise delimično od prirode kurseva prirodnih nauka kojima treba da posluži. Ako su demonstracije predviđene za samo jedan predmet, na primer hemiju, raznovrsnost uređaja može biti ograničena. Međutim, često se pokazalo da nije dobro ograničavati način korišćenja stola, ne samo zbog docnijih potreba drugih predmeta, već takođe i zbog obogaćivanja predavanja širokim nizom mogućnosti za demonstraciju. Uzimajući sve ovo u obzir, normalno je i opravdano predvideti sto za opšte demonstracione mogućnosti u srednjoj školi.

Površina stola za demonstracije treba da bude od materijala otpornog na kiseline. Površina može biti drvena, kamena ili presvučena plastičnom masom. Ako je površina drvena, ona treba da bude otporna na kiseline; formula za impregniranje drveta na kiseline data je na strani 147. Instalacije na stolu za demonstracije treba da obuhvataju slavinu za toplu i hladnu vodu, slivnik, spojeve za naizmjeničnu i jednosmernu struju, sa mogućnostima za korišćenje raznovrsnih napona (vidi stranice 102—107). Tu takođe treba da ima i gas i, ako je moguće, komprimovani vazduh. Površina stola za demonstracije treba takođe da ima i dodatnu ploču koja se može postaviti u dva nivoa. Ova dodatna ploča može se postaviti na razne načine. Drvena kutija čvrste konstrukcije može poslužiti na sasvim zadovoljavajući način. Ona treba da ima dimenzije otprilike 20×30×40 cm. Dodatna ploča obezbeđuje dva nivoa za niz eksperimenata, kao što su upotreba sifona, strma ravan i odgovarajuće demonstracije.

Poželjno je obezbediti odvođenje štetnih para na stolu za demonstracije. Jedan od načina za to je postavljanje kupovnog digestora u prednjem delu prostorije. Takav digestor može poslužiti ne samo za demonstracije već i za pojedinačni rad učenika. Ako je dobro postavljen i pravilno provetran, demonstracije u kojima se upotrebljava hlor, hlorovodonična kiselina i drugi štetni gasovi koji se stvaraju, mogu biti dobro kontrolisane. Moguće je obezbediti kupovni digestor koji se može postaviti na demonstracioni sto. Međutim, takav uređaj ima tu nepogodnost da nije dovoljno pokretan. Tom se mogu staviti primedbe u nekim školama, mada neki od

ovih digestora za pojedinačni rad ne čine sto za demonstracije potpuno nepokretnim. Improvizovani digestor (sl. 1) koristi vakuumski prečistač koji se nalazi dole mada njegovo mesto nije naročito značajno. Jedna cev povezuje komoru vakuumskog prečistača sa laboratorijskim stolom. Na površini stola cev sa zglobovima povezana je sa digestorom koji čini polovina staklene boce sa levkom. Električni prekidač prečistača postavljen je na sto za demonstracije. Kada se digestor ne koristi može se rastaviti i ukloniti.

Sto za demonstracije može biti učinjen još korisnijim obezbeđenjem uređaja za vertikalno projektovanje dijapozitiva. To je ravna staklena ploča ugrađena na ploču demonstracionog stola. Osvetljenje se daje odozdo (vidi str. 80).

Na površinu stola se mogu takođe staviti i ploče sa odgovarajućim rupama za držanje vertikalnih šipki. Takve ploče mogu biti napravljene za prčvršavanje šipki zavrtnjima ili šipke mogu tako biti napravljene da se mogu čvrsto uglaviti u ploču bez posebnog vezivanja.

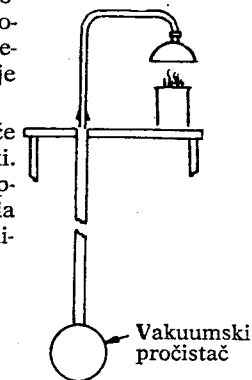
Nepokretni demonstracioni sto nije neophodno potreban

Dobar sto za demonstracije sa odgovarajućim ormanima i fijkama, priključcima za gas, vodu, električnu energiju i komprimovani vazduh podstiče na izvođenje demonstracija. Takav sto nije apsolutno potreban za laboratoriju. Moguće je upotrebiti običan sto skoro svake vrste, uključujući i uobičajeni kancelarijski sto. Mada nedostatak mogućnosti za uređaje koje smo pomenuli svakako predstavlja nepogodnost, čak i ovi mogu biti improvizovani. Vedra s vodom, krčazi, alkoholne lampe, suve baterije, akumulatori, produžni kablovi, električne grejne ploče i automobilske gume napumpane u obližnjoj servisnoj stanici, predstavljaju neke od pomagala koja su odlučni i oštroumni nastavnici zamenili za jedan ili više uobičajenih uređaja.

Pokretni stolovi za demonstracije

U mnogim situacijama korišćenje pokretnog demonstracionog stola pomaže da se otklone izvesna ograničenja ili teškoće. Kada se demonstracija mora da pripremi u slobodno vreme kako bi bila spremna za docniji čas (ili za sledeći dan), oprema se može delimično ili u potpunosti postaviti na pokretni sto. Dok nije potreban sto je sklonjen na neko pogodno mesto, a zatim se na točkovima uvozi u prostoriju nekoliko minuta pre početka časa. Kada se čas završi, sto se opet odgura do pogodnog mesta i oprema i uređaji demontiraju onako kako to odgovara nastavniku. Pripreme se na taj način lako vrše, oprema je zaštićena i dovoljan je ograničeni prostor.

Ponekad je poželjno da se demonstracija izvede na drugom mestu u prostoriji za nastavu a ne na onom na kome se nalazi nepokretni sto za



Sl. 1. Improvizovani digestor

demonstracije. Osvetljenje, priroda delatnosti ili postavljanje opreme mogu učiniti da je to neophodno važno. Ponekad se demonstracije pripremaju u jednoj prostoriji a izvode u drugoj. U svim takvim slučajevima pokretan sto znatno pomaže.

Priroda pokretnog stola

Pokretni sto za demonstracije može biti opremljen točkicama ili točkovima sa gumom. Ovi točkovi treba da budu prečnika 10 do 15 cm. Može biti poželjno da se na noge stola postave kočnice tako da se on može učvrstiti u jednom položaju. Pokretni sto treba da bude iste visine kao i nepokretni. Druge dimenzije mogu biti nešto manje.

Tekuća hladna voda može se obezbediti na pokretnom stolu korišćenjem gravitacionog pada vode iz boce postavljene na policu. Polica se može nalaziti na jednom kraju stola ili može biti pričvršćena na zid prostorije, sa gumenim crevom koji ide do stola za demonstracije. Ako u prostoriji postoji tekuća voda, gumena cev se može vezati za slavinu. Mali slivnik može se postaviti na sto za otpadne vode. Slivnik može biti povezan sa velikom bocom ili krčagom koji se nalazi na donjem delu stola.

Produžni kabl može se postaviti na šipke s donje strane stola. Kabl se završava dvostrukim utikačem zidnog tipa pričvršćenim za ivicu stola. Takav utikač olakšava električno priključivanje.

Plafonski držači

Demonstracije su u mnogim slučajevima olakšane postojanjem plafonskih držača direktno nad stolom za demonstracije. Držać može biti postavljen tako da se nalazi iznad stola i produžuje na jednu stranu. Takav držać treba da bude čvrsto pričvršćen za podlogu plafona i s donje strane treba da omogućiti, putem raznih kuka pričvršćenih zavrtnjima, dodavanje raznih vrsta oslonaca. Takvi uređaji omogućavaju demonstracije kao što su one sa klatnom, koturačama, slobodnim padanjem i aparaturom za pravljenje talasa.

Alternativa ovom načinu je oslonac sa visokom krutom šipkom koja ide od poda ili od vrha demonstracionog stola i oslanja se na plafon. Međutim, takav oslonac ima tu nepogodnost da u nekim slučajevima ometa demonstracije.

Opšta priroda opreme za demonstracije

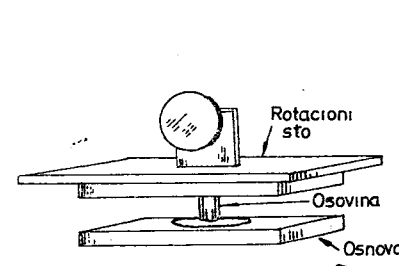
Treba voditi računa o izvesnim opštim kvalitetima opreme za demonstracije. Obično oprema treba da bude jednostavna, bez dodatnih uređaja koji mogu da skrenu pažnju; ona treba da bude i dovoljno velika da se može lako videti iz svih delova prostorije. Oprema treba da bude čista tako da je uvek spremna za upotrebu. Treba da bude sklopljena na pogodno mesto tako da ne stoji na putu, niti negde gde može biti uprljana ili rdavo upotrebljena.

Oprema za opšte korišćenje u demonstracijama treba da bude smeštena što je moguće bliže stolu za demonstracije. Ovo može obuhvatiti takvu osnovnu opremu kao što su gorionik, prstenasti držać, prstenasta spojka, žičana mreža, staklene cevi, vage, tegovi, epruvete, metri, termome-

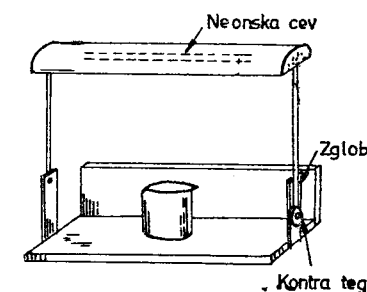
tar i slično. Tome se mogu dodati i neki veći uređaji kao što su poluge, koturače, klatna i strme ravni. U nekim slučajevima takođe je poželjan i galvanometar; ako je moguće treba ga postaviti na zid ili na neki čvrsti stub u prednjem delu prostorije. Priključci za ovaj galvanometar treba da budu ili na demonstracionom stolu ili tamo gde im se lako može prići. Stub može takođe nositi i veliku vagu.

Osvetljenje za demonstracije

Treba voditi računa da svetlost koja dolazi kroz prozor pada na mesto gde se izvodi demonstracija, a ne u oči učenika. Upotreba obrtnog stola, koji se ponekad naziva „lenja Suzana“, omogućava promenu položaja opreme za demonstracije tako da je svi učenici mogu videti (sl. 2). Za neke demonstracije se ovaj uređaj ne može tako lako koristiti, ali utvrđeno je da on mnogo pomaže.



Sl. 2. Rotacioni sto



Sl. 3. Osvetljenje za demonstracioni sto

Nastavnik prirodnih nauka ne treba da se isključivo oslanja na korišćenje spoljne svetlosti niti na opšte osvetljenje koje postoji u prostoriji. Dodatno, veštačko osvetljenje može biti neophodno. Postavljanje reflektora na plafonu ili bočnog reflektora može znatno pomoći. Takvi izvori svetlosti treba da budu osenčeni, kako svetlost ne bi padala učenicima u oči.

Relativno prosto i efikasno obezbeđenje dodatnog osvetljenja pružaju obične pokretne stonove lampe. Ovo svetlo se može lako postaviti da pruži najbolje moguće osvetljenje. Nešto složenije obezbeđenje osvetljenja sastoji se u korišćenju svetleće cevi sa protivtegom i svojim zaklonom (slika 3). Ovaj izvor svetlosti može biti postavljen tako da ne ometa korišćenje table koja se nalazi iza njega.

Osvetljenje se može poboljšati upotrebom odgovarajuće pozadine za opremu. Takva pozadina može se sastojati od kutije koja je približno dve stope duga i jednu stopu visoka, mada se te dimenzije mogu menjati. Srednji deo kutije sastoji se od ploče od mutnog ili peskiranog stakla. U kutiji se nalaze dve ili više sijalica od 100 vati. Ova pozadina osvetljava opremu sasvim zadovoljavajuće, a ne zamara oči posmatrača. Neka oprema može biti svetle boje. U tom slučaju, komad crnog somota koji ima nezavisan oslonac služi kao pozadina. Slični rezultati mogu se postići korišćenjem komada plastične ploče (2 stope × 1 stopa) koja je s jedne strane

crna, a s druge bela. Ona strana koja predstavlja bolju pozadinu može biti okrenuta posmatračima. Ova ploča treba da ima svoj nezavisni oslonac.

Celokupna dodatna oprema koja pomaže poboljšanju osvetljenja treba da bude tako spremljena da lako može da se upotrebi. Prekidači za osvetljenje treba da budu na demonstracionom stolu ili u blizini.

Izvori demonstracija

U većini udžbenika prirodnih nauka za srednje škole ne daju se detaljna niti specifična uputstva za pripremanje izvođenja demonstracija. Nastavnici prirodnih nauka treba da pokažu izvesnu domišljenost u razradi ove vrste iskustva za učenike. Postoje neki izvrsni izvori demonstracija koje su drugi pripremili i ispitali i sa kojima nastavnici prirodnih nauka treba da se upoznaju. U daljim odeljcima ovog dela govori se o specifičnim demonstracijama, laboratorijskom radu i vežbama. Drugi izvori u kojima su opisane specifične demonstracije jesu: stručni časopisi, kao što su „School Science and Mathematics” i „The Science”; naučni časopisi pisani za laike kao što je „Popular Science Monthly”; trgovački časopisi kao što je „Chemist Analyst”; udžbenici i laboratorijski priručnici; i posebne knjige o vežbama i demonstracijama kao što su Lindeova (Lynde) „Naučna iskustva sa opremom iz robnih kuća”, („Science Experiments with Ten-cent Store Equipment”) Satonovi (Sutton) „Demonstracioni eksperimenti u fizici”, („Demonstration Experiments in Physics”) i Arturove (Arthur) „Demonstracije opšte hemije na predavanjima”, („Lecture Demonstrations in General Chemistry”). (Pogledajte bibliografiju datu na stranicama 397—399.)

Neki eksperimenti koji se obično koriste kao individualni laboratorijski rad mogu se ponekad izvesti kao demonstracije pred grupom. U nekim slučajevima je to poželjnije, pošto postupak nije poznat, koncepcije su teške ili zato što veštine još nisu stečene. U drugim slučajevima eksperiment zahteva preciznost izvođenja koja je veća od sposobnosti učenika, ili se radi o vremenskom faktoru, ili je količina opreme ograničena.

Treba imati na umu da učenici nemaju istu vrstu i količinu iskustva za demonstraciju kao i kod pojedinačnog laboratorijskog eksperimenta. Oni stiču različita iskustva koja u raznim okolnostima izgleda da više odgovaraju ili su poželjnija nego što bi to bio slučaj sa drugim iskustvom. To ukazuje posebno na pitanje koje se stalno ponavlja a koje se odnosi na relativnu vrednost demonstracija i individualnog laboratorijskog rada.

Odnos laboratorijskog rada i demonstracija

Mnogo je napisano i izvesna istraživanja su izvršena u pogledu prednosti laboratorijskog rada u odnosu na demonstracije. Pitanje je šta je stvarno dokazano. Ne treba smatrati da su demonstracije moguća zamena za pojedinačni laboratorijski rad. Sa stanovišta ovde iznetog gledišta obezbeđuje se ona vrsta iskustva — u ovom slučaju laboratorijski rad ili demonstracije — koja najviše odgovara za postizanje željenog cilja. To se posmatra u svetlosti potreba učenika, njihovog ranijeg iskustva i planova za buduća iskustva. Treba koristiti i jedno i drugo: ponekad jedno; ponekad drugo. S obzirom na individualnost učenika, razlike u njihovom načinu učenja, ne postoji nijedan metod koji može i treba da bude isključivo korišćen. Pošto su laboratorijski rad i demonstracije slični u nekim značaj-

nim pogledima (i kod jednog i kod drugog koristi se aparatura i pomaže u shvatanju principa i primena), ne može se smatrati da jedno drugom konkuriše, isto kao što se ne može smatrati da filmovi konkurišu dijapozitivima.

Ukoliko se napredak ne može precizno meriti, može se dobiti samo malo dokaza u pogledu relativne efikasnosti demonstracija ili individualnog laboratorijskog rada. Pitanje je da li kratka ispitivanja iz predmeta mogu da izmere vrednosti koje se mogu postići korišćenjem bilo kojeg od ovih postupaka.

POJEDINAČNI LABORATORIJSKI RAD

Korišćenje pojedinačnog laboratorijskog rada na časovima prirodnih nauka u srednjoj školi pretpostavlja da postoje pojedinačne potrebe, i da treba obezbediti pojedinačni razvoj kroz laboratorijski prilaz. S obzirom da se takozvani „individualni laboratorijski rad” koristi u nastavi prirodnih nauka u srednjim školama, ovaj izraz je pogrešan. Verovatno da postoji mali broj škola u kojima učenici stvarno potpuno rade na individualnoj osnovi. Uobičajeni način rada omogućava da učenici rade u parovima.

Postoje razlozi zašto učenici treba da rade u parovima, pa čak i u većim grupama, u neformalnoj atmosferi laboratorije. Takvi razlozi su društveni i psihološki po karakteru. Stavovi i navike saradnje, kao i spremnost da se razmene i procene ideje, ohrabruju se onom vrstom laboratorijskog iskustva gde su učenici međusobno udruženi. Pored takvog društvenog iskustva, postoje odgovarajući razlozi za potpuno individualnim prilazom u laboratoriji. Učenik treba da stekne iskustvo da preuzme punu odgovornost za istraživanje jednog problema i za izvlačenje zaključaka. Navike oslanjanja na sopstvene snage razvijaju se u takvim prilikama; one mogu biti potpuno zanemarene ako se učeniku uvek dozvoljava da radi sa drugima.

Korišćenje laboratorijskog priručnika

Nastava prirodnih nauka u velikoj meri se oslanja na korišćenje laboratorijskog priručnika. Mnoge laboratorijske priručnike izradili su spremni nastavnici koji su, u iskrenoj želji da pomognu drugim nastavnicima, pripremili materijal koji je od velike vrednosti ako se brižljivo koristi. Međutim, veoma često, čak i najbolji laboratorijski priručnici imaju kao posledicu da prouzrokuju da laboratorijski rad postane sasvim stereotipan. Ciljevi su često takvi da se pravilno popune praznine u laboratorijskom priručniku i da se u toku godine izvede što je moguće više eksperimenata predviđenih priručnikom.

Uprkos dobrim namerama onih koji su pripremili priručnike, posledice korišćenja priručnika su stvaranje jaza između učenika i nastavnika. Nastavnik sa svojim teškim bremenom rada pretpostavlja da će učenik ako popuni praznine u priručniku, naučiti i ono što je u vezi s tim i razviti svoje sklonosti i veštine. Racionalizacija procesa često je bila zasnovana na argumentima da se zadovoljavaju zajedničke potrebe učenika korišćenjem zajedničkog materijala. Međutim, kod takvih stereotipnih oblika rada, uobičajena posledica je da se onemogućuje učeniku da stekne pravo iskustvo u laboratoriji. Činjenica da ni učenik ni nastavnik nisu imali ni-

kakvog udela u planiranju materijala koji se koristi i postupaka koje treba slediti ima kao rezultat mehaničko ponavljanje, što dovodi u opasnost uspeh napora i jednih i drugih.

Ako treba zadovoljiti pojedinačne potrebe laboratorijskim iskustvom, ne može se zavisiti samo od određenih oblika laboratorijskih eksperimenata. Laboratorijski priručnik može biti korišćen, ali ne kao izvor gotovih postupaka, čija je osnova verovatno jasna samo nastavniku.

Laboratorija za eksperimente

Eksperimenti se mogu izvoditi u laboratoriji samo ukoliko učenici rade na problemima koje osećaju. Nije važno da li su problemi koje oni pokušavaju da reše oni koje su učenici pre njih rešili ili problemi čije odgovore nastavnik zna. Značajno je da učenik radi na problemu čije rešenje sam ne zna.

Učenici mogu prići inteligentno takvim problemima svojim učešćem u njihovom izvođenju i planiranju njihovih rešenja. Posledice takvog planiranja obuhvataju mogućnosti za nalaženje različitih problema za razne učenike, različite postupke koje treba koristiti za razne probleme i niz izvora koji se mogu koristiti kod rešavanja problema.

Izvori problema za laboratorijsko istraživanje mogu se naći u nizu aktivnosti pojedinca i grupa. Problemi se mogu pojaviti u diskusijama na času ili u radu na vežbama. Oni se mogu javiti kao rezultat školskog iskustva učenika van rada na prirodnim naukama. Mogu se uočiti i kod čitanja neke knjige od strane učenika ili kao rezultat ranijih laboratorijskih istraživanja. Pažljiv nastavnik biće svestan ovih problema koji imaju uticaja na laboratorijsko istraživanje, može ukazati na njih kada se pojave navodeći da bi se ovi problemi mogli korisno ispitati u laboratoriji.

Korišćenje pojedinačnog laboratorijskog rada

Korišćenje pojedinačnih laboratorijskih postupaka može poslužiti u više svrha. Dve svrhe koje su često bile povezane sa tipičnim laboratorijskim postupcima jesu (1) razvijanje veština i tehnika, i (2) proveravanje principa ili pojava o kojima je već bilo reči. Kao ciljevi pojedinačnog laboratorijskog rada, oba ova metoda imaju svoje vrednosti. Postoji ozbiljna sumnja da li oni treba da budu jedini ciljevi kojima se teži i da li se oni stvarno postižu uobičajenim postupcima. Nezadovoljstvo nastavnika prirodnih nauka sa rezultatima koje postižu u svojoj nastavi postavlja ozbiljne sumnje da li oni treba da se oslanjaju na laboratoriju za proveru i potvrdu. Takođe postoji sumnja da li eksperimentalne metode ili kritičko razmišljanje može biti efikasno naučeno u odsustvu stvarnih eksperimenata koje vrše učenici. Bez sumnje učeniku je potrebno iskustvo za sticanje veština, za čitanje sa instrumenata, za sticanje izvesnih gledišta u pogledu oslanjanja na rezultate eksperimenta, ali je stvarno pitanje da li on uči da bi činio potrebna predviđanja i iznosio hipoteze, ili da bi izvukao odgovarajuće zaključke bez stvarne mogućnosti da to učini. Izgleda da nema zamene sadašnjem stanju u nastavi metoda prirodnih nauka. Postoji odgovarajući razlog za verovanje da ropsko praćenje uputstava sa ponavljanjem koraka u jednom procesu predstavlja ne samo gubitak vremena već dovodi do toga da učenik gubi inicijativu.

Izvori postupaka

Zamena planova i postupaka koje formuliše učenik na osnovu smerica nastavnika za stereotipni postupak predstavlja izazov nastavniku prirodnih nauka. On mora biti u stanju ne samo da pomogne učenicima u izolovanju i formulisanju njihovih problema već takođe da obezbedi sugestije za prve korake u pravcu njihovog rešavanja. Takvi prvi koraci obuhvataju usmeravanje učenika prema izvorima informacija koji mu verovatno mogu pomoći.

U ovom trenutku, laboratorijski priručnik, zajedno sa drugim izvorima metoda i postupaka, postaje odgovarajuće sredstvo. Potrebno je da postoji izvestan broj priručnika raznih vrsta. Pored toga, treba da postoje takva sredstva kao što su formulari, knjige u kojima se opisuju vežbe i tehnike, kao i časopisi slični publikaciji „Popular Science Monthly”. Iz takvih izvora, učenici mogu steći niz ideja u pogledu odgovarajućih metoda za rešavanje problema na koje nailaze. Nastavnik mora da razume činjenicu da je potrebno vreme za planiranje rešenja problema. Učenici ne samo da treba da dođu do takvih izvora sličnih onima na koje je ukazano, već treba da imaju vremena na času da ih upotrebe. Svaki učenik treba da pripremi predložene postupke za svoju aktivnost. U razgovoru sa nastavnikom to može da se razradi, posebne tačke treba naglasiti i upozoriti na teškoću ili opasnost koja se pojavljuje.

Jedno je da u korišćenju takvih razvojnih postupaka u laboratorijskom radu uobičajeni broj i vrste laboratorijskih „eksperimenata” ne mogu biti uključeni u rad tokom školske godine. Vrednost takvih razvojnih postupaka leži u kvalitetu izvršenog rada pre nego u kvantitetu; prednost postaje stvarnija kada nastavnik razmišlja o neefikasnosti uobičajenog praćenja uputstava koja u tako velikoj meri karakterišu korišćenje laboratorije. U nekim situacijama u školi nastavnik može biti prinuđen da koristi samo jedan laboratorijski priručnik. Teškoće koje potiču od ovakvog korišćenja mogu biti donekle umanjene istraživanjima, zajedno sa učenicima, plana za laboratorijski rad onako kako je on iznet u priručniku. Takve diskusije i planiranje mogu obuhvatiti razjašnjenje značenja uputstava u priručniku, osnovu za izbor metoda i materijala i razloge zašto je dati postupak u priručniku izabran kao pomoć u rešavanju nekog problema. Slično tome, ovo istraživanje može pomoći da učenik reaguje na dalje probleme koji se mogu pojaviti u njegovom laboratorijskom radu kao i da mu ukaže na neke nezavisne aktivnosti koje može poželeti da vrši u laboratoriji ili u svoje slobodno vreme. Nastavnik treba da bude u stanju da dopuni uputstva i sugestije iz laboratorijskog priručnika na osnovu svog sopstvenog znanja, odgovarajući na pitanja, dajući dodatna uputstva i razjašnjavajući nejasne tačke.

Izveštavanje

Jedan od problema u izveštavanju o rezultatima laboratorijskih aktivnosti je nedostatak odgovarajućih komunikacija između učenika i nastavnika. Njihov zajednički teren je isuviše često bio samo list hartije na kome je trebalo popuniti nekoliko praznina. To je proveravao nastavnik često bez ikakve pismene primedbe i vraćao učeniku sa svojim potpisom ili ocenom. Vrednost takvog izveštavanja se ozbiljno dovodi u pitanje.

Izveštavanje o pojedinačnom laboratorijskom radu može biti u vidu usmenog izveštaja koji se podnosi nastavniku ili koji se formalnije iznosi na času. Takav izveštaj omogućava nastavniku da bolje sagleda šta je učenik postigao i ima kao posledicu da se učeniku daje više razloga da izveštaj pripremi. Moguće je dalje ispitati detalje, proučiti probleme koji su se pojavili kao rezultat rada i obezbediti dokaz za ocenjivanje stvarnog uspeha učenika.

U raznim slučajevima poželjno je da učenik podnese pismeni izveštaj o svojoj aktivnosti. U svakom izveštaju, bez obzira da li je usmen ili napisan, postoji najmanje četiri glavna dela. To su:

1. Izlaganje problema koji je razmatran
2. Korišćeni postupci
3. Izvršena posmatranja
4. Izvučeni zaključci.

Pored toga, takvom izveštaju se mogu dodati i druge stvari. Na primer, skica opreme koja je upotrebljena, kao i lista opreme i sredstva. Međutim, ako se u pismenom izveštaju iznose detaljnije postupci koji su korišćeni, možda nema svrhe za nabranje celokupne opreme. Izveštaj može obuhvatiti i izlaganja o teškoćama na koje se naišlo i predloge za dalje proučavanje.

Laboratorijski izveštaj se može sastojati ili obuhvatiti kratki test ili kviz. Ovaj kviz treba da pomogne u određivanju da li učenici shvataju svrhu laboratorijskog rada i značaj postignutih rezultata. Kviz može biti planiran da bi se utvrdilo koje su veštine stečene, dobijene informacije, ili napredak koji je postignut prema nekim aspektima naučnog metoda, kao što je tumačenje podataka ili donošenje ispravnih zaključaka. Takav kviz, ako je brižljivo pripremljen i protumačen, može dopuniti ili potpuno zameniti uobičajeni izveštaj i može pomoći učeniku da planira svoj budući laboratorijski rad, a takođe omogućiti mu da dovede u vezu diskusiju ili druge postupke sa iskustvom koje je stekao u laboratoriji. Kviz može biti uobičajenog oblika sa više odgovora među kojima treba izabrati tačan, popunjavanje praznina ili tipa tačno—pogrešno, ili može biti u vidu diskusije ili eseja.

Sredstva

Laboratorija može podstaći nalaženje i rešavanje problema ukoliko se raspolaže sredstvima. Ako se zadovolje interesovanje i potrebe učenika, opseg problema je širok; sredstva potrebna za pojedinačno istraživanje su, u skladu s tim, mnogobrojna. Detaljniji predlozi dati su na drugim mestima u ovoj glavi i u glavama 7 i 8 u vezi sa opremom i sredstvima koji treba da budu na raspolaganju za podsticanje rada pojedinca.

Raspored u laboratoriji

Raspored pojedine opreme u laboratoriji je uglavnom prilično statičan. Vodovodni i električni priključci zahtevaju da stolovi budu učvršćeni. Menjanje položaja takvih uređaja predstavlja složeniji postupak. Međutim, zamena takvih stolova ne treba da bude smatrana nepremostivom preprekom, ali odgovarajuće planiranje treba da bude brižljivo izvršeno uz razmišljanje o funkcionalnosti.

Pomoćni stolovi se mogu obezbediti da bi raspored u laboratoriji bio elastičniji. Visina ovih stolova može biti razna u zavisnosti od svrha kojima treba da posluže. Takvi stolovi se u skladu sa potrebama mogu premeštati s jednog mesta na drugo. Poželjno je da ovi pomoćni stolovi budu manji, i pri tom sasvim čvrsti. Ako su opremljeni fijokama, izvesna količina materijala i opreme može se tu smestiti da bi bila pri ruci.

Organizacija laboratorijskih mogućnosti

U mnogim školama, naročito u većim, postoje posebne laboratorije za razne predmete — hemiju, fiziku, opšti kurs prirodnih nauka i biologiju. U jednoj manjoj ili srednjoj školi nije neuobičajeno da se dva ili više predmeta predaju u istoj laboratoriji. Tamo gde laboratorija treba da posluži samo za jedan predmet, kao što je hemija, potrebno je da se prvenstveno obezbede metodi i postupci u toj oblasti. Uprkos takvoj specijalizaciji, treba da postoje bar mogućnosti za demonstracije sasvim opšte prirode, ne samo zbog poželjnosti da se učionica može koristiti i za predavanje iz drugih oblasti, već takođe i zbog obogaćivanja koje se može obezbediti u bilo kojoj posebnoj oblasti pozivajući se na sadržinu neke druge oblasti.

U srednjim ili manjim školama i u laboratoriji opšteg kursa prirodnih nauka u većoj školi, potreba za širokom raznovrsnošću mogućnosti u laboratoriji još je imperativnija. U onim slučajevima gde laboratorija služi ne samo za časove hemije i fizike već takođe i za kurs opštih prirodnih nauka, neophodno je predvideti mogućnosti kako za specijalizovane, tako i za opštiye oblasti. Na primer, treba da postoje odgovarajuća oprema i mogućnosti da mnogi učenici istovremeno stiču iskustvo sa električitetom. Slične mogućnosti su potrebne i u drugim oblastima gde treba da radi veći broj učenika. Pored takvih mera opšte prirode, treba da postoje i mogućnosti da bi se zadovoljile potrebe časova opšteg kursa prirodnih nauka.

Takve potrebe su ponekad zadovoljene obezbeđenjem nekih funkcionalnih oblasti koje mogu poslužiti i opštim i specijalnim kursevima prirodnih nauka. Ove oblasti ili centri izabrani su na osnovu posebnih oblasti interesovanja ili posebnih tehnika; na primer, jedan deo laboratorije, možda sto u jednom uglu, služi kao električni centar. Na njemu i oko njega nalaze se električni utikači, kontrolna tabla (vidi glavu 7) i oprema i materijal za rad sa električitetom. U drugom delu prostorije postavlja se centar za vazdušni pritisak. Takav centar ima pumpu za vakuum i pritisak, zvona i razne delove opreme čiji rad zavisi od vazdušnog pritiska. Drugi takvi centri aktivnosti mogu obuhvatiti analitičku hemiju, meteorologiju, aeronautiku i slično. Izbor takvih centara treba da zavisi od potreba u lokalnoj situaciji. Takvi centri imaju za posledicu grupisanje opreme potrebne za određenu vrstu aktivnosti, kao i da omogućće raspoređivanje učenika u laboratoriji u odnosu na njihove potrebe. Potrebno je ponekad premeštati opremu iz jednog centra u drugi, ili premeštati opremu iz centra u glavni deo laboratorije. Međutim, postojanje takvih centara daje kao rezultat obezbeđivanje efikasnije organizacije rada tokom izvođenja vežbe.

U mnogim slučajevima poželjno je obezbediti i neke druge vrste centara. U nekim slučajevima može pomoći postojanje centra za čitanje. Na takvom mestu nalazi se celokupna literatura, uključujući i sve izveštaje koji su bili na oglasnoj tabli. Ako postoji druga prostorija, centar za čitanje može

se u nju premestiti. U nekim laboratorijama može biti potrebna i radionica. U drugim slučajevima, takav centar sa opremom koja je ranije opisana, može da se nalazi u drugoj prostoriji. Veoma često je poželjno obezbediti centar za vizuelni materijal, uključujući filmske trake, materijal za oglasnu tablu i slično. Takav materijal, ako je to poželjno, može biti grupisan zajedno sa materijalom za čitanje.

Sloboda kretanja od jednog do drugog centra i korišćenja svih raspoloživih sredstava pod nadzorom ohrabruje prilaženje koje će dovesti da pravog istraživanja i rešavanja problema.

Prilagodavanje postojećih mogućnosti

Nastavnik prirodnih nauka može često utvrditi da se promene opreme moraju vršiti postepeno. Međutim, kroz veća angažovanja koja su potrebna u razmeštaju i kroz manja prilagodavanja, od kojih se mnoga sprovode uz napore nastavnika i učenika, moguće je ustrojiti većinu laboratorija na funkcionalan način što će pružiti mogućnosti i ohrabriti učenike u njihovim aktivnostima učenja.

GLAVA 3.

KORIŠĆENJE VEŽBI I IZVEŠTAJA UČENIKA

Pojedinačne vežbe i izveštaji imaju prednost u tome što omogućavaju učeniku da radi na problemima vezanim za individualne potrebe i interesovanja. Oni pružaju učenicima mogućnost da eksperimentišu radom uređaja, da istražuju ideje, da ispituju svoje hipoteze, da zalaze u principe ili primene koji se ne mogu razmotriti u razredu; omogućavaju da se otkriju i razviju posebni talenti i da se otklone neke slabosti; pružaju način da se pomogne razvijanje potrebe samoupravnosti i saglasnosti grupe.

Vežbe i izveštaji predstavljaju izvrsno sredstvo za sticanje iskustava u razmišljanju. Učenici imaju mogućnost da planiraju svoje sopstvene eksperimente, ispituju hipoteze, primenjuju principe, tumače podatke, donose sud, procenjuju autoritete i slično. Ako se vežbe odnose na probleme koji stvarno interesuju učenika, prilike za razmišljanje su česte i verovatno će biti efikasne. Vežbe i izveštaji mogu lako dopunjavati druge aktivnosti koje se odnose na razmišljanje u vezi sa iskustvima koja se stiču na časovima prirodnih nauka.

Priroda vežbi i izveštaja

Nema ničeg jedinstvenog u izrazu *vežba* onako kako je ovde upotrebljen. Bez obzira kakav poseban značaj ili uticaj može imati u drugim situacijama, njegovo sadašnje korišćenje je takvo da ukaže na problem, koji obično zahteva upotrebu aparatura ili materijala, kome pristupa pojedinac ili grupa. Primeri vežbi u fizici su pravljenje živinog barometra, sastavljanje mešača boja, demonstriranje dejstvovanja trojnog prekidača ili pravljenje Teslinog kalema. Grupne vežbe su obično složenije. Primeri ovih mogu biti pregled snabdevanja vodom jedne opštine, model sistema za distribuciju električne energije, priroda savremene meteorološke stanice, kako se vrši predviđanje vremena, ili razvoj transporta. Očigledno nema nikakve čvrste niti oštre granice između pojedinačne i grupne vežbe. U jednoj prilici posebnu vežbu može raditi jedan zainteresovani i kvalifikovani pojedinac, dok u nekom drugom trenutku manja grupa može raditi na istom problemu sa, možda, odgovarajućim izmenama.

Izveštaji (ili specijalni referati, kako se ponekad nazivaju) slični su vežbama u tome što obično predstavljaju problem knjiške vrste kome pojedinac (ili ređe manja grupa) pristupa. Onako kako je ovaj izraz upotrebljen ovde, izveštaj se razlikuje od vežbe uglavnom po tome što u njemu obično nema nikakvog aktivnog rukovanja ili korišćenja aparatura, materijala ili uređaja. Tipični izveštaji mogu biti: život i eksperimenti Galileja, biografija Tomasa Edisona, pretvaranje atomske energije u električnu, ili otkrivanje retkih gasova.

Izveštaj može predstavljati vrhunac vežbe, usmeno ili pismeno iznošenje razmotrenih problema, upotrebljenih tehničkih metoda, i iznošenje rezultata i zaključaka. U tom slučaju izveštaj je u stvari deo vežbe. On može sadržavati eksponate, demonstracije i druge dokaze o rezultatima učenika.

Izveštaji se mogu odnositi i na rad ili korišćenje aparatura bez stvarnog rukovanja ili korišćenja uređaja ili alata. Izveštaj se može odnositi na rad četvorotaktnog motora, uključujući karburator, sistem za paljenje, pogonsku osovinu, ventile i druge delove. Ovo može biti ilustrovano dijagramima, grafikona ili dijapozitivima. Ako izveštaj obuhvata model delova motora, ili preseke odbačenih delova da bi se bolje prikazao rad, možda bi bilo bolje da se ovaj nazove vežbom. Pismeni izveštaj može biti podnet umesto, ili pored, usmenog iznošenja. Nema skoro nikakve razlike da li je neka posebna aktivnost označena kao vežba ili izveštaj; značajno je da aktivnost bude funkcionalna i da odgovara ciljevima kojima se teži.

Korišćenje školskog časa za vežbe i izveštaje

Vežbe i izveštaji mogu se sprovesti van časa, ali je obično bolje da to bude na času. Izgleda da nema mnogo razloga za oklevanje mnogih nastavnika za korišćenje samog časa u tu svrhu. Ako aktivnost koristi i odnosi se na značajne svrhe, nema osnove za takvo oklevanje. Jedna od očevidnih prednosti ovog postupka je u tome što je nastavnik u stanju da neposredno vrši nadzor, i da ohrabruje aktivnosti učenika. To je situacija u kojoj nastavnik može poučavati, umesto samo da sluša izlaganja, ispravlja pisane izveštaje, ili drži predavanja. Nastavnik ima priliku da otkrije pojedinačne potrebe i interesovanja, slabosti i sposobnosti učenika.

Argument koji se često iznosi protiv korišćenja časa za vežbe usmeren je na to da je teško ili nemoguće „obuhvatiti materiju“ teksta ili čitavog nastavnog plana. Ovaj postupak zahteva vremena i mora biti opravdan u odnosu na svrhe koje treba postići; ako nije opravdan, neka druga aktivnost treba da se koristi. Uglavnom, iskustva koja učenici imaju i njihov razvoj u pravcu ciljeva mnogo su značajniji nego njihovo prosto suočavanje sa izvesnom količinom predmetne materije.

Plan za organizovanje rada na vežbama

Ne postoji jedan jedini postupak za rad na vežbama i izveštajima. Izgleda da je poželjno ukazati bar na jedan metod koji je pokazao uspeh u mnogim uslovima. Prepustiti učenikima da rade na izveštajima dok je nastavnik zauzet drugim pitanjima najverovatnije će kao rezultat dati nezadovoljavajući čas, o čemu su mnogi nastavnici govorili. Korišćenje vežbi i izveštaja mora biti planirano. Planiranje ne mora biti detaljno niti mora zahtevati mnogo vremena, ali treba pripremiti izvestan broj detalja, čak i onda kada su učenici veoma dobro usmereni i odgovorni. Ako je dobro organizovana, ova vrsta delatnosti može biti jedno od najfunkcionalnijih i najviše zadovoljavajućih iskustava učenika i nastavnika.

Tipičan program često predviđa da se pojedine jedinice obrađuju na časovima tri do pet nedelja. Vežbe i izveštaji su često odgovarajući način da se zaokruži jedinica. Rad sa udžbenikom, diskusije, demonstracije, vizuelni materijal, laboratorijski rad i druge delatnosti koje su zajedničke čita-

voj grupi stvorile su zajedničke temelje za razumevanje, ali nisu mnoge oblasti za koje se može učenik interesovati.

Pretpostavlja se da, uglavnom, najmanje tri, četiri ili pet dana od vremena predviđenog za obrađivanje jedne jedinice treba da bude upotrebljeno za vežbe. Tada svaki učenik počinje rad na jednoj vežbi ili izveštaju. Obično su ove u vezi sa prirodom jedinice koja se obrađuje. Osim ukoliko za to nema posebnih razloga, učenik neće raditi na izveštaju koji se odnosi na astronomiju kada se jedinica koja se završava odnosi na elektricitet.

Postoje izuzeci i preinačavanje u različitim situacijama, ali planiranje ove delatnosti obuhvata:

1. Odgovarajuću minimalnu osnovu
2. Predloženu listu vežbi
3. Raspoloživu literaturu ili uputstva za svaku vežbu
4. Raspoloživa sredstva, opremu i alate
5. Zadovoljavajući radni prostor i raspored.

1. Odgovarajuća minimalna osnova

U povoljnim okolnostima, neki učenici mogu nezavisno steći potrebnu osnovu za vršenje jedne vežbe. Uglavnom je poželjno, za vežbe i izveštaje na kojima treba raditi ograničeno vreme, da se očekuje da učenici imaju minimalnu osnovu koja je potrebna za tu vežbu. Na primer, vežba u sastavljanju jednocevnog radio-aparata verovatno neće odgovarati učeniku koji nije imao nikakvog iskustva sa povezivanjem žica, kalema, radio-dijagramima i simbolima.

Prethodni rad u obradi jedinice treba da obezbedi zadovoljavajuću osnovu za većinu vežbi i jedan je od značajnih razloga za planiranje vežbi na kraju obrade jedinice.

2. Predložena lista vežbi

Samo sa izabranom ili posebnom grupom može se tražiti od učenika da rade na stvarima koje sami izaberu. Od svih tema predloženih u diskusijama na času ili posle istraživanja materijala kroz tekst, mnogi učenici ne znaju tačno koju vrstu teme ili vežbu da izaberu. Prepušteni svom sopstvenom izboru, mnogi biraju vežbe koje su potpuno nepogodne pošto su ili suviše lake ili suviše teške, premnogo oduzimaju vremena, ili su suviše skupe, ili zahtevaju komplikovanu aparaturu, ili za njih nema priručne literature.

Prema tome, od suštinske je važnosti da postoji spisak pogodnih vežbi i izveštaja za datu jedinicu po kome učenici mogu izvršiti izbor. Vežbe na ovom spisku treba da zadovoljavaju i druge kriterijume koji su ovde predloženi i razmotreni. Svakako, druge vežbe osim onih na spisku mogu biti predložene i dodate budućim listama. U toku nekoliko godina može se dobiti funkcionalan i zadovoljavajući spisak vežbi za razne jedinice. Pogodan spisak vežbi može biti pripremljen na karticama veličine 10 x 15 cm. Na svakoj od ovih kartica navodi se ime svake vežbe sa posebnom beleškom o njenim svrhama, potrebnom materijalu i vremenu zajedno sa odgovarajućom literaturom i drugim podacima. Ova kartica je detaljnije prikazana na slici 4. Njihova upotreba ima tu prednost što se nove kartice lako mogu dodati, a druge odbaciti. Izmene se lako vrše i kartice se mogu urediti po

bilo kom redu. Neke kartice mogu biti izabrane i podeljene učenicima koji rade na vežbama.

Izbor vežbi pogodnih za određenu grupu može brzo biti izabran po spisku. Treba da bude bar onoliko vežbi koliko ima učenika, a poželjno je da ih ima i više. Ponekad je poželjno da dva ili tri učenika rade pojedinačno na istoj vežbi. Ponekad dva ili više učenika mogu zajedno raditi, ali uglavnom izgleda da je bolje da učenici pojedinačno rade vežbe.

PREDNJA STRANA KARTICE

NASLOV _____	JEDINICA _____
Priroda vežbe ili demonstracije	
Potrebna aparatura, materijal	
Verovatno vreme	

ZADNJA STRANA KARTICE

Sugestije za izvođenje vežbe
Sugestije za korišćenje ili iznošenje razredu
Literatura

Sl. 4. Uzorak kartice korisne za informacije o vežbama i demonstracijama

Spisak vežbi može biti umnožen tako da svaki učenik dobije jedan primerak. Na osnovu raspoloživih kartica on može izabrati jednu od njih da bi dobio više podataka o određenoj temi.

Tamo gde nema ovakvih kartica, može se organizovati razgovor između učenika i nastavnika. Ovaj razgovor može se svesti na pregled literature od

strane učenika i nastavnika. Kada je izvršen izbor na tabli može biti istaknuto opšte obaveštenje o izabranim vežbama.

3. Raspoloživa literatura

Jedna od najvećih teškoća u sprovođenju aktivnosti vežbi sa čitavim razredom javlja se u trenutku kada svaki učenik izabere temu i počinje rad. Svakom je potrebna pomoć nastavnika u nalaženju informacija. Ova teškoća se otklanja ukoliko za svaku vežbu na spisku postoji polazna literatura. Predloženo korišćenje kartica za vežbe je jedan od načina da se ovo postigne. Drugi način je da se za svaku temu sa spiska dâ jedna ili više referenci. Ova literatura treba da bude raspoloživa u učionici za prirodne nauke ili u laboratoriji ili na mestu gde se izvode vežbe. Upućivanje učenika u školsku biblioteku ili u kancelariju drugog nastavnika može da se prihvatiti samo tamo gde su učenici navikli da rade na taj način ili gde su odgovarajuće pripreme izvršene unapred. Jedna od prednosti korišćenja samog časa i vežbi na časovima je u tome što je nastavnik prisutan i može da usmerava i pomaže učenicima. Poslati učenika negde drugde može biti poželjno iz nekog razloga, ali je često nezadovoljavajuće.

Materijal na koji se treba pozivati (knjige, laboratorijski priručnici, zvanične publikacije, trgovački časopisi, komercijalni prospekti, časopisi, isečci), treba da bude obeležen i sređen u prostoriji tako da se može lako naći i koristiti za najkraće vreme. Za vežbu o izradi modela sistema za paljenje automobila, učenik ne treba da izgubi najveći deo vremena pokušavajući da nađe odgovarajuću literaturu koja će mu reći šta treba da zna da bi vežbu uradio.

Ovi i drugi problemi koji se odnose na upotrebu ovakvog materijala i literature mogu često da se reše uz pomoć učenika. Ako postoji učenik bibliotekar, ili grupa za biblioteku, to ne samo da predstavlja pogodan način za rukovanje knjigama i sličnim materijalom, već takođe pruža izvrsno iskustvo učenicima.

Predlozi za stvaranje aktuelnog registra knjiga, prospekata i isečaka za vežbe i izveštaje, kao i za druge postupke, izlaze van okvira ovog dela. Bogatstvo materijala koji sada stoji na raspolaganju, uz veoma male ili skoro nikakve troškove, omogućava svakom nastavniku da poseduje odgovarajući materijal na koji se može pozivati za vežbe i izveštaje. Može se razraditi metod za uređivanje i organizovanje ovog materijala, pa i ako to zahteva samo njihovo uređivanje i stavljanje u polivinilske fascikle uz improvizovano skladištenje.

4. Materijal, oprema i alati za vežbe

Jedno iskustvo uslovljeno nedostatkom materijala, opreme ili alata za izvođenje izabranih vežbi i zbrkom i razočaranjem koji su rezultat ovog nedostatka, može biti dovoljno da navede i nastavnika i učenika da potpuno eliminišu vežbe iz aktivnosti na času. Kao što je ukazano, nijedna vežba ne treba da bude izvršena ili izabrana ukoliko nastavnik nije siguran da postoje potrebna oprema i sredstva da se ona izvrši. Do velikog obeshrabrenja dolazi kada se pri već podmakloj vežbi utvrdi da je njeno izvršavanje onemogućeno nedostatkom izvesnog potrebnog materijala.

Da bi se zadovoljile ove potrebe, treba imati na raspolaganju širok izbor materijala, koji obuhvata izvesni materijal koji se ne koristi u uobi-

čajenom laboratorijskom radu. On treba da bude predviđen i unapred obezbeđen. Nešto od toga može se naći u školskim laboratorijama za industrijske umetnosti ili ekonomsko domaćinstvo; pored toga učenici mogu biti ohrabreni da sami nađu veliku količinu materijala iz raznih izvora.

5. Zadovoljavajući radni prostor i raspored

Za rad grupe od 20 ili 30 učenika na vežbama za vreme časa, očigledno je da mora postojati prostor i odgovarajući raspored. Mada je moguće raditi sa uobičajenim stalnim mestima, pogodniji je raspored sa pokretnim stolovima i stolicama. Poželjno je da postoji bar jedan sto ili tezga sa držačem. Pored toga, treba obezbediti prostor za uobičajenu laboratorijsku opremu, materijal i za korišćenje referentne literature.

Drugi način za korišćenje vežbi

Metod planiranja vežbi i izveštaja po završetku obrade jedne jedinice u čemu svi učenici učestvuju možda ne predstavlja uvek postupak koji najviše odgovara ili zadovoljava. U svakom funkcionalnom planu korišćenja vežbi, međutim, mnogi predlozi koji su gore izneti, ili njihove modifikacije, mogu se primeniti. Drugi često korišćeni metodi za izvođenje vežbi jesu (1) određivanje vežbi za jednog ili više učenika s tim da budu urađene van časa u periodu obrade jedinice; (2) korišćenje velikog perioda vremena, kao što je čitavo polugodište ili poslednja dva meseca nastave samo za vežbe; (3) nastava uglavnom putem vežbi sa veoma malo ili ni malo formalnih metoda nastave na času.

Određivanje vežbi za pripreme van razreda

Kada se vreme na času ne koristi za rad učenika na vežbama ili izveštajima, učenici mogu da rade na nekoj vežbi ili da pripremaju izveštaj van časa. Ponekad samo jedan ili nekolicina učenika rade na takvim vežbama; ponekad se očekuje od svakog učenika da pripremi vežbu ili izveštaj. Ponekad vežbe određuje nastavnik; drugi put, od učenika se traži da se dobrovoljno jave. U svakom slučaju takve vežbe van časa obično imaju taj nedostatak da ne mogu da budu usmeravane i pod nadzorom samog nastavnika. Učenici često prepisuju materijal bukvalno iz knjige ili časopisa, kruto slede uputstva, dobijaju preterano veliku pomoć od drugog učenika ili roditelja, ili koriste materijal na koji treba da se pozivaju koji je ili suviše težak, ili suviše lak, ili ne odgovara na neki drugi način.

Za mnoge učenike u srednjim školama, korišćenje vanškolskog vremena za vežbe je ograničeno i nezadovoljavajuće. Mnogi dečaci i devojčice imaju neki drugi posao da obave, bilo dužnosti u kući ili povremene poslove na kojima zarađuju. S obzirom na interesovanje i naglasak na sportovima, mnogi dečaci, a takođe i devojčice, posvećuju veći deo svog slobodnog vremena sportskim vežbama raznih vrsta. Mnogi učenici koji uče fiziku i hemiju, bez obzira da li su mlađi ili stariji, članovi su raznih ekipa ili timova u sportskim reprezentacijama škole. U nekim školama, skoro svi učenici učestvuju u vanrednom programu sportskih igara. Savremena škola pruža mnoga druga iskustva u muzici, drami, klupskim aktivnostima, školskim novinama ili savetima učenika, što zahteva da učenici koriste slobodno vreme i energiju za ovo.

Domaći uslovi učenika srednjih škola u mnogim slučajevima su takvi da skoro potpuno onemogućavaju zadovoljavajući rad na vežbama ili drugim takvim zadacima. U mnogim kućama ima malo knjiga i nema aktuelnih naučnih časopisa pogodnih za korišćenje kod izvođenja naučnih vežbi.

Zadati ili očekivati dobrovoljce za vežbe kojima se prosto traži da se „utvrdi šta se sve može učiniti u pogledu plastičnih masa” ili „napravite model Kotrelvog taložnika” je prema tome sasvim neizvodljivo. Učenici mogu biti razočarani i obeshrabreni, ili zadovoljni osrednjim ili čak slučajnim rezultatima.

Čak i ako učenik može naći smernice ili uputstva za izvođenje vežbe, često teško može da obezbedi materijal sa kojim ovu treba da pripremi ili izvede. Većina učenika nema alate, hemikalije, laboratorijsku aparaturu i specijalni materijal potreban za izvođenje mnogih korisnih vežbi i ne treba očekivati da oni to kupe ili utroše vreme da ga pronađu.

Pre zadavanja vežbi, ili drugog školskog rada, nastavnik prirodnih nauka treba da bude svestan ovih ograničenja u školi i kući i da daje svoje zadatke u skladu s ovim. U mnogim slučajevima nastavnik ne treba da očekuje da se vežbe izvode van časa, već treba da planira način da iskoristi vreme na času, ili da koristi neka druga iskustva a ne vežbe.

Kriterijumi za vežbe van školskog časa

Tamo gde izgleda da je poželjno da učenici rade na vežbama van školskog vremena, izvestan broj kriterijuma za planiranje i izvođenje takvih vežbi može biti kao smernica od pomoći. S obzirom da ovde mogu da se primene mnoge tačke iznete u diskusiji o „Planu za organizovanje rada na vežbama”, sledeći predloženi kriterijumi izneti su bez dalje diskusije:

1. Učenici treba da imaju odgovarajuću osnovu za rad na vežbi.
2. Vežbe treba da budu zadavane samo učenicima koji imaju vremena i mogućnosti da ih izvrše.
3. Treba obezbediti specifična uputstva, smernice i materijal za izvođenje vežbi, ili preduzeti mere tako da učenik do njih dođe.
4. Priroda i obim vežbe treba da budu jasni i instruktoru i učeniku.
5. U trenutku zadavanja vežbe ili pošto je učenik znatan deo ove izveo potrebno je dogovoriti se da li će izveštaj biti podnet čitavom razredu.

Vežbe za duži period pri kraju školske godine

Drugi metod korišćenja vežbi je da se koristi relativno veći deo vremena, kao što je drugo polugodište ili poslednji mesec ili dva nastave za delatnosti koje se sastoje uglavnom od vežbi. U toku prvog polugodišta, ili pre započinjanja rada na vežbama, razred se bavi osnovama raznih jedinica u opštim prirodnim naukama, fizici ili hemiji. Diskusije se vode o datoj literaturi i problemima u tekstu, demonstracije se izvode, izvodi se laboratorijski rad i koristi se vizuelni materijal da bi razred stekao bazu u osnovnim pojmovima, razumevanjima i veštinama. Ističu se neke primene i o njima se ukratko govori, u interesu obuhvatanja značajnih principa i činjenica na kojima se vežbe zasnivaju. U fizici, na primer, uobičajene osnove u takvim tipičnim jedinicama kao što su mehanika tečnosti, sila i kretanje, rad, energija, toplota, zvuk, svetlost, magnetizam i elektricitet, mogu se uključiti u program za prvo polugodište ili za prvih šest meseci. Time se izostavljaju

mnoge praktične primene koje se mogu sada razraditi kao vežbe. Mnogobrojne proširene kao i manje vežbe i izveštaji mogu se izvesti kod takvih proučavanja kao što su ona koja se odnose na brodove, kesone, komprimovani vazduh, vazdušne kočnice, dizel-motore, uređaje za grejanje stanova, muzičke instrumente, sistem paljenja kod automobila ili prenos energije.

Učenici rade na ovim vežbama za vreme i van časa koristeći predloge nastavnika i upoznavajući ga sa svojim napretkom i sledećim koracima. Ponekad se razred okupi da bi saslušao jedan ili više izveštaja o završenim vežbama ili vežbama u toku jednog časa, ili izvesnog broja uzastopnih časova. Ponekad se izveštaji o vežbama podnose u vreme koje je prethodno utvrđeno, eventualno poslednjih deset dana. U ovom drugom slučaju drugi razredi ili školske grupe mogu biti pozvani da prisustvuju da čuju i vide neke izveštaje o vežbama.

Vežbe kao centar delatnosti razreda

U nekim školama, celokupan niz iskustava učenika koncentrisan je na vežbe koje učenici biraju u početku kada počinje obrada nove jedinice. Čitav razred može provesti dan ili dva planirajući zajedno glavne teme i vrste iskustava za koje on smatra da im koriste u ovoj određenoj fazi. Rad se zatim uz pomoć nastavnika i učeničkih odbora raspodeljuje tako da svaki učenik ima svoj posebni deo koji treba da izvrši. Ponekad to može biti kroz rad u grupama od dvoje, troje, ili više učenika. Često bi se u ovoj vrsti delatnosti moglo reći da su vežbe možda pre specijalni izveštaji. Rad na ovim specijalnim vežbama i izveštajima obuhvata takve aktivnosti kao što su odlazak u biblioteku, čitanje odgovarajuće literature, pribavljanje raznih publikacija i izveštaja specijalizovanih ustanova, proučavanje komercijalne literature i povezivanje sa nekim ličnostima ili ustanovama u zajednici. To može takođe, obuhvatiti i pripremanje dijagrama i dijapozitiva, ili postavljanje maketa, diorama i modela, kao i manje tradicionalne eksperimente koji se nalaze u laboratorijskim priručnicima, kao i demonstracije koje učenici uvežbavaju pre nego što ih izvode pred razredom.

Zajedno sa specijalnim izveštajima i vežbama mogu se organizovati diskusije ili predavanja spoljnih stručnjaka, prikazivanje filmova, ili možda usmereno proučavanje za čitavu grupu. Razni nastavnici mogu sprovesti ovaj postupak na različite načine, ali osnovni naglasak je da su aktivnosti razreda usmerene na vežbe i specijalne izveštaje koje su učenici razradili za datu jedinicu.

Prilagođavanje vežbi pojedinačnim potrebama

Vežbe su izvrsno sredstvo za zadovoljavanje nekih potreba i interesovanja pojedinih učenika. Za razliku od situacije u kojoj učenici rade iz istog laboratorijskog priručnika, posmatraju iste demonstracije, ili čitaju isti materijal iz udžbenika, korišćenje vežbi omogućava svakom učeniku da radi na problemima koji su posebno njemu prilagođeni. U nauci je moguće imati neuobičajeno širok niz vežbi prilagođenih opsegu znanja i interesovanja. Nekim učenicima mogu biti potrebna iskustva koja zahtevaju intenzivno ili ekstenzivno čitanje literature; nekima može biti potrebno da rade svojim rukama na konstrukciji aparatura, popravljajući uređaje; neki treba da rade na eksperimentima, nekima je potrebno da budu ohrabreni da rade

na takvim stvaralačkim vežbama kao što su izrada plakata i zidnih novina; nekima je potrebna praksa da se izraze pismeno; neki treba da imaju više kontakta sa drugim učenicima ili ljudima u zajednici, drugima je opet potrebno iskustvo da usmeno iznesu materijal razredu. Mada možda nije moguće obezbediti vežbe u svakoj od ovih i drugim kategorijama za bilo koju jedinicu naučnog predmeta koji se obrađuje, u periodu jednog polugodišta ili godine moguće je sasvim lako obuhvatiti čitav ovaj opseg.

Treba voditi računa da učenik koji je posebno zainteresovan i poseduje posebnu veštinu, kao što je crtanje ili čitanje, ne bude ohrabren da samo na tome radi u svakoj vežbi. Mada može uraditi jednu ili dve vežbe ove vrste, treba da bude ohrabren da stekne i druga iskustva koja manje poseduje. Slično tome učeniku koji je vešt i zainteresovan da radi sa alatom i uređajima možda je potrebno da više čita osvrćući se na istorijske podatke, poznate ljude, ili na društvene uticaje pojedinih oblasti.

Moguće je poželjno pripremiti vežbe za razne nivoe sposobnosti. Neke mogu i treba da budu relativno jednostavne, a druge složene. Ponekad je učenicima potreban podsticaj uspeha u nekom poduhvatu, i pored toga što je on vrlo jednostavan. Ponekad je potrebno da drugi koji imaju određenu sposobnost budu ohrabreni i stimulisani da rade iznad prosečnog nivoa na koji su pali. Takvi talentovani učenici mogu biti ohrabreni da izvode vežbe koje se mogu veoma povoljno uporediti sa radom na nivou univerziteta. Često ovi učenici mogu biti ohrabreni da izvode ove vežbe i van školskog vremena.

Obim u kome učenici treba da slede svoja sopstvena interesovanja u vezi sa vežbama zavisice od date situacije. Možda neće odgovarati da učenik radi na vežbi sa parnim motorima kada čitava grupa proučava osvetljenje. S druge strane, zbog posebnih okolnosti, može biti poželjno da učenik koji je počeo da radi na jednoj vežbi, kao što je recimo pravljenje teleskopa, na osnovu ranije obrađene jedinice, nastavi taj rad i u toku sledeće jedinice. Odgovornost za izvođenje vežbe i njeno završavanje može biti korisnija za njega nego neka druga razmatranja.

Povezivanje vežbi sa demonstracijama i laboratorijskim radom

U zavisnosti od niza činilaca, kao što su vreme i mogućnosti na raspolaganju, priroda grupe, ili ciljevi kojima se teži, mnoge vežbe mogu biti upotrebljene kao demonstracije ili laboratorijski rad. Obično nema ničeg suštinskog u nekoj posebnoj vežbi što bi ovu činilo neophodnom da se koristi kao jedna od tri vrste iskustava. Laboratorijski rad na nivou srednje škole često zahteva iskustvo u nalaženju odgovora na neki specifični problem; to može značiti da se utvrđuju brojne vrednosti neke vrste. Demonstracije izvedene pred grupom često su kvalitativne prirode, tj. takve da bi se njima slikovito izneo neki princip ili ukazalo na posebnu primenu. Očividno, pojedinačna vežba učenika može biti bilo koja od ove dve vrste.

Izvori materijala za vežbe

Već je ukazano da svaki metod kojim se koriste vežbe učenika rađene za vreme časa zahteva odgovarajuću količinu materijala i opreme. Potrebne su uglavnom zalihe materijala, pre nego aparatura komercijalnog tipa. Ma-

šinski zavrtnji, pečatni vosak, gumene ploče, lim, kartonske cevi i šelak, samo su neki primeri širokog izbora materijala koji je potreban za razne vežbe. Izvestan broj komercijalnih aparatura je veoma poželjan. Kada se jednom obezbedi odgovarajući asortiman materijala, njega nije teško održavati. Svakako, za svaki novi čas obično postoje vežbe koje zahtevaju izvesnu nabavku materijala ili alata koji nije pri ruci. S obzirom da se ove dodatne rezerve materijala obezbeđuju svakog polugodišta ili godine, to veliki izbor materijala stoji na raspolaganju za rad na skoro svakoj vežbi koju vode učenici. Vrste i izvori materijala opisani su detaljno u glavi 8.

Literatura za vežbe

Za vežbe koje se predviđaju i izvode treba da bude na raspolaganju odgovarajuća literatura. Često odgovarajuću literaturu čini udžbenik ili se ideje mogu steći na osnovu čitanja ili razgovora. Neki učenici imaju maštu, dosetljivost i oštroumnost da rade svoje vežbe bez druge literature kao smer-nice. U pogledu potrebnog materijala i drugih detalja, međutim, većini uče-nika potrebna su uputstva drugih koji su postavili aparaturu ili izvodili vežbu.

Drugi deo ove knjige, „Demonstracije, laboratorijski eksperimenti i zada-ci za opšti kurs prirodnih nauka i fizike”, planiran je da delimično zadovolji ovu potrebu. Iz širokog izbora izvora date su zajedno mnoge vežbe koje su pogodne za izvođenje od strane učenika na časovima opštih prirodnih nau-ka, fizike i hemije. Opisane vežbe treba da ukažu i na druge. Mnoge od njih mogu biti izmenjene, proširene, ili kombinovane sa drugim da bi se zadovo-ljila posebna interesovanja ili potrebe. Na primer, vežba iz sistema zagre-vanja može kombinovati vežbe opisane na stranicama 168—170 sa dijapoziti-vima o sistemu zagrevanja škole i sa obilaskom ložionice uz objašnjenja.

Jedan od najkorisnijih izvora informacija za specifične vežbe su popu-larni naučni časopisi. Bar jedan ili dva takva časopisa, kao što su nave-deni, mogu biti prvenstveno korišćeni za časove prirodnih nauka: „Popular Science Monthly”, „Popular Mechanics”, „Mechanics Illustrated”. Profesio-nalni časopisi za nastavnike prirodnih nauka takođe sadrže članke ili odeljke u kojima se predlažu i opisuju vežbe učenika. Među takvim časopisima sle-deći su naročito korisni: „School Science and Mathematics”, „The Science Teacher”, „Science Education” i „The Science Counselor”.

Jedan od najpogodnijih načina da se članci, koji odgovaraju za vežbe, dati u časopisima, koriste je da se oni iseku, pričvrste ili prilepe na hartiju, stave u fascikle i zatim odlože u arhivu. Oni mogu biti poređani po jedini-cama i temama, tako se neće gubiti vreme u prelistavanju časopisa. Članci iz profesionalnih časopisa mogu takođe da se na taj način obrade, mada izrada indeksa sa karticama o takvim člancima za vežbe može poslužiti tome da se časopisi sačuvaju celi u profesionalnoj biblioteci, a ne da se isecaju.

Drugi specifični izvori vežbi mogu se naći u spisku literature o labora-torijskim fazama nastave prirodnih nauka na stranama 397—399 ove knjige.

Izveštavanje

Način na koji se vežbe i posebni izveštaji iznose čitavom razredu često određuje uspeh korišćenja vežbi kao nastavnog postupka ili delatnosti razre-da. Veoma često se izveštaji podneti razredu čitaju. Napisani materijal je

često direktno prepisan iz enciklopedije ili naučnog teksta, i neke reči i izraze učenik koji podnosi izveštaj ne razume, ili to ne razumeju njegovi slu-šaoci. Pošto su reči nepoznate, značenje nejasno, a stil suviše akademski, čitanje često predstavlja ponavljanje. Pored toga, neiskustvo u čitanju i nedovoljna svest običnog učenika srednje škole imaju kao rezultat bolno, monotono i uopšte nezadovoljavajuće prikazivanje. Nastavnik često misli da svaki učenik treba da podnese izveštaj grupi kao deo završetka svoje vežbe, a ako veliki broj učenika u razredu podnosi izveštaj, takav postupak odu-zima nedelju dana ili možda više školskog vremena. Tamo gde se izveštaji podnose na kraju svake jedinice, to oduzima više vremena nego što je do-zvoljeno, ako vodimo računa o drugim vrednim iskustvima. Mada za onoga koji podnosi izveštaj to može biti dobro iskustvo- ovo je s obzirom na dobi-jenu vrednost nepotreban gubitak vremena za druge.

To ukazuje na potrebu planiranja i pripreme za podnošenje izveštaja. Razni ciljevi, situacija u razredu, i pojedinci, vode različitim načinima izve-štavanja, tako da svaki opšti postupak treba da bude prilagođen ovome. Imajući ovo na umu predlažu se sledeći kriterijumi:

1. Plan izveštaja treba da bude pripremljen unapred i o njemu treba di-skutovati sa nastavnikom.
2. Bolje je da izveštaj bude podnet neformalno nego da bude čitan.
3. Samo jedan deo grupe treba da podnosi izveštaj na času ili uzastopno na nekoliko časova.
4. Treba imati vremena i mogućnosti za pitanja i komentare grupe.

Kada učenik završi vežbu koja zahteva izvesnu aparaturu ili materijal, on je za ostale učenike u razredu „stručnjak” za tu posebnu temu, s obzi-rom da zna više o tome nego većina njegovih drugova. On treba da bude u stanju da kaže razredu šta je bila njegova svrha, koju vrstu materijala je upotrebio i zašto i kako je to uradio, koje su teškoće postojale, koji se nau-čni principi prikazuju, gde se ti principi koriste u praktičnim situacijama, ili druge značajne aspekte u vezi sa vežbom. S obzirom da se vežba sastojala u postavljanju, konstrukciji ili radu sa materijalom, nema mnogo potrebe da se piše detaljan izveštaj. Razgovor sa nastavnikom pomaže učeniku da iznese značajne stavove razredu. Priroda vežbe određuje dužinu izveštaja. Korišće-nje nekoliko beleški na karticama često pomaže, ukoliko one nisu detaljne. Drugi zadovoljavajući metod je da se da kratak prikaz na tabli, uz dopunu nekim imenima, izrazima, podacima i drugim stvarima koje se odnose na izveštaj. Zatim učenik koji podnosi izveštaj koristi ovaj pregled koji ga usmerava u prikazivanju svog materijala, a razred ima ovaj materijal na raspolaganju za hvatanje beleški.

Obično je potrebno razraditi neki metod po kome bi nekim redom učenici podnosili izveštaje razredu: to u slučaju kada većina ili svi rade vežbe. Ponekad je vežba takve prirode da kada je završena predstavlja izve-štaj i nema potrebe da bude opisana.

U određivanju dužine nekih izveštaja psihološki faktori takođe treba da budu razmotreni. Postoje slučajevi kada je kratak napisani izveštaj pri-hvatljiv. Treba zapamtiti da je glavni razlog za vežbe ne da učenici steknu iskustvo u podnošenju izveštaja bilo usmeno ili pismeno, već da steknu isku-stvo u radu sa materijalom i u planiranju i razmišljanju o naučnim princi-pima i primenama.

Diskusioni časovi sa izveštajima o vežbama

Razred dobija maksimalnu vrednost od izveštaja o vežbama kada ima i izvesne diskusije. Nastavnik može ohrabriti diskusiju postavljajući usmeravajuća pitanja, komentarišući i sam, kao i očiglednim pokazivanjem da se to isto očekuje i od učenika. Takvi časovi diskusije odnose mnogo vremena, ali ovakvom aktivnošću praćenja, vežbe imaju mogućnost da postanu vredna iskustva kako za druge učenike, tako i za učenika koji izvodi vežbu.

Spiskovi vežbi

Kao što je to ukazano karticama za vežbe (vidi stranu 33), spisak vežbi za koje postoje raspoloživa literatura i materijal može se lako i brzo pripremiti. Prvobitni spisak bar može biti izrađen na osnovu vežbi izabranih iz drugog dela ove knjige. Da bi se taj spisak proširio vežbe mogu biti date iz drugih predloženih izvora.

Kao prvobitni spisak mogu biti korisne sledeće vežbe, izabrane po onome kako su date u priručniku američkih naučnih klubova „Sponsor Handbook“.

Mikrotehnika

Fotomikrografija fotografskim aparatom	Alkohol prema dioksanu i mikrotehnici
Specijalizovano čišćenje i obeležavanje	Fotomikrografski eksperimenti
Mikroskopski dijapozitivi	Mikroprojekcije protozoa

Organska jedinjenja

Organske kiseline i sinteza njihovih soli	Esterifikacija
Etil alkohol	Sinteza proteina
Hemija ugljenikovih jedinjenja	

Sintetičke plastične mase

Hemija plastičnih masa	Eksperimenti sa bojenjem plastičnih masa
Mnogostruke upotrebe celofana	Fenol-formaldehidne plastične mase
Sintetičke smole i plastične mase	Iskustva sa akrilinskim smolama
Korišćenje plastičnih masa	

Metali i metalurgija

Radni model električne peći	Magnezijum i berilijum — najnoviji industrijski metali
Korišćenje legura u budućnosti	Novi načini ekstrakcije aluminijuma
Značaj legure	Metali i njihove rude
Čelik — od rude do gotovog proizvoda	Evolucija srebrne ploče
Elektrotermička proizvodnja magnezijuma	Razne vrste čelika i korišćenje svake od njih
Dobijanje aluminijuma iz glinice	

Galvansko prekrivanje

Galvanizacija plastičnih masa	Galvansko nagrizanje
Razne metode kod galvanizacije	

Industrijska hemija

Elektroliza lužine	Proces električnog luka za proizvodnju azotne kiseline
Proizvodnja etra	Kontaktni proces za proizvodnju sumporne kiseline
Hemija kod telefona	Frašov proces dobijanja sumpora
Proizvodnja šibica	
Solvejev proces proizvodnje sode	

Proizvodnja natrijum-hidroksida	Proizvodnja hartije
Ostvaldov proces za proizvodnju azotne kiseline	Hemikalije proizvedene u Sjedinjenim Državama
Proizvodnja sumporne kiseline procesom olovne komore	

Mehanika

Prigušivanje instrumenata za pokazivanje i registrovanje	Naučni razlozi ponašanja loptice za stoni tenis
--	---

Zvuk

Proučavanje zvučnih talasa	Kako zvuk može biti korišćen kod kontrolnih uređaja
Buka u fabrici	Izolacija zvuka
Akustika u arhitekturi	

Svetlost i boja

Bolje osvetljenje	Svetlost kao vid materije
Prelamanje i odbijanje svetlosti	Poreklo boje
Svetionik	Novi naučni efekti osvetljenja pozornice
Moderno osvetljenje grada	
Izvori svetlosne energije	

Elektronika

Elektronsko merenje barometarskog pritiska	Model tenka sa daljinskom kontrolom
Novi izvor energije — elektron	Elektronski metar
Edisonov efekat	Elektronski merač učestanosti zvuka
Elektrofizika	Elektronsko grejanje
Elektronski oscilator	Ikonoskop, srce televizije
	Poruka sa Meseca (radar)

Nuklearna fizika

Tragovi alfa čestica u maglenoj komori i tumačenje	Kosmički zraci
Teorijska istraživanja fotona	Korišćenje učestanosti kosmičkih zrakova
Teorijska primena kvantne teorije	Uranijum i atomska energija
Atomsko istraživanje	Sistem apsolutnih merenja

Aeronautika

Sličnosti ptica i aviona	Metodi za nadzvučne brzine
Proučavanje komparativnih slojeva vazduha	Poboljšanje cepelina
Proces demontiranja avionskog motora	Stišljivost u vezi sa izgradnjom krila
Budućnost avijacije	Izgradnja vazdušnog tunela za ispitivanje modela aviona
Letovi kontrolisani radiom	Moj nacrt letećeg krila
Laki metali u proizvodnji aviona	Model aviona prirodne veličine
Stratosfersko letenje	Kontrolisanje aviona ili modela u letu
Jedrilice	Model aviona na mlazni pogon

Meteorologija

Meteorobiologija — uticaj vremena na čoveka	Prognoza vremena i izveštavanje
Meteorološke rakete	Klima registrovana prstenovima na drvetu
Moja domaća stanica za registrovanje vremena	Tornado

Astronomija

Cefeidne promene	Mogućnost života na drugim planetama
Zvezdana navigacija	Proučavanje meteora
Evolucija osnovnih koncepcija astrofizike	Poreklo meteorita
Zvezdana mapa oblika kišobrana	Planetarni sistem
Sekstant	Metode izračunavanja rastojanja Sunca i planeta
Izgradnja teleskopa od 15 cm	Uzroci godišnjih doba
Zvezdana fotografija	Model koji prikazuje kretanje Zemlje oko Sunca
Selenografija	Model koji prikazuje relativnu dužinu dana i noći
Registrowanje kometa	

Geologija

Različite formacije zemljišta	Gipsani modeli geoloških grešaka
Karta minerala i proizvoda SAD	Fluorescentni minerali
Prikaz običnih metala i njihovo korišćenje	Filmska karta petrolejskog izvora
Kvarc i neki njegovi proizvodi	Fosili u mojoj sredini
Geološki principi geozira	Slučaj staništa mastodonta
Topografska mapa dela mladog toka	Period pozne Jure u Americi
Geološka mapa naše države	Izgradnja seizmografa
Vrste kamenja nađenog u Americi	Geologija moje okoline
Poreklo i vrste planina	Uobičajene stene u mojoj oblasti
Model unutrašnjosti Zemlje	Ima li petroleja pod našim gradom?

Fotografija

Foto-litografija	Fotografija u boji
Amaterski rastvori u fotografiji	Fotografija korišćena u arheologiji
Novatorstvo u fotografiji	Eksperimenti sa fotografskim papirom
Prozračna mračna komora	Fotografske fleš sijalice (sopstveni projekti).
Amatersko fotografsko povećalo	
Principi fotografskog aparata sa tačkastim otvorom	

Tečnosti

Vodena vaga	Kinetička molekularna teorija tečnosti
Demonstracija vodenog sočiva	

Toplota

Uređaj za obrađivanje deformacije komete sa unutrašnjim sagorevanjem	Proučavanje zračenja toplote
Koeficijent širenja šuplje cevi	Merenje visokih temperatura

Struktura materije

Eksperimentisanje u oblasti semimikrohemijske	Modeli organskih molekula
Analiza periodnog sistema	Rad „hemijske mašine“
Atomska struktura	Deuterijum i teška voda
Model atoma sa raspodelom elektrona	Korišćenje elektronske teorije kod rešavanja jednačina u hemiji
Molekularni i atomski modeli	

Boje i mastila

Pravljenje mastila	Analiza boja
Mastilo od proteina soje	Sintetske boje
Nevidljiva mastila	Pravljenje anilinskih boja
Svetle boje dobijene iz crne smole	Razvoj nove boje

Struje visoke učestanosti

Osciloskop sa katodnim zracima	Veštačko osvetljenje
Radni model elektronskih orgulja	Van de Grafov elektrostatički generator
Bezbedno naučno rukovanje visokim naponima	Udinov kalem
	Električne lestve

Motori

Magnetizam kod automobila	Lokomotiva sa turbinom
Amaterski električni motor	Postavljanje dizel motora u automobil
Motor sa papirnim klipom	Praktični električni automobil
Cetvoropolni motor i transformator	Automatski menjač brzina na automobilu
Hidrotor za benzinski motor	Benzinski motor za bicikl
Moderni karburator	Modeli hidraulične spojke
Gasna turbina	Pravljanje amaterskog akumulatora
Principi rada turbine	

Luminiscencija, fluorescencija

Hemiluminiscencija	Fluorescencija i fluoroskop
Fosforescencija svetlećih sulfida	Luminiscencija organskih materija

9. Učenje jasnom mišljenju ili primene nekih elemenata naučnog metoda.
10. Učiti kako se radi i saraduje sa drugima.
11. Upoznavanje sa nekim izvorima prirodnih bogastava u okolini.

Određena naučna ekskurzija može imati bilo samo jednu dobro definisanu svrhu ili može imati niz svrha.

Vrste naučnih ekskurzija

Izraz *naučna ekskurzija* koristi se da bi označio i kratak odlazak u toku jednog ili dva časa, i širi i detaljnije organizovan put koji zahteva nekoliko časova ili čak ceo dan. Mada dužina vremena koja je za nju potrebna možda nije najznačajniji faktor, ona je pogodan kontrast i ukazuje da se dve glavne vrste ekskurzija mogu prosto zvati kratkim putovanjem ili dužim putovanjima.

S obzirom da su detalji i planiranje za svaku vrstu ekskurzije veoma slični, i da je razlika uglavnom u kvantitetu, izgleda da nema potrebe da se ovo posebno razmatra. Većina kratkih ekskurzija ne zahteva određene odgovornosti i pripreme koje su neophodne kod duže ekskurzije.

Pripreme za ekskurziju

Postoje izvesni specifični detalji koje treba razmotriti radi postizanja uspešne naučne ekskurzije. Ne postoji nikakav određen oblik za ekskurziju; oblici se u velikoj meri menjaju, u zavisnosti od svrha, prirode grupe, vrste ekskurzije i mogućnosti. Pošto je svaka situacija jedinstvena, ona mora biti brižljivo razmotrena i detalji uređeni u skladu s ovim. Razmatranje detalja koji su značajni za naučnu ekskurziju dato je pod sledećim glavnim podnaslovima: „Planiranje ekskurzije”, „Vođenje ekskurzije”, „Praćenje ekskurzije” i „Predložena lista ekskurzija”.

PLANIRANJE EKSKURZIJE

Učenicima treba pružiti mogućnost da učestvuju u planiranju naučnih ekskurzija, ne samo zato što ovo predstavlja dobro iskustvo u vezi sa važnim neakademskim ciljevima, već takođe i zbog toga što oni često planiraju i sprovedu potrebne detalje za koje nastavnik nema mnogo vremena. Opšta diskusija u razredu treba da omogući da se brzo ustanove svrhe ekskurzije i niz mogućnosti za njeno organizovanje i sprovođenje. Prvobitno planiranje može obuhvatiti rad u učionici potreba za sticanje odgovarajuće osnove i informacija ili veština za pripremanje ekskurzije. Odbori učenika mogu biti obrazovani da bi se starali o administrativnim detaljima i drugim potrebnim *aranžmanima*.

Lista uputstva za ekskurziju

Za maksimalni uspeh ekskurzije od suštinske je važnosti da učenici shvate da je to aktivnost učenja a ne samo zabava bez uobičajenih školskih obaveza. Mada to treba da bude iskustvo u kome će se uživati, treba takođe da bude i ozbiljan poduhvat. Svaki učenik treba da oseća da snosi izvesnu

GLAVA 4.

PLANIRANJE I KORIŠĆENJE EKSKURZIJA

Naučna ekskurzija je vrsta laboratorijskog iskustva koje pruža mnoge mogućnosti za delatnosti koje odgovaraju izvesnom broju značajnih ciljeva. Njihovo korišćenje većina nastavnika svodi na minimum i pored toga što mogu priznati da one pružaju korisne mogućnosti. Kao i svaki drugi postupak u nastavi prirodnih nauka, ekskurzije mogu biti najfunkcionalnije samo kada su brižljivo planirane. Postoje izvesni detalji u vezi sa planiranjem od kojih zavisi da li će ekskurzija biti efikasno i efektivno izvršena. Obično neki od ovih detalja su ono što navodi nastavnike da zanemare ekskurziju kao školsku delatnost.

Ponekad se koriste za to razni izrazi kao što su školska ekskurzija, školsko putovanje, laboratorijsko putovanje. Cesto se izraz naučna ekskurzija koristi posebno za putovanja u vezi sa biologijom ili proučavanjem prirode. Međutim, izgleda da nema mnogo izbora između raznih imena za ovu delatnost. Izraz *naučna ekskurzija* koristi se ovde da označi svaku delatnost koju jedan ili više učenika ili ceo razred obavljaju izvan školske učionice i školskog prostora, a po prethodnom planu koji stoji u vezi sa školskim radom. Pošto ekskurzije imaju mogućnosti da budu tako korisne i interesantne, izgleda da vredi ukazati detaljno na neke načine na koje one mogu biti najuspešnije planirane.

Svrhe naučnih ekskurzija

Možda je nepotrebno ukazivati na to da naučna ekskurzija ne treba da se preduzima prosto zato što je uobičajeno da se ide na ekskurziju. Kao i sa svim iskustvima, ekskurzije treba da budu korišćene kada izgleda da je ova vrsta delatnosti način koji najviše odgovara za postizanje izvesnih ciljeva. Zbog toga je važno da i nastavnicima i učenicima bude jasna svrha određene naučne ekskurzije.

Postoje svakako mnoge svrhe ili ciljevi čijem ispunjenju naučne ekskurzije mogu doprineti. Među njima mogu se pomenuti sledeće:

1. Stimuliranje interesovanja i podsticanje učenika.
2. Prikupljanje materijala.
3. Vršenje posmatranja i neposredno uspostavljanje kontakta.
4. Dobijanje opšteg pregleda ili uvođenje u jedinicu koja se obrađuje.
5. Prikupljanje obaveštenja, činjenica, principa i primena u vezi sa nekom jedinicom koja se obrađuje
6. Sticanje veštine u vezi sa određenom fazom jedinice koja se obrađuje.
7. Omogućavanje procene.
8. Dobijanje pregleda ili izvoda iz rada koji je izvršen.

odgovornost, ne samo za odgovarajuća posmatranja, obaveštenja ili veštine u vezi sa radom na času, već takođe i za svestranu saradnju sa nastavnikom i drugim đacima kako bi ekskurzija bila uspešna.

Pogodno sredstvo za ovu svrhu je lista uputstva koja se brižljivo planira za određenu ekskurziju. Učenici mogu učestvovati u planiranju ove liste uputstva. Teško je precizirati detalje ovu listu jer ona mora biti pripremljena u skladu sa potrebama za svaki slučaj, posebno. Ona treba uglavnom da obuhvata sve ono što će poslužiti da usmeri učenika kada planira ekskurziju i učestvuje u njoj. Obično lista sa uputstvima za ekskurziju treba da sadrži dva glavna dela: jedan koji se odnosi na aktivnosti učenja i drugi koji se odnosi na fizičke detalje. Ako se uključe ti značajni detalji, sprečavaju se greške i nesporazumi.

Stavke na listi uputstava koje se odnose na aktivnosti učenja obuhvataju;

1. Aparatura i materijal koje treba poneti, kao što su hartija za grafikone, lenjiri, metar, termometri, uveličavajuća stakla, posude za uzorke.
2. Odgovornosti pojedinaca ili manjih grupa ili odbora za posmatranja, podatke, registrovanje, izveštaje.
3. Liste pitanja, izraza, postavki, primena koje treba proučiti.
4. Posebne karakteristike, uređaja, prostorija ili procesa koje treba posmatrati ili proveriti.
5. Norme ponašanja.

Fizički detalji na listi uputstva mogu obuhvatiti takve stavke kao što su:

1. Put ili vozni red koji treba da poštuju pojedinci ili grupe.
2. Vremenski raspored.
3. Odelo i odeća
4. Lična oprema — fotografski aparati, dohled.
5. Organizovanje ručka
6. Organizovanje transporta
7. Plan u pogledu besplatnog (reklamnog) materijala i suvenira.
8. Rizici i mere opreznosti.
9. Prva pomoć i vanredne mere.

Da bi ekskurzija bila dobro planirana obično je potrebno da jedan ili više učenika imaju podatke iz prve ruke i obaveštenja o mestu koje treba posetiti, njegovim sredstvima i mogućnostima. Ponekad je poželjno da se nastavnik prvo s tim upozna, kako bi mogao usmeriti i voditi diskusiju, planiranje i pripremu. Ponekad učenici mogu pratiti nastavnika kod ovih prethodnih obilazaka ili sami preuzeti odgovornost za ovaj. Može biti poželjno da nastavnik pripremi put za grupu učenika vršeći takve pripreme prethodnim stupanjem u kontakt sa odgovarajućim funkcionerima. Detalji dobre liste uputstava zavise od upoznatosti sa sredstvima i mogućnostima mesta koje treba posetiti i od prethodno izvršenim pripremanjima. Mada sve pripreme ne mogu biti završene prilikom prethodnog obilaska, mnoge mogućnosti treba da budu ispitane. Posle diskusije sa razredom i nastavnikom, pojedinci ili odbori mogu da se vrate da bi izvršili konačne pripreme. Ekskurzija ne treba da bude planirana bez prethodnog obilaska, osim u slučaju ako su nastavnik ili odgovorni učenici kratko vreme pre ove imali odgovarajuće pogodno iskustvo sa mestom ili licima o kojima se radi.

Administrativni detalji

Neke detalje administrativne prirode treba brižljivo planirati i dobro shvatiti. To su:

1. *Odobrenje školskih vlasti.* Odobrenje direktora ili drugog funkcionera treba da bude dobijeno znatno ranije.

2. *Sporazum sa drugim nastavnicima.* Ako učenici treba da izgube druge časove, treba unapred obezbediti saradnju zainteresovanih nastavnika kako bi im se omogućilo da izvrše potrebne izmene u svojim planovima.

3. *Odobrenje roditelja.* Obično škola zahteva da roditelji pismeno daju odobrenje.

4. *Prevoz.* Školski autobusi, iznajmljeni autobusi i javna vozila su uglavnom poželjniji od privatnih automobila. Treba obezbediti administrativno odobrenje. Ako se koriste privatni automobili, treba se uveriti da svaki ima odgovarajuću polisu osiguranja.

5. *Ponašanje.* Norme ponašanja u pogledu onoga što je poželjno razumno treba da budu rezultat grupnog sporazuma.

Treba pokloniti pažnju odeći koja odgovara pojedinoj ekskurziji. Odeća koja je pogodna za obilazak muzeja u gradu verovatno uopšte ne odgovara za obilazak gradilišta brane i elektrane negde na terenu. Treba predvideti takve mogućnosti kao što su kiša, sneg, vetar, blato ili hladnoća, kao i razmotriti poželjnost cipela sa visokom potpeticom, svećanih haljina i svećanih odelo. Odeća koja odgovara za polazak na ekskurziju u 10 časova pre podne možda će morati da bude dopunjena ukoliko se povratak predviđa tek za 10 sati uveče.

Planirani put i vodiči

Za većinu ekskurzija raspoloživo vreme treba da bude dosta brižljivo raspoređeno. Posebne karakteristike ili tačke interesovanja treba da budu utvrđene kod prethodnog obilaska, i učenici mogu da budu usmereni tim putem po tačno određenom vremenskom planu. Ponekad je poželjno i moguće da čitava grupa ide zajedno. U drugim prilikama poželjno je podeliti veliku grupu u tri ili četiri manje grupe. Treba da postoji vodič za svaku od podgrupa koji će rukovoditi obilaskom i preuzeti odgovornost za raspored. Učenici mogu služiti ovde kao vodiči, naročito ukoliko su sa ovim ciljem na umu prethodno izvršili obilazak. Što je više moguće treba obezbediti usluge ponekad nedovoljne. Oni ponekad imaju običaj da govore nekolicini učenika koji su pred njima, ili nekom pojedincu koji postavlja pitanja, tako da mnogi učenici ne mogu čuti ili nisu uključeni u objašnjenje. Brižljivo planiranje u razredu omogućava da se ovo spreči.

Rizici

Većina rizika može biti otkrivena prilikom prethodne posete i oni nisu ništa opasniji kod ekskurzije od uobičajenih rizika u životu. Nebrižljivost, nerazmišljenost i egzibicionizam omladine u neformalnoj situaciji zahtevaju posebnu opreznost. Dobro planirani raspored, sa određenim od

govornostima za svakog pojedinca, pomaže da se ove opasnosti smanje. Svaka situacija ima svoje sopstvene rizike. Stvari kao što su mašine u pokretu, objekti koji lete, vruće cevi, ogoljene električne žice ili priključci, otrovni bršljan, niski prolazi i otvorene jame i rezervoari ukazuju na niz specifičnih rizika koji mogu zahtevati da im se pokloni pažnja.

Možda je najefikasnije podvući pozitivnu stranu ukazujući na stvar koju treba učiniti i postupke koje treba slediti. Vodiči i govornici mogu biti obavješteni da skrenu pažnju na odgovarajuću pozitivnu akciju pre nego da navode čitav niz stvari koje „ne treba činiti“.

Lična i školska oprema

Za svaku ekskurziju menja se oprema koju svaki učenik treba ili može da obezbedi, kao i ona koja se obezbeđuje za zajedničko korišćenje čitavog razreda. One moraju biti određene u skladu sa lokalnim svrhama i mogućnostima. Ako se nose laboratorijski ili poljski instrumenti i oprema, treba izraditi plan za njihovo kontrolisanje kod iznošenja i unošenja i vođenje brige o njima.

Ponekad jednu ili više stvari od lične opreme, kao što su fotografski aparati, dogleđi, beležnice, lupe, kompasi, noževi, paketi sa hranom, ili čaše, treba proveriti kod članova grupe. Unošenje ovih stvari na listi sa uputstvima, sa jednim učenikom zaduženim da kontroliše značajne ili suštinske stavke, jedan je od načina da se obezbedi da svako ima ono što je potrebno.

Fotografski aparati često pružaju i velike mogućnosti i predstavljaju problem. Za neke ekskurzije, posle diskusije između učenika i nastavnika, može da se zaključiti da iz raznih razloga ne treba nositi fotografske aparate. To može biti slučaj kod obilazaka nekih muzeja ili fabrika. Pre odlaska na ekskurziju treba utvrditi da li je dozvoljeno koristiti fotografske aparate. Kod mnogih ekskurzija upotrebu fotografskih aparata treba podsticati. Takve raznovrsne svrhe kao što su podsticanje fotografije kao hobija, čuvanje uspomene na ekskurziju i obezbeđenje materijala za posebne izveštaje i korišćenje tabli za obaveštenje mogu biti postignuti ovim. Mnogi nastavnici utvrdili su da dijapozitivi ili filmovi sa prethodnih ekskurzija predstavljaju izvrsne načine za motivisanje i usmeravanje planiranja ekskurzije i da fotografije raznih interesantnih detalja mogu biti snimljene na ekskurziji da bi se koristile u vezi sa raznim aspektima rada na času posle povratka u učionicu.

Učešće roditelja

Poljske ekskurzije pružaju izvrsnu mogućnost za saradnju roditelja sa školom. Roditelji mogu pomoći u obezbeđenju transporta i služiti kao vodiči. Radeći u bliskoj saradnji sa nastavnikom, obogaćuje se iskustvo svih zainteresovanih.

Suvenir i osveženja

Jedan problem koji se redovno javlja kod ekskurzija jeste prikupljanje suvenir sa ekskurzije. To je značajna stvar za diskusiju i odluku od prethodnog planiranja svake ekskurzije. Obično je dobro složiti se da jedna mala grupa učenika, ili možda nastavnik, prikuplja onaj materijal koji je

pogodan za korišćenje u razredu pod nadzorom odgovarajućih organa; od pojedinih učenika se tada ne bi očekivalo da se brinu za prikupljanje uzoraka ili štampanog materijala. Neke kompanije ne samo da podstiču posete učenika srednjih škola njihovim postrojenjima, već takođe daju svakom učeniku besplatno osveženje. Prethodni sporazum sa funkcionerima i diskusije sa učenicima sprečavaju da ovo postane stvar koja suviše skreće pažnju od osnovne svrhe.

Obezbeđenje sredstava za sve učenike

Finansiranje ekskurzije treba da budu izvršene za pogodne pripreme. Ako škola ima neki zajednički fond ili drugi fond za ove svrhe, sasvim je opravdano zahtevati finansiranje osnovnih izdataka za ekskurzije iz ovakvih fondova. U nekim zajednicama, prilog od jednog ili dva dolara po učeniku ne predstavlja teškoću; u drugim, ima učenika koji bi bili dovedeni u neugodnu situaciju zahtevom da polože takav iznos. Nastavnik treba da bude upoznat sa takvim uslovima i da bude u stanju da usmerava planiranje u skladu s ovim. Razred kao celina može finansirati ekskurziju prikupljanjem priloga u novcu. Ponekad je moguće, tamo gde se daju pojedinačni prilozi, povesti računa da neki učenici zarade taj iznos radom u školi.

Iz mnogih razloga, kao što su fizička nesposobnost ili odsustvo sa drugih časova, ponekad je potrebno da jedan ili više učenika ne idu na ekskurziju. Treba voditi računa o aktivnostima onih učenika u razredu koji će ostati u školi. Odgovarajuće prethodne pripreme mogu biti izvršene sa direktorom, drugim nastavnicima, bibliotekarom i sa samim učenikom. Ponekad je poželjno da takvi učenici rade zadatke koji su prilično blisko povezani sa prirodom i svrhama ekskurzije; u drugim prilikama mogu biti pogodniji zadaci druge vrste, kao što su nadoknađivanje zaostalog gradiva; iskustvo u drugim oblastima, ili posebni izveštaji ili vežbe koje nemaju veze sa ekskurzijom.

VOĐENJE EKSKURZIJE

Način na koji se ekskurzija ostvaruje u velikoj meri zavisi od prethodnog planiranja i uglavnom predstavlja njegov nastavak. Tamo gde su mnogobrojni detalji predviđeni i preduzete mere za njihovo rešavanje, obično nema velikih problema u vođenju ekskurzije. Radi ponavljanja nekih od ovih i ukazivanja na nekoliko stavki u vezi sa ekskurzijom, napomenimo sledeće stvari koje zahtevaju pažnju:

1. Svi učenici treba da odbiju ili da imaju kopije potrebnih listi sa uputstvima ili smernicama sa jasnom naznakom mesta sastanka, vremena odlaska, odeće i drugih odgovarajućih stavki.
2. Neophodna školska i lična oprema treba da bude proverena pre polaska.
3. Potrebne dozvole treba da budu proverene i ponete.
4. Svi detalji u pogledu transporta treba da budu pripremljeni unapred, tako da stvari kao što su vozači, pravci puta, zastanci, vremenski raspored i put na povratku, budu jasne.
5. Treba organizovati potrebne vodiče i grupe.

6. Često treba proveravati da li svi učenici mogu čuti i videti na zadovoljavajući način.

7. Periodi odmora treba da budu dosta česti i učenici treba da znaju tačno gde se nalaze umivaonici i toaleti.

8. Priroda aktivnosti treba često da se menja. Stajanje i hodanje po tvrdim podlogama čak i kratko vreme posebno je zamorno.

9. Odgovarajući nadzor treba da se obezbedi na opasnim mestima.

10. Pijenje vode treba da se odobri samo sa onih mesta gde je ono dozvoljeno.

11. Odgovarajuće odredbe i izmene rasporeda treba da budu izvršene u skladu sa pojedinačnim interesovanjima.

12. Kršenja sporazumnog ponašanja treba odmah da budu uočena.

ANALIZA EKSKURZIJE

Vrednost ekskurzije može se u velikoj meri povećati brižljivo planiranjem analizom. Ovo planiranje treba da bude deo ukupnog planiranja i pored toga što ova aktivnost počinje na prvom času posle završetka ekskurzije. Obim i priroda analize zavise od svrhe ekskurzije i njene veze sa ostalim aktivnostima u jedinici koja se obrađuje. Gde ekskurzija dolazi na kraju obrade jedinice, kao vrhunac rada posle nekoliko nedelja, analize mogu biti upotrebljene samo dan ili dva. Ekskurzija može biti planirana i na početku obrade jedinice kao opšti pregled ili uvod u probleme i oblast; u tom slučaju delatnosti koje se dalje vrše u obradi ove jedinice u suštini su analiza ekskurzije.

Detalji bilo kog postupka ili delatnosti u toku ovog perioda zavise od ciljeva, mogućnosti i planova koji su predviđeni za odgovarajuću jedinicu. S obzirom da je o stvarima koje se odnose na laboratorijske delatnosti korišćenje aparatura i materijala bilo reči na drugom mestu u ovoj knjizi, a druge, izvan ove kategorije prevazilaze ove okvire, izvestan broj predloženih aktivnosti, koje mogu biti dalji nastavak ili analiza ekskurzije, navode se ovde bez diskusije. Nema značaja u redosledu na koji je to ovde dato.

1. Opšta diskusija o ekskurziji — sa pitanjima učenika, reakcijama i sugestijama za slične buduće ekskurzije.

2. Predavanje kvalifikovane osobe u vezi sa posećenim mestom.

3. Laboratorijski rad koji se odnosi na pojedine aspekte ekskurzije, kao što su hemijska analiza ili mikroskopsko proučavanje proizvoda, primeraka uzoraka vode.

4. Vežbe učenika ili grupe: modeli, diorame, demonstracije uređaja, metoda, procesa.

5. Prikupljanje pitanja koja učenici postavljaju za vreme ekskurzije kako bi se ona upotrebila za dalje proučavanje.

6. Rukovođeno učenje koristeći pitanja navedena pod 5, ili drugih listi sa uputstvima u vezi sa radom.

7. Pisani referati u obliku zadataka ili članaka za školski list.

8. Priprema uputstava za drugu grupu koja će ići na istu ekskurziju.

9. Izveštaji odboru učenika i predavanja drugim razredima ili školskom zboru.

10. Pripremanje i sređivanje materijala dobijenog na ekskurziji.

11. Priprema muzejskih eksponata.

12. Organizacija i izrada oglasnih tabli ili stonih eksponata.

13. Korišćenje filmova, filmskih traka ili dijapozitiva u vezi sa ekskurzijom. Onaj materijal koji je upotrebljen ranije, u pripremama za ekskurziju, može biti ponovo prikazan pored novog.

14. Priprema filmova, filmskih traka i dijapozitiva po fotografijama snimljenim za vreme ekskurzije.

15. Prikazivanje i diskusija o vizuelnom materijalu prikupljenom za vreme ekskurzije.

16. Priprema i izvođenje radio scenarija drugom razredu, školskom zboru ili preko radio-stanice.

17. Rad u biblioteci na materijalu u vezi sa ekskurzijom.

18. Priprema probnog materijala za isti ili drugi razred.

19. Vršenje objektivnih proba ili testova tipa eseja u vezi sa ekskurzijom.

20. Pisanje pisama listu, rukovodiocima ili poslanicima o problemima ili stanjima registrovanom za vreme ekskurzije.

PREDLOŽENA LISTA EKSKURZIJA

Sa raspoloživošću školskih autobusa, javnog transporta i privatnih automobila, širok niz mogućnosti u gradu i okolini je na dohvat većine gradskih i seoskih škola. Bukvalno stotine mogućih ekskurzija su raspoložive za običnu školu u onim državama koje nisu suviše retko naseljene. Mnoge od najpogodnijih ekskurzija mogu se napraviti u susedstvu industrijama, poljoprivrednim dobrima i drugim postrojenjima lokalne komune. Ponekad su ove tako blizu da se i zanemaruju. Povremeno su nastavnici i učenici dovedeni u neugodnu situaciju time što ne znaju o široko poznatim aktivnostima, proizvodima u svojoj lokalnoj sredini. Relativno je lako sastaviti listu pogodnih i interesantnih ekskurzija koje su potencijalno korisne za ovu vrstu aktivnosti u nastavi prirodnih nauka. Sledeći spisak mesta i lica koja se mogu posetiti pruža samo sugestije.

Fizika — opšti kurs prirodnih nauka

Postrojenje za grejanje škole	Opservatorija
Električni kontrolni sistem za školu	Ventilacioni sistem
Meteorološka stanica	Garaža
Fabrika automobila	Benzinska stanica
Telefonska centrala	Aerodrom
Železnička stanica	Fabrika opreme
Radionica za opravku radio-aparata	Radio-stanica
Preduzeće za distribuciju gasa	Brodogradilište
Trgovine alatom i opremom	Fabrika nameštaja
Mašinska radionica	Radionica za opravku elektrouređaja
Elektrana	Bančini trezori i alarmni uređaji
Televizijska stanica	Elevatori za žitarice
Mlinovi	Pilane
Fabrika konzervi	Fabrika hartije
Novinsko-izdavačko preduzeće	Dokovi
Preduzeće za pakovanje mesa	Rudnik uglja
Čeličana	Bolnica
Optičar	Uređaji za navodnjavanje
Brane	

Hemija — opšti kurs prirodnih nauka

Vodovod
 Fabrika keramike
 Rudnici
 Rafinerije nafte
 Lekarske ordinacije
 Ledare

Visoke peći
 Fabrike veštačkih đubriva
 Fabrike gasova
 Apoteke
 Preduzeća za pakovanje mesa
 Bolnica

Opšti kurs prirodnih nauka

Gradska kanalizacija
 Livnica
 Fabrike boja
 Kamenolomi
 Koksne peći
 Odgajališta stoke
 Ambulante
 Klanice
 Klinike
 Hladnjače
 Istraživačke laboratorije
 Preduzeća za proizvodnju vakcina
 Mlekara

Fabrike gume, i automobilskih guma
 Fabrika hartije i pulpe
 Fabrika stakla
 Krečana
 Prodavnica mesa i ribe
 Poljoprivredno dobro
 Preduzeće za pakovanje ribe
 Veterinarske stanice
 Vodovod
 Poljoprivredne eksperimentalne stanice
 Farmaceutske laboratorije
 Osiguravajuće društvo
 Voćnjak

GLAVA 5.

UCENJE U RAZMIŠLJANJU KROZ LABORATORIJSKE EKSPERIMENTE

Poboljšanje razmišljanja kao značajan rezultat nastave

Među ciljevima savremene srednje škole, ciljevi koji se odnose na učenje u refleksivnom razmišljanju nedavno su dobili značajan naglasak. Mnoge pristalice podvlače potrebu poboljšanja razmišljanja kao stvar koja je značajnija od postignutih rezultata u predmetu. Značaj i poželjnost planiranja za iskustva u vezi sa razmišljanjem obimno su iznošena u izveštajima nastavnim kursevima i knjigama. Postoji opšte gledište da u demokratiji, gde se od građana očekuje da učestvuju u pomaganju rešavanja problema kako zajednice tako i nacionalnih i ličnih, svako treba da bude u stanju da kritički razmišlja o problemima i njihovom rešavanju.

Mada svaka od glavnih oblasti u nastavnom programu srednje škole pruža mnoge i raznovrsne mogućnosti za sticanje iskustava u razmišljanju, nijedna nema više mogućnosti od prirodnih nauka. Ovde sami upotrebljeni izrazi ukazuju na razne strane razmišljanja — naučni metod, eksperiment, kontrola, proba, provera, zaključci, autoritet.

Razmišljanje se ne postiže automatski

Međutim, nastavnicima prirodnih nauka nisu potrebni tehnički pripremljeni testovi da bi se uverili da učenici koji prate uobičajenu nastavu opštih prirodnih nauka, čak i fizike ili hemije, ne stiču neophodno i automatski željeni stepen naučnog ili refleksivnog razmišljanja. Nije teško podsetiti se mnogobrojnih primera naučnika, kao priznatih stručnjaka ili autoriteta u svojim određenim oblastima, koji nisu pokazali svoje naučno razmišljanje i stavove u drugim problemskim situacijama kao što su one društvenog, privrednog ili političkog karaktera. Rad u naučnoj laboratoriji ne garantuje uopštene rezultate u refleksivnom razmišljanju, mada može imati izvrsne mogućnosti u pružanju pomoći da se postigne napredak u pravcu ovog cilja. U diskusiji o korišćenju laboratorije, (glava 2) istaknuto je da mnoga iskustva učenika u naučnoj laboratoriji mogu biti sasvim površna i lišena razmišljanja. Neki laboratorijski rad može čak dovesti do rezultata koji su suprotni naučnom razmišljanju zbog postupaka i naglasaka. Slepno praćenje uputstava i popunjavanje praznina za izveštaje verovatno neće biti dobro iskustvo u kritičkom razmišljanju. Demonstracija koju izvodi nastavnik pokazujući šta se dešava i ukazujući na zaključak

koji treba izvući ili kako on ilustruje određeni princip, može pružiti malo iskustva u razmišljanju. Ovo ograničenje ne bi trebalo da postoji.

Laboratorijski rad kao iskustvo u razmišljanju

Svaki rad sa aparaturama i materijalom, kao što su demonstracije, laboratorijski rad ili vežbe, ima izvesne očevidne mogućnosti za sticanje iskustva u razmišljanju. Ovde i pored toga što je sećanje važno treba razviti nešto više od pamćenja činjenica ili principa sa štampanih stranica. Širok niz procesa koji se odnose neposredno ili posredno na kritičko razmišljanje obuhvaćen je raznim vrstama rada sa aparaturama. Vršenje preciznih posmatranja, izrada aparatura, predviđanje, pamćenje, primena činjenica i principa na nove situacije, tumačenje posmatranja, formulisanje i ispitivanje hipoteza, nalaženje razloga određenog rezultata, planiranje kontrole, donošenje suda, tolerantnost, to su neka od iskustava koja učenici mogu imati. Međutim, učenici će verovatno posedovati ova iskustva samo onda kada nastavnik, ili nastavnici i učenici zajedno planiraju njihovo sticanje. Pre nego što se ukaže koja iskustva mogu biti pružane, treba da se razmotri priroda razmišljanja.

Šta je razmišljanje i učenje razmišljanja?

Mada postoje, sa izvesnih stanovišta, neke značajne razlike u izrazima kao što su refleksivno razmišljanje, kritičko razmišljanje, naučni metod, donošenje zaključaka i rešavanje problema, za sadašnje svrhe izraz *refleksivno razmišljanje*, ili jednostavno *razmišljanje*, upotrebljen je da bi se ukazalo na cilju koji treba postići i na koji izgleda da je ukazano ovim izrazima. Kao što je istaknuto na drugim mestima, ne postoji jedan naučni metod ili isključivi naučni metod. Postoje naučni metodi, prilagođeni prirodi problema, oblast u koju spadaju i podaci i metode sa kojima treba računati. Metodi koji mogu biti upotrebljeni za „napadanje” problema u nuklearnoj fizici mogu se potpuno razlikovati od onih koji se koriste za antropološke probleme. Međutim, kompetentni naučni radnici u ovim oblastima mogu smatrati i jedne i druge kao naučne. To ukazuje da nema „koraka” ili „elemenata” koje treba neizbežno slediti da bi se rešio jedan problem. Problemi se menjaju u svojoj prirodi i u svojoj kompleksnosti. Koraci ili postupci koje treba sprovesti u otkrivanju jednog novog elementa ili u pronalaženju jedne komplikovane mašine su bar mnogobrojniji i detaljniji nego oni, na primer, kod korišćenja tabele sa podacima dobijenim očitavanjem vrednosti vlažnog i suvog termometra za nalaženje relativne vlažnosti. Ovo poslednje je međutim problem koji treba da bude rešen, i koji obuhvata tumačenje podataka datih u vidu tabela.

Postoji bezbroj relativno jednostavnih problema koji zahtevaju kritično razmišljanje. Sa njima se učenici svakodnevno suočavaju. Većina ovih problema slični su onima na kojima treba da rade odrasli. Korišćenje dve analize koje su se pokazale zadovoljavajuće u radu sa učenicima srednjih škola u pravcu postizanja ovog cilja razmišljanja može biti od pomoći. Jednom se ukazuje da se proces refleksivnog razmišljanja može analizirati u sledećih pet faza:

1. *Osećanje zbunjenosti ili nedostatka, ili sputanosti, praćeno identifikacijom problema.* To može ili ne može biti izraženo rečima.

2. *„Pojava” probnih hipoteza.* Ove hipoteze mogu biti zasnovane na predviđenom odnosu između onoga što zbunjuje u toj situaciji i onoga što je ranije bilo ispitano.

3. *Testiranje i razrada hipoteza* imaginarnim eksperimentima, koji u nekim prilikama mogu biti dopunjeni pribegavanjem eksperimentima sa olovkom i hartijom i u drugim slučajevima još konkretnijih praktičnih eksperimenata. Ovaj proces može takođe zahtevati i korišćenje literature ili drugih podataka.

4. *Razrada sve rigoroznijih testova* kojima mogu biti podvrgnute dobijene hipoteze. Ispitivanje hipoteza u tim situacijama rešava problem ili otkriva da hipoteza ne može izdržati test akcije.

5. *Dolaženje do zadovoljavajućeg rešenja i dejstvovanje u skladu s njim.* Ovo može obuhvatiti određivanje jednog vida tvrđenja pomoću koga se mogu izraziti zaključci i izložiti sa najvišom mogućom preciznošću.

To što je navedeno ukazuje da nijedna od ovih faza nije potpuno odvojena niti stoji sama po sebi, već da sve mogu biti uključene „više ili manje istovremeno”, da svaka dopunjava druge, ali da pokušaj da se identifikuju sposobnosti i stavovi koji su sadržani u njima mogu pomoći u razradi načina nastave kao i ispitivanja koja mogu dovesti do napretka da bi se doprinelo sposobnosti refleksivnog razmišljanja. U skladu sa ovim, navode se sledeće opšte i specijalne sposobnosti.

Opšte sposobnosti

a. Jasno shvatanje problema (u mašti, sa ili bez tvrđenja koje se može izraziti rečima).

b. Korišćenje ranijeg iskustva kako bi se najbolje mogla izvršiti prethodna nagađanja suština problema, odnosno za nagađanje koji bi činilac u datoj situaciji bilo najkorisnije da se koncentriše.

c. Shvatiti koje ranije naučene stvari (bilo iz iskustva ili knjiga, ili oba) mogu doprineti rešavanju problema.

d. Na toj osnovi postaviti hipoteze koje će poslužiti kao osnova za zamišljeni ili praktični eksperiment.

e. Sabrati dokaze koji podržavaju ili odbacuju svaku datu hipotezu.

f. Utvrditi (mada ne neophodno bilo kakvim formalnim logičnim procesom) ključne eksperimente kojima hipoteza može biti podvrgnuta.

g. Razraditi eksperimentalne uslove ili naći analoge situacije koje će najubedljivije ispitati hipotezu.

h. Objektivno izraziti zaključke.

Specijalne sposobnosti i veštine

a. Veština u planiranju i postavljanju eksperimentalne aparature.

b. Veština u korišćenju mernih instrumenata.

c. Veština u shvatanju izvora greške kod posmatranja i merenja.

d. Veština u shvatanju smisla pisanog pasusa.

- e. Veština u korišćenju biblioteka i drugih izvora grafičkih informacija.
- f. Veština u ocenjivanju stepena pouzdanosti autoriteta.
- g. Veština nedvosmislenom i ekonomičnom izražavanju hipoteze i probnih zaključaka rečima ili drugim simbolima.
- h. Veština u matematičkim postupcima, uključujući statističke metode i grafičko prikazivanje.
- i. Veština u vođenju diskusije na takve načine da glavna pitanja dođu u prvi plan.

Stavovi ili sklonosti

- a. Aktivna radoznalost.
- b. Opreznost u uopštavanju i spremnost da se ova izmene u svetlosti novih dokaza.
- c. Tolerantnost prema novim idejama i sugestijama iz svih izvora.
- d. Sklonost ka istraživanju i isprobavanju niza prilaza i tačaka u vezi sa problemom.
- e. Uverenje da će naučne metode biti uspešne u rešavanju problema.
- f. Sklonost ka sagledavanju problema do njegovog rešenja uprkos teškoćama.
- g. Spremnost za akciju na osnovu probnih sudova.

Na osnovu istraživanja u vezi sa elementima naučnog metoda, Keslar (Keeslar) je pripremio sledeću listu, koja uključuje rečnik i objašnjenja, koja bi bila pogodna za učenike u 7. i 8. razredu:

Elementi naučnog metoda za učenike srednje škole

Naučni metod je dobar put za rešavanje mnogih problema iz svakodnevnog života.

Naučni metod uvek počinje sa problemom. Problem može biti bilo koje pitanje na koje još ne znate odgovor. Na primer, može biti jedno od sledećih:

„Šta čini moju ruku tako lepljivom posle pomaganja u ukrašavanju novogodišnje jelke?”

„Da li treba da obučem jedan zimski kaput, ili dva ili tri lakša kaputa kada se igram napolju po hladnom vremenu?”

„Šta izaziva zvuk lupanja u motoru očevoog automobila?”

„Da li je bolje pasti ustranu ili na leđa kada se okliznete prilikom igranja fudbala?”

„Šta prouzrokuje nazeb kod ljudi?”

Kako takav problem može biti nađen najbolje je pokazano sledećim pasusom:

Pretpostavite da se jedan tiganj sa izvesnom količinom masti greje na štednjaku u kuhinji. Primetiće se da svaki put kada se u tiganj spusti

sveže jaje ili rezanj svežeg krompira, mast počinje da pucketa i prska. Ukoliko vam koja kapljica vruće masti padne na ruku, to vas bolno peče. Možete se upitati: „Šta čini da vruća mast prska na ovaj način?” Ovo je problem. Ako treba zatim da odlučite da pokušate da utvrdite zašto se to dešava, učinićete prvi korak u naučnoj metodi.

Prvi korak u korišćenju naučne metode je da:

I. Primetite nešto što vas navodi da pomislite na pitanje za koje biste želeli da ste u stanju da date odgovor i da uložite napor da pokušate da nađete odgovor na ova pitanja.

Da pogledamo kako drugi koraci u naučnom metodu mogu biti korišćeni za rešavanje vašeg problema:

II. Utvrditi tačno šta je pitanje ili problem, i jasno ga izraziti rečima.

U ovom slučaju to bi bilo: „Šta čini da vruća mast prska kada se režanj svežeg krompira peče u njoj?”

III. Proučite sve činjenice i vidite u kakvoj su vezi sa problemom.

Proučavajući problem koristite sve što znate, ne samo ono što ste naučili na osnovu sopstvenog iskustva, već takođe i što ste naučili od drugih ljudi i iz knjiga.

Na primer, možete verovati na osnovu onoga što već znate da je prasak u stvari mala eksplozija, i da, prema tome, grejanje može imati izvesnog udela u onome što se dešava.

Zatim, primetite to bez obzira šta je što prouzrokuje, prskanje izgleda da se nalazi u samom krompiru, pošto mast ne prska mnogo, čak i kada je veoma vruća sve dok se hrana ne stavi u nju.

IV. Dajte onoliko mogućih odgovora na problem koliko se možete setiti.

Naučnici nazivaju ovaj korak *pravljemem hipoteza*.

Sledeći mogući odgovori mogu vam pasti na um u ovom slučaju:

1. Grejanje masti čini da ona prska.
2. Nešto u krompiru, verovatno voda, čini da mast prska.
3. Nešto u masti čini da ona prska.

V. Izabratu od ovih mogućih odgovora ili hipoteza onu za koju mislite da će najverovatnije biti prava.

Prvi odgovor ne izgleda verovatan pošto ste videli tiganje sa mašću koji se zagrevaju dok ne počnu da gore bez prskanja. Iz istog razloga treći odgovor ne izgleda verovatan. Prema tome, ako je bilo koji od ova tri odgovora pravi izgleda najverovatnije da je to drugi odgovor.

VI. Prpremite i brižljivo planirajte eksperiment da biste utvrdili da li je odgovor koji ste izabrali pravi.

U ovom slučaju planiraćete eksperiment da utvrdite da li voda u krompiru prouzrokuje prskanje. Planirajte da učinite eksperiment u dva dela svaki put kada je to moguće.

U ovom slučaju, jedan deo sastojće se u tome da se prži režanj krompira koji je vlažan, a drugi deo da se prži drugi režanj u svemu isti

kao prvi, osim što ćete prethodno obrisati svu vodu sa njegove površine pre nego što ga stavite da se peče.

Ova dva dela eksperimenta su potpuno slična u svakom pogledu osim u jednom, koji se naziva *eksperimentalnim činiocem*.

Jedina razlika između vaših dva eksperimenta je u tome da jedan režanj ima vodu po svojoj površini a drugi je nema. Voda je ovde eksperimentalni činilac, pošto je to jedini činilac koji je različit u dva dela eksperimenta.

Deo eksperimenta koji ne sadrži eksperimentalni činilac naziva se *kontrolnim eksperimentom*.

Kao kontrolu, ispržićete nekoliko režnjeva krompira u vrućoj masti bez ikakve vode na njima. To se može učiniti tako što se režnjevi uzimaju direktno iz suda sa vodom i stavljati u mast.

Zapamtite da eksperimentalni činilac mora biti *jedina* razlika između pravog i kontrolnog eksperimenta. Samo onda će bilo koje *razlike* u rezultatima dva eksperimenta biti uslovljena eksperimentalnim činiocem.

VII. Izvedite eksperiment veoma pažljivo u skladu sa planom.

Izvršite što je moguće brižljivija posmatranja. Uvek kada vaš odgovor mora biti tačan, izvršite brižljiva merenja rezultata, ako je to moguće.

Kada izvedete ova dva eksperimenta, utvrdićete da suvi režnjevi samo pucketaju, dok vlažni režnjevi izazivaju prskanje i pucketanje masti.

VIII. Ponovite eksperiment da biste videli da li dobijate iste rezultate drugi put. Ovaj drugi eksperiment se naziva *eksperimentom provere*.

Ponekad, umesto ponavljanja istog eksperimenta, kao kontrola rezultata vrši se potpuno nov eksperiment, uz upotrebu istog eksperimentalnog činioca.

S obzirom da izgleda da je voda uzrok prskanju možete uzeti nekoliko kapljica vode na vrhove prstiju i otresti ih u vruću mast, da biste videli da li se voda sama ponaša na isti način.

IX. Izvucite zaključak.

Vaš zaključak treba da bude tako iznet da iskaže sve što eksperimenti pokazuju, i *samo* ono što pokazuju.

Na primer, vaš zaključak može biti: „Voda na režnjevima krompira je ono što čini da vruća mast prska iz tiganja.”

X. Koristite činjenice koje ste tako naučili pri suočavanju sa novim problemom koji je sličan ili u vezi sa prethodnim.

Kao rezultat ovog eksperimenta, možete odlučiti da ubuduće sušite režnjeve sirovog krompira krpom, pre nego što ih spustite u tiganj, kako biste izbegli toliko prskanje masti.

Možda možete nastaviti dalje vaših istraživanja pokušavajući da utvrdite da li je voda na drugim prehrambenim proizvodima, kao što su sirova jaja ili meso, uzrok tome da razne masti za kuvanje prskaju.

Koristeći ovaj metod bezbroj puta povećava se naše saznanje o svetu oko nas, i ukoliko više znamo o svetu oko sebe, utoliko smo sposobniji da živimo u njemu i da ga kontrolišemo.

* * *

Mada, kao što je istaknuto* problemi učenika nisu neophodno isti problemima nastavnika (naročito onim koje zadaje nastavnik) gornja analiza se pokazala korisnom i za nastavnika i za učenike u postavljanju problema koji predstavljaju izazov i bude interesovanje obuhvatajući pojedine aspekte razmišljanja. Neki specifični načini na koji demonstracije, laboratorijski eksperimenti i vežbe mogu da se koriste, za jednu ili više opštih ili specifičnih sposobnosti koje učestvuju u razmišljanju, izneti su kao ilustracija.

Korišćenje demonstracija za učenje u razmišljanju

Učenje u razmišljanju je u velikoj meri stvar korišćenja uobičajenih nastavnih postupaka na odgovarajući način za vreme dok nastavnik izlaže naučne pojmove, činjenice i principe. Ovaj cilj se ne može postići kroz jedinicu naučne metode negde u opštem kursu prirodnih nauka, biologije, hemije ili fizike, uz propratni naglasak na „činjenicama” u toku preostalog dela školske godine. Ako je vladanje činjenicama značajan rezultat čitavog kursa, njegovo ostvarenje može biti ubrzano odgovarajućim iskustvima u razmišljanju.

Posebna vežba ili iskustvo u razmišljanju može, ali ne mora, odgovoriti korišćenju u određenoj situaciji. Određena demonstracija na času može biti izvedena da bi pomogla učenju određene naučne činjenice, ili kao iskustvo u preciznom posmatranju, ili kao primena nedavno proučavanog principa. Sledeći primeri koriste se u fizici, hemiji i na časovima fizičkih nauka za učenike X, XI ili XII razreda. Oni slikovito prikazuju zadovoljavajući način korišćenja demonstracija za sticanje razmišljanja.

1. Deformisanje limene kutije.

Opšti postupak. Mala količina vode stavlja se na dno limene kutije kao što je recimo kutija od boje. Zatim se nađe zapušač koji dobro zatvara otvor kutije i koji može brzo i čvrsto da se postavi. Kutija sa vodom se greje dok voda ne proključa i para ne počne da izlazi. Zapušač se čvrsto uglavi i izvor toplote odmah ukloni. Kutija se ostavi po strani pusti se da se ohladi na vazduhu ili se stavi u veliki sud ili česmu i pusti da hladna voda curi preko nje. Sa hlađenjem, kutija se deformiše i strane se uvlače.

Izvođenje i diskusija u razredu. (Učenici XI ili XII razreda). Za korišćenje sa sledećim pitanjima, ova demonstracija se izvodi uz prethodno upozoravanje učenika da se traži da njihova pažnja bude usmerena na značajne stvari koje se čine za vreme demonstracije i na stvari koje se dešavaju, mada će i jedno i drugo biti sasvim očevidno. Ukazuje se međutim da neće biti objašnjeno ni zašto se to čini na taj način, ni zašto se te stvari dešavaju — da će se od njih očekivati da razmisle „zašto” i da odgovore na donja pitanja posle završetka demonstracije. Neke od tačaka koje se podvlače i na koje se skreće pažnja razredu dok se demonstracija odvija jesu:

1. Mala količina vode u kutiji,
2. Da se voda greje do ključanja — primećivanja izlaska pare,
3. Zapušač se stavlja dok para izlazi,
4. Izvor grejanja se odmah uklanja posle postavljanja zapušača,
5. Način hlađenja kutije,
6. Deformisanje kutije.

* Vidi str. 57.

Pitanja o demonstraciji (za učenike XI ili XII razreda):

1. Šta ova demonstracija stvarno pokazuje? Šta možete zaključiti na osnovu nje?

2. Navedite značajne stvari koje ste primetili ili videli da se dešavaju — koje treba da budu pomenute u objašnjavanju onoga što se desilo.

3. Ukažite na neke pojave koje pretpostavljate ili uzimate za sigurno — pojave koje će biti potrebne za objašnjavanje onoga što se desilo.

4. Pokažite kako vam tačke na koje ste ukazali da ste ih primetili i one koje ste pretpostavili pomažu da dođete do vaših zaključaka pod (1).

5. Zašto je izvor toplote odmah uklonjen posle stavljanja zapušača?

6. Šta je bila svrha ključanja vode?

7. Ukažite na jedan ili dva druga načina na koji je svrha korišćenja voda koja ključa mogla biti postignuta.

8. Zbog čega se rezervoar za benzin kod automobila ne deformiše na sličan način kada se koristi pun rezervoar.

2. Magnetni efekat električne struje

Opšti postupak. Akumulator se povezuje u niz sa prekidačem, savitljivom žicom, ampermetrom i odgovarajućim otporom tako da ampermetar beleži pet do deset ampera struje. Žica se postavlja tako da može prvo biti stavljena neposredno iznad a zatim neposredno ispod igle kompas, paralelno sa pravcem sever—jug igle. Kada se kolo truje zatvori žicom iznad kompas, igla se postavlja pod pravim uglom prema žici; kada je strujno kolo zatvoreno sa žicom ispod igle, ona se postavlja pod pravim uglom u suprotnom pravcu. Kada je kolo prekinuto, igla se vraća u svoj normalni položaj sever—jug.

Prikazivanje i diskusija s razredom (Učenici XI ili XII razreda), što odgovara našem I ili II razredu gimnazije — prim. prev.). Sledeći redovi predstavljaju jedan od načina na koji je ovo prikazano razredu koji ima iskustva sa prostim činjenicama elementarnog magnetizma i tek počinje rad na elektromagnetizmu. Nastavnik je predložio da bi želeo da vidi tačno kakvo značenje razred može steći na osnovu relativno jednostavne ali veoma suštinske demonstracije. U skladu s tim on će izvesti demonstraciju bez komentara i zatražiti od učenika da iznesu svoja reaganja na nekoliko pitanja koja se odnose na demonstraciju čim ona bude završena. Svakako treba voditi računa da svi učenici mogu da vide šta se dešava. Strujno kolo se objasni tako da učenici shvate da kada se pritisne ključ struja prolazi kroz žicu. (Poželjna je velika magnetna igla, sa jasno označenim severnim polom, možda obeleženim komadom papira. Osvetljenje treba da bude tako da svi učenici mogu jasno da vide. Za sledeća pitanja polaritet žica vezanih za akumulator ne treba menjati.

Pitanja o demonstraciji, (učenici XI ili XII razreda — odgovara našem I ili II razredu gimnazije — prim. prev.). Pitanja su izabrana na osnovu odgovora koje su dali učenici:

1. Obeležite znakom ili krstićem koja su od donjih utvrđenja opravdana na osnovu ove demonstracije:

- (1) Elektricitet je magnetizam.
- (2) Jača struja izazvaće jači magnetizam.
- (3) Žica koja prenosi struju je magnetizovana.
- (4) Isti magnetni efekat stvara se svuda duž žice.

— (5) Žica koja prenosi struju izaziva magnetni efekat.

— (6) Električna struja je magnetizovana.

— (7) Promena polova izmeniče smer u kome će igla skrenuti.

— (8) U žici koja prenosi struju magnetno polje se stvara u koncentričnim krugovima oko žice.

— (9) Struja je suprotna po smeru iznad igle u odnosu na struju ispod igle.

— (10) Ova demonstracija (ili eksperiment) poznat je kao Erstedov (Oersted) eksperiment.

— (11) Magnetizam uvek deluje pod pravim uglovima na električnu struju koja ga izaziva.

— (12) Magnetizam može proizvesti elektricitet.

— (13) Jedan kraj žice predstavlja severni pol, a drugi kraj južni pol.

— (14) Magneti se mogu praviti samo pomoću elektriciteta.

— (15) Elektricitet je bio uzrok magnetizma.

— (16) To je princip elektromotora.

— (17) Bakarna žica ne zadržava svoj magnetizam, kao što je to slučaj sa gvožđem.

— (18) Magnetizam se ne može razdvojiti od električne struje, tj. uvek je prisutan kada ima struje.

— (19) Magnetno polje oko žice pod naponom slično je po obliku sa magnetnim poljem običnog magneta.

— (20) Magnetna sila iznad žice pod naponom ima suprotan smer u odnosu na magnetnu silu ispod žice.

2. Sledeća gledišta su moguće primene principa prikazanog u gornjem eksperimentu. Označite znacima + ili 0 one za koje mislite da će se desiti ili da se neće desiti ili da važe ili ne, i u prostoru ispod toga iznesite svoje razloge za svaki od njih, bilo da ste obeležili sa + ili 0.

— (1) Kompasna igla će se ponašati na isti način i ako krajevi žice budu vezani za običnu kućnu električnu instalaciju umesto za akumulator.

— (2) Kompasna igla postavljena pod trolnu žicu tramvaja smera Sever—Jug okrenuće se u smer Istok—Zapad.

— (3) Ako se dovoljno jasno struja propusti kroz žicu, gvozdeni opiljci će se hvatati na nju.

3. Proizvodnja struje elektromagnetnom indukcijom

Opšti postupak:

1. Krajevi kalema izolovane žice (kao što je žica za zvonce ili manja) vezuju se za krajeve osetljivog galvanometra za demonstraciju. Kalemima oko 25 namotaja i otprilike dva inča u prečniku magnetna šipka, ili jedan pod potkovičastog magneta, unese se u kalem, a zatim izvuče. Magnet se zatim drži a kalem stavi na njega i skine. Polovi magneta se promene i operacija ponovi.

2. Kalem se zamenjuje sekundarnim delom običnog uspravnog aparata za elektromagnetnu demonstraciju i gornje operacije ponove.

3. Primer aparata za elektromagnetnu demonstraciju koristi se umesto magneta. On je povezan sa jednom ili dve baterije i koristi sa ili bez gvozdenog jezgra, tim što se izvrše iste operacije kao pod (1).

4. Sa sekundarom koji je umetnut u primar s tim što oba ostaju nepokretna kolo primara se alternativno otvara i zatvara.

Izlaganje diskusija sa razredom. Ovo je bilo izneto razredu na način donekle sličan prethodnoj demonstraciji. Objašnjavaju se novi izrazi ili pojmovi, kao primar i sekundar. Učenicima je rečeno da im se neće istaći značajne tačke koje treba posmatrati, niti šta demonstracija ilustruje — da će im biti postavljena pitanja u vezi s tim na kraju demonstracije. Dozvoljava im se i preporučuje da hvataju beleške koje žele za vreme demonstracije. Obraća se pažnja da svi učenici mogu da vide šta se dešava U nedostatku velikog galvanometra za demonstraciju, moguće je projektovati sliku galvanometarske igle na platnu. Učenicima je dozvoljeno da sede ili stoje tamo odakle mogu da vide.

Pošto su učenici pokušali da odgovore na pitanja, razlike u gledištima i opažanjima u pogledu kojih nisu sigurni često čine poželjnim da se ponovi jedan deo ili čitava demonstracija, uz dalju diskusiju.

Pitanja o demonstraciji elektromagnetne indukcije:

1. Navedite značajne tačke koje ste primetili i koje su istaknute ovom demonstracijom — tačno ono što ste videli da se dešava. O njima se može razmišljati kao o podacima ili rezultatima ili posmatranjima eksperimenta ili demonstracije.

2. Označite ona tvrđenja među nabrojanima niže za koja mislite da su tačna ili ispravna kao zaključci koji se mogu izvući na osnovu rezultata posmatranja ove demonstracije.

- (1) Ukoliko je jači magnet, utoliko se više struje stvara.
- (2) Električna struja može se proizvesti bez akumulatora ili generatora (dinama).
- (3) Magnet stavljen u kalem proizveće električnu struju.
- (4) Količina proizvedene struje zavisi od brzine kojom se magnet kreće kroz kalem.
- (5) Magnetno polje potkovičastog magneta je jače od magnetnog polja elektromagneta.
- (6) Zatvaranje i prekidanje bilo kakvog kola izaziva električnu struju
- (7) Drugi kalem je onaj koji ima više namotaja žice.
- (8) Struja se proizvodi samo kada se magnet kreće u ili van kalema
- (9) Struja proizvedena magnetom koji ulazi u kalem suprotna je onoj koja je proizvedena kada magnet izlazi iz kalema.
- (10) Kada nema kretanja magnetnog polja u odnosu na kalem struja se ne proizvodi.
- (11) Linije sile treba da budu presečene ili da prolaze kroz žice ili provodnike da bi došlo do stvaranja struje.
- (12) Indukovana struja nije tako jaka kao struja proizvedena hemijskim putem, kao ona koju daje baterija ili akumulator.
- (13) Struja se proizvodi u sekundarnom kalemu dogod postoji struja u primarnom kalemu.
- (14) Naizmjenična struja ne može se proizvesti indukcijom.
- (15) Struja u sekundarnom kalemu je uvek jača nego u primarnom kalemu.
- (16) Struja u sekundarnom kalemu je indukovana struja.

4. Hrana biljaka u tlu

Opšti postupak. Jedan kraj cilindra za lampu prekriven je grubim lanenim platnom, da bi se zadržao pesak u zemlji koja se stavlja skoro

do vrha cilindra otprilike jedna trećina peska na dnu, a ostatak je zemlja Voda iz slavine se sipa u cilindar, i voda koja prolazi kroz platno hvata se u epruveti ispod. Izvesna količina ove vode se isparava u sahatnom staklu i posmatra ostatak.

Izlaganje i diskusija sa razredom. VIII, IX, X razred — odgovara našim završnim razredima osmoljetke — prim. prev.) opšti kurs prirodnih nauka ili biologija). Ovo je izneto na sledeći način. Ukazano je razredu da je jedan učenik (Pavle) pročitao u jednoj knjizi o načinu na koji se dokazuje da se „minerali koji su od suštinskog značaja za rastenje biljaka rastvaraju u vodi iz tla“; da je Pavle pripremio ovu aparaturu i da će je demonstrirati razredu. Nastavnik dalje ukazuje da će im postaviti pitanja o njihovom reagovanju posle demonstracije da li su ubeđeni da im je Pavle to dokazao.

Pavle izvodi svoju demonstraciju bez mnogo komentara, jednostavno govoreći da će pesak poslužiti kao filter da bi zadržao veće čestice tla u blatnjavoj vodi. On je pokazao beli talog na sahatnom staklu, za koji je rekao da „dokazuje da je u tlu bilo minerala koji su rastvoreni u vodi potrebnih za rastenje biljke“.

Pitanja (VIII, IX i X razred — odnosno završni razredi naše osmoljetke — prim. prev.).

1. Navedite pretpostavke koje treba da učinite — naime ono što ćete morati da uzmete kao sigurno da biste se složili da je Pavlovo tvrđenje dokazano.

2. Sledi lista mogućih pretpostavki uzetih na osnovu onih koje su izneli učenici odgovarajući na uputstva u pitanju 1.

Proverite šta od sledećeg mislite da treba pretpostaviti, ili uzeti za tačno, da bi Pavlovo tvrđenje bilo dokazano.

- (1) Pesak ne sadrži minerale.
- (2) Zemlja sadrži minerale.
- (3) Voda iz slavine ne sadrži rastvorene minerale.
- (4) Minerali će se rastvoriti u vodi.
- (5) Minerali će se rastvoriti u vodi za vreme koje je potrebno da se voda filtrira.
- (6) Minerali ne isparavaju sa vodom.
- (7) Upotrebljena zemlja je tipična (ili slična) za bilo koje tlo.
- (8) Biljkama je potreban kiseonik za rastenje.
- (9) Tlo nije sadržavalo vodu pre nego što je u toku demonstracije ona dodata.
- (10) Ostatak je mineral.
- (11) Sahatno staklo je bilo čisto.
- (12) Epruveta je bila čista.
- (13) Cilindar za lampu je bio čist.
- (14) Pesak ne propušta (zadržava) rastvorene minerale sa česticama tla.
- (15) Blatnjava voda ne sadrži minerale.
- (16) Ostatak je od suštinske važnosti za rastenje biljke.

3. Za koja od gornjih tvrđenja koja ste obeležili kao pretpostavke smatrate da su toliko značajna da dokazuju da „minerali iz bilo kog tla

rastvora vode" da nešto treba da bude učinjeno da bi se pokazalo da su te pretpostavke stvarno tačne? Ukažite na to okružujući odgovarajući broj.

4. Predložite nešto što mislite da bi moglo biti učinjeno za svako od tvrdjenja (pretpostavki) koje ste zaokružili u pitanju 3.

5. Šta mislite da ova demonstracija stvarno pokazuje? Zašto?

Korišćenje laboratorije u učenju i razmišljanju

Neke od teškoća u korišćenju laboratorije u srednjoj školi su već istaknute. Opšti metod koji se tu predlaže očevidno pomaže u postizanju rezultata kao što je refleksivno razmišljanje. Ako se učenicima dozvoli da izaberu i postavе svoje sopstvene laboratorijske probleme i da učestvuju u planiranju postupaka za rešavanje nekih predloženih problema, postoji velika mogućnost za razmišljanje. Jasna definicija problema i iznošenje hipoteze koju treba ispitati predstavlja veoma značajne faze razmišljanja, a iskustvo je suviše često strano učenicima u laboratorijskom radu u srednjoj školi.

Korišćenje „kontrolе“, da pomenemo samo jednu fazu postupka u laboratorijskom radu, pojam je i tehnika sa kojima učenici srednjih škola često nisu upoznati, ma koliko da je to od suštinske važnosti za naučni metod. Kada su učenici ohrabreni da postavе i pokušaju da reše probleme koji se odnose na kontrolu dobijaju se vredna iskustva u razmišljanju. I pošto „vrednost rešavanja problema kroz laboratorijski rad u školi nije u činjeničnom znanju, koje može biti njegov rezultat, već u stavovima i navikama refleksivnog razmišljanja koje ohrabruje i u razumevanju koje pruža o tome kako je učenik na prvom mestu stekao naučno znanje na osnovu opisa“ poželjna su sva takva iskustva koja se odnose na razmišljanje.

Korišćenje pojedinačnog laboratorijskog rada, kako je to opisano u glavi 7. omogućava da se preduzmu mere koje vode refleksivnom razmišljanju. Takve situacije su prvenstveno po prirodi: vezane za korišćenje problema. S obzirom da se radi o problemu, njihovo poreklo mora biti u okviru sopstvenog iskustva učenika. Kada se od učenika traži da prihvati jedan problem, kao što je pitanje na vrhu liste laboratorijskih vežbi, ili tvrdjenje nastavnika, značaj traženog problema se gubi i stvarni problem, onaj koji učenik oseća, je da se ispuni traženi zadatak. Pošto on može smatrati da nije direktno zainteresovan u odnosu na *prihvaćeni* problem, njegovi naponi će verovatno biti površni. Korišćenje laboratorijskih iskustava kada su ona potrebna, zasnivanje iskustava na problemima koje učenici osećaju, učešće učenika u definisanju problema i određivanju postupaka i izveštavanje koje odgovara razmatranom problemu i izvučenim zaključcima, daju opseg mogućnosti za sticanje iskustva u razmišljanju.

Izrađeno je nekoliko studija u vezi sa metodom takvog laboratorijskog rada koji najviše vodi naučnom metodu na nivou srednje škole. Jedna od takvih studija, Telenova (Thelen)*, koja se odnosi na opšti kurs hemije na univerzitetu, dosta je sugestivna. Na osnovu rezultata postignutih proučavanjem raznih metoda nastave u naučnom razmišljanju izneto je, između ostalog, „Sugestije za nastavu hemije“. Mada su one usmerene na opšti kurs hemije na univerzitetu, mnoge se mogu primeniti i u nastavi hemije u srednjoj školi.

* Herbert Telen: „Analiza dva metoda učenja u naučnom razmišljanju“ — neobjavljena doktorska disertacija, Cikago 1944.

Sugestije za nastavu hemije*

1. Ukoliko je moguće, treba predvideti aktivnosti koje zahtevaju grupno planiranje i izvršavanje, sa odgovornošću podeljenom među pojedincima.

2. Razvijati eksperimente u diskusijama u razredu. Ušteda u vremenu u laboratoriji biće znatna ako se 20 minuta kviz časa posveti razvijanju razmišljanja i tehnike za svaki eksperiment.

3. Prpratiti svaki eksperiment diskusijom u razredu, formulišući kao razred najbolje moguće zaključke, i identifikujući pretpostavke i izvore eksperimentalne greške u eksperimentu.

4. Koristiti razvoj hemije kao osnovu za razvoj razumevanja naučnog metoda i pružiti mogućnost učeniku da koristi naučni metod u planiranju i praćenju eksperimenata.

5. Otkloniti ili ponovo razraditi vrstu eksperimenata sa epruветom za testiranje, osim kada se može pokazati da opseg opštih iskustava sa širokim nizom hemikalija ima kao rezultat vredna i značajna uopštavanja.

6. Planirati svaki eksperiment (osim onih čija je funkcija istraživačka) da bi se obuhvatilo predviđanje rezultata i poređenje rezultata sa predviđanjima.

Obezbediti mogućnosti za postavljanje širokog problema za učenike

Kada učenici rade na raznim problemima, na izgled neizbežan rezultat je zbrka koja može dovesti u neugodnu situaciju nastavnika početnika. Potrebe učenika za raznom opremom i materijalom i za savetima u širokom opsegu problema je donekle zbudjujuće, ali može biti korisno i plodno za svakog zainteresovanog. Kada se učenici i nastavnik zajednički savetuju, kvalitet nastave se poboljšava.

Nastavnik sa osećanjem shvata da zbrka nestaje kada učenici napreduju u rešavanju svojih problema, a i zbrka je stvarno karakteristika ove vrste nastavne situacije. Sa radom koji napreduje iz dana u dan aktivnosti dobijaju sve više rada. Učenici prilaze novim problemima u razna vremena i zahtevi koji se postavljaju nastavniku u skladu sa time se raspoređuju.

Jedan činilac koji teži da smanji zbrku je odgovarajuća zaliha fizičkih sredstava, koja treba da obuhvati sredstva i uređaje potrebne za uobičajeni laboratorijski rad, a takođe i drugo. Tačni iznos ovih zaliha, kako izgleda, nikada se ne može predvideti u slučaju laboratorije u srednjoj školi. Sugestije za takve materijale i njihovi izvori dati su u glavi 8.

Uređenje laboratorijskih sredstava

U korišćenju nekonvencionalnih laboratorijskih problema, učenicima je potrebna izrada i konstrukcija aparatura koje odgovaraju problemu. Izvesna manja količina alata, slično onome u kućnoj radionici, veoma je poželjna. Električni alati kao što su burgija i cirkular, velika testera i spojnica

* Herbert Telen: „Hemijski pojmovi i sposobnost za kritično razmišljanje“, „Journal of Experimental Education“, septembar 1944.

su poželjni. Mali strug za obradu drveta i strug za obradu metala su ponekad korisni. Ako se oni mogu koristiti i u radionici za industrijsko oblikovanje, možda ih nije potrebno imati i u naučnoj laboratoriji.

Ručni alati su takođe potrebni za ovu vrstu laboratorijskog rada. Ručna bušilica, mengele, držači i uređaji za bušenje, razne testere, klešta, odvijači i slični opšti alat treba da budu u laboratoriji ili na dohvat učenika u susednoj prostoriji. Razmišljanje obuhvaćeno ovim uključuje delimično planiranje i odlučivanje u vezi sa uređajima koji će se napraviti i sa njihovim pravljnjem. Sa iskustvom ove vrste u laboratorijskom postupku učenici se sve manje oslanjaju na nastavnika. Oni sve više sami misle.

GLAVA 6.

OBEZBEĐIVANJE I KORIŠĆENJE VIZUELNOG I AUDITIVNOG MATERIJALA

Jedan od problema sa kojima su suočeni nastavnici prirodnih nauka je da učine nastavu funkcionalnom. Najveći deo sadržine nauke je apstraktan i teško se može shvatiti. Izgleda da ne postoji neki jedinstven odgovor na ovaj zbunjujući problem, ali jedno od prilaženja za koje je utvrđeno da je od velike pomoći jeste korišćenje vizuelnog i auditivnog materijala. Mnogi od sredstava i postupaka nisu jedinstveni za nastavu prirodnih nauka, ali je njihov doprinos učenju u ovoj oblasti toliko značajan da nastavnik prirodnih nauka ima obavezu da koristi mogućnosti za nastavu koje mu se pružaju.

Od niza materijala i postupaka koji su klasifikovani kao vizuelni i auditivni, sledeći se razmatraju u ovoj glavi: korišćenje filmova, dijapozitivi na staklu, dijapozitivi na filmu, materijal na mutnom staklu i mikroskopski materijal; korišćenje školske table i takvog grafičkog materijala kao što su mape, dijagrami i grafikoni i korišćenje radio-aparata, magnetofona, sistema za ozvučavanje; i razni drugi materijal od vrednosti za oblast prirodnih nauka.

FILM

Korisnost

Doprinos filma nastavi prirodnih nauka može se sumirati u obezbeđivanju veće realnosti. Posebne faze koje doprinose ovoj realnosti mogu biti klasifikovane kao detalj, pokret, kontinuitet ili proces, i akcija koja se ne može primetiti. Pored toga, može postojati zvuk i boja. Nastavnik prirodnih nauka shvata da ove posebne faze pokazuju svoje vrednosti na takve načine da daju sliku pokreta tamo gde se proučava; operacija mašine; dajući osećanje kontinuiteta koje je od suštinske važnosti za razumevanje nekih procesa i odnosa između uzroka i posledica; ukazujući na prirodu akcije koja se ne može primeniti u takvim situacijama kao kod aktivnosti u komorama sa mutnim staklom, kanalima i protoku električne struje.

Postoji veliko obilje filmova koji su od vrednosti za nastavnika prirodnih nauka. Ove filmove obezbeđuju prosvetne organizacije, komercijalni proizvođači i distributeri, industrijske organizacije i nacionalne i državne vlade. Nastavnik prirodnih nauka treba samo da pogleda predložene naslove filmova da bi ocenio opseg raspoloživih sredstava. U toku nastave treba da napravi kartoteku filmova kao deo svojih fizičkih sredstava za uputstva.

Sa sve većom raspoloživošću projektora, nastavnik prirodnih nauka treba da se upozna sa radom projektora, izvorima filmova, prirodom filmova i mogućnostima za njihovo korišćenje u svojoj školi.

Rad sa filmskim projektorom

Održavanje i rad sa projektorom zavise delimično od vrste projektora koji se koristi. Postoje neke važne stvari u pogledu održavanja i veštine u radu koje se odnose na sve projektore. Često je funkcija nastavnika prirodnih nauka da servisira i radi sa projektorom za školu, pa prema tome je dvostruko značajno da on poseduje sledeće veštine i znanja:

1. *Održavanje projektora.* Sledeće operacije su od suštinskog značaja:

- a. Podmazivanje.
- b. Čišćenje reflektora, sočiva za kondenzovanje i projekcionog sočiva.
- c. Čišćenje otvora za film.
- d. Održavanje produžnih gajtana i kablova.

2. *Rad sa projektorom.* Sledeće veštine su od suštinskog značaja za rad:

- a. Postavljanje projektora za rad.
- b. Povezivanje sa izvorom energije.
- c. Postavljanje pojačivača i zvučnika.
- d. Postavljanje projektora.
- e. Izoštavanje slike.
- f. Podešavanje slike na ekranu.
- g. Prilagođavanje jačine zvuka i tona za zvučne filmove.
- h. Promena sijalice u projektoru i cevi pojačivača.
- i. Korišćenje veza za mikrofoni i gramofon.
- j. Premotavanje filmova.

Obično preduzeće koje proizvodi projektor daje i knjižicu sa uputstvom za rukovanje. Ova knjižica treba da bude čuvana i bržljivo proučena.

DIJAPOZITIVI I PROJEKTORI

Korišćenje projektora za dijapozitive preporučuje se samo nastavniku prirodnih nauka zbog bogatstva i raznovrsnosti mogućnosti koje on pruža. Ove mogućnosti obuhvataju (1) komercijalno proizvedeni materijal; (2) amaterske dijapozitive, čije bogatstvo zavisi samo od domišljatosti nastavnika (neke metode su opisane u ovoj glavi); (3) projektovani materijal u vidu dijapozitiva; (4) drugi materijal za projektovanje.

U nekim slučajevima projektor za dijapozitive je postao tako tradicionalno sredstvo da se njegove prednosti ne ocenjuju potpuno. Ove prednosti su sledeće: (1) vremenski faktor se lako kontroliše; dijapozitiv se može prikazati u željenom trenutku i toliko dugo koliko je to potrebno. (2) Mogu se lako izabrati i koristiti jedan ili nekoliko dijapozitiva. Nije teško razdvojiti one dijapozitive koji su potrebni od onih koji nisu. (3) Dijapozitive može da napravi nastavnik prirodnih nauka da bi zadovoljio potrebe.

- (4) Oprema potrebna za projektovanje je uglavnom raspoloživa. Verovatno postoji samo mali procenat škola koje nemaju projektore za dijapozitive.
- (5) Opremom za projektovanje dijapozitiva lako se rukuje.

Korišćenje standardnih dijapozitiva, $3,25 \times 4$ inča omogućava široku raznovrsnost ilustrativnog materijala. Mnogi od ovih dijapozitiva se komercijalno proizvode. Oni obuhvataju slike, dijagrame i drugi grafički materijal koji je od vrednosti za nastavnika prirodnih nauka. Pripremljene su zbirke dijapozitiva koje obuhvataju razne podgrupe u oblastima fizike, hemije, geologije, meteorologije i opšteg kursa prirodnih nauka. Takav materijal se može koristiti kao ilustrativan materijal u radu na jednoj jedinici nastave, za uvođenje jedne jedinice i kao osnova za pregled. Priručnici kojima su proračunate ove zbirke dijapozitiva u najvećem broju slučajeva se takođe isporučuju. Nastavnik prirodnih nauka ne treba da smatra da mora iskoristiti čitavu zbirku. On treba da se upozna sa svakim od dijapozitiva i sa odgovarajućim opisnim materijalom u priručniku. Oni dijapozitivi koji najbolje odgovaraju nastavi treba da budu izabrani i upotrebljeni. U nekim slučajevima najbolje je da se koriste dijapozitivi sa čitavim razredom: u drugim slučajevima dijapozitivi mogu najbolje koristiti od strane jednog ili nekolicine učenika.

Priručnik ne treba smatrati kao nešto što treba slediti bukvalno, već pre kao izvor materijala koji treba da učini dijapozitive korisnim. Često je nastavnik u stanju da iskoristi određeni dijapozitiv sa većom prednošću ako ne pročita učenicima objašnjenje koje se daje u priručniku, već se poziva na njega samo da bi dopunio svoje osnovno znanje.

Vrsta dijapozitiva sa kojom nastavnik prirodnih nauka treba da bude upoznat je tzv. dijapozitiv 2×2 inča. Takvi dijapozitivi zahtevaju poseban projektor ili adapter za standardni projektor. Dijapozitivi se fotografski prave na pločama ili sa kadrova na filmu od 35 mm. Slike se isecaju i postavljaju da bi se koristile kao dijapozitivi. Za sada još komercijalno pripremljeno materijal ove veličine nije tako bogat kao što ga ima u većim formatima dijapozitiva. Nastavnik prirodnih nauka koji poseduje kameru za snimanje od 35 mm može utvrditi da ovaj metod obogaćivanja njegovih sredstava predstavlja moguću i ekonomičnu prilaz.

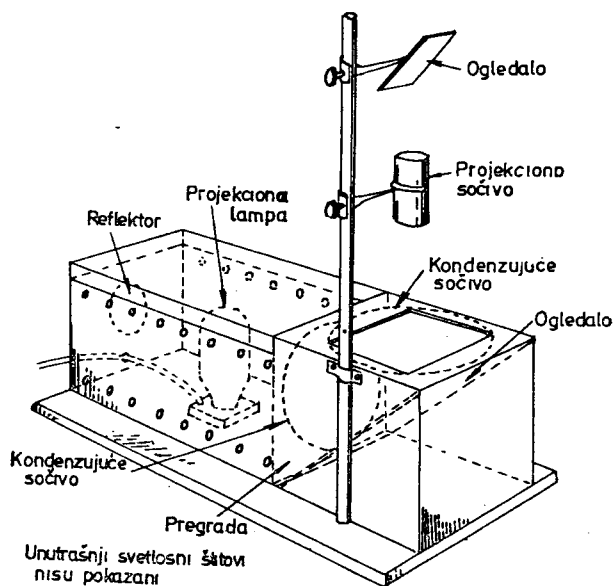
Upotreba vertikalnog projektora

Postoje dve opšte vrste projektora za dijapozitive, s tim što je horizontalna vrsta češća. Vertikalni projektor, za dijapozitive, mada se ređe koristi, pruža izvesne prednosti nad horizontalnim. Međutim, postoje neke posebne prednosti horizontalnog projektora koje se razmatraju na drugom mestu u ovoj glavi.

Prednosti vertikalnog projektora su: (1) On se upotrebljava kod demonstracija na stolu nastavnika u prednjem delu prostorije pre nego u sredini ili zadnjem delu prostorije. (2) Nastavnik stoji pred učenicima. (3) Lako se pušta u rad. (4) Dijapozitivi se stavljaju na njega onako kako bi ih čovek čitao. (5) Materijal na projektoru se lako može pokazati štapom na ekranu. (6) I neki drugi materijal osim dijapozitiva može biti projektovan. Takvi projektori se mogu dobiti od preduzeća koja prodaju vizuelnu opremu, kao i od nekih preduzeća koja vrše distribuciju naučne opreme.

Konstrukcija vertikalnog projektor

Nastavnik prirodnih nauka može izgraditi projektor koji može sasvim zadovoljavajuće poslužiti. (sl. 5). Projekciona sijalica od 500 vati postavlja se na jedan kraj metalne kutije $6 \times 6 \times 12$ inča (dimenzije su približne). Metal je gvožđe dimenzije br. 22 ili br. 24. Kraj kućišta sijalice ima otvore prečnika pola inča izbušene blizu donje ivice i blizu gornje ivice (bar šest otvora sa svake strane) da bi se obezbedilo hlađenje. Da bi se sprečilo prolaženje direktne svetlosti iz ovih otvora, metalni štitovi se postavljaju s unutrašnje strane na rastojanju od oko pola inča od zida. Osnova može biti drveni blok za koji je metalna kutija pričvršćena zavrtnjima. Konkavni reflektor se postavlja tako da je njegova glavna osovina u ravni sa optičkom



Sl. 5. Vertikalni projektor

osovinom sistema sijalica—ogledalo—sočivo. Na polovini kutije nalazi se vertikalna metalna pregrada koja drži plan-konveksna kondenzujuća sočiva. Kondenzujuća sočiva treba da budu približno pet inča u prečniku, a otvor u pregradi nešto manji. Metalni držači drže sočiva uz pregradu. Drugo kondenzujuće sočivo postavlja se kao što je pokazano sa ravnom stranom gore, odmah ispod vrha kutije i drži se metalnim držačima. Otvor na vrhu je otvor projekcione oblasti, standardnog dijapozitiva koji se postavlja pod pravim uglom na uzdužnu osu kutije. On se postavlja tako da je njegov geometrijski centar jednak sa optičkom osovinom sistema. Ogledalo se postavlja ispod otvora pod uglom od 45 stepeni, u odnosu na optičku osovину. Za dobijanje najboljih rezultata treba omogućiti prilagođavanje ogledala. Projekciono sočivo i drugo ogledalo pričvršćeni su na šipci prečnika $\frac{1}{8}$ i

$\frac{1}{2}$ inča koja je utvrđena za drvenu ploču i za metalnu kutiju kako bi kruto stajala. Čvrstina ove šipke određuje se fokusom dužinom projekcionog sočiva i dimenzijama drugog ogledala. Visina od 24 do 28 inča je zadovoljavajuća za sočivo i ogledalo. Šipka treba da bude postavljena prema središtu drugog kondenzujućeg sočiva. Projekciono sočivo treba da bude dobrog kvaliteta. Fokusne dužine od 6 ili 7 inča, prečnika od 2 inča. Sočivo treba da bude postavljeno, zatim pričvršćeno držačem kao što je držač kondenzatora, ili može biti rašen kružni držač i šipka koja ga drži pričvršćena za zid držača sočiva. Projekciono sočivo treba da bude postavljeno koncentrično u odnosu na drugo kondenzujuće sočivo. Iznad ovog sočiva je ogledalo dobrog kvaliteta, slabije ogledalo na ovom mestu ozbiljno kvari rezultate. Ovo ogledalo treba da ima približno dimenzije 4×6 inča. Držač drži ogledalo pri ivicama. On se može prilagoditi kako bi se mogao menjati položaj slike na ekranu. Zavrtnj od $\frac{1}{4}$ inča prolazi kroz držač ogledala. Leptirasta matica na ovom zavrtnju olakšava prilagođavanje ogledala. Zavrtnj (oko 5 inča dug) pričvršćen je univerzalnim držačem za šipku. Otkrivena površina ogledala postavlja se prema projekcionom sočivu tako da se zraci odbijaju na platno. Zadnja strana ogledala je pokrivena radi zaštite.

Dijapozitiv koji se koristi postavlja se na ploču (5). Projekciono sočivo se podiže i spušta sve dok slika ne dođe u žižu na platnu. Ako je platno znatno više od projekcionog stakla, može se nagnuti unapred pri vrhu kako se slika ne bi iskrivila. Za datu prostoriju ovaj položaj se lako određuje i tako se platno može postaviti u stalni položaj. Kruto platno koje se drži u ramu najbolje služi ovoj svrsi. Razdaljina platna od 4 do 12 stopa je zadovoljavajuća, i ona zavisi od projekcionog sočiva koje se koristi i željene veličine slike.

Materijal koji se projektuje

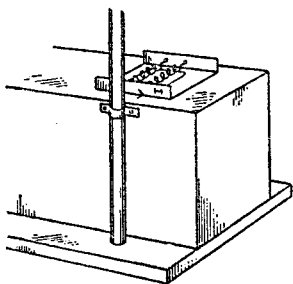
Postoji širok niz standardnih dijapozitiva dimenzija $3,25 \times 4$ inča, koje nastavnik prirodnih nauka može da koristi. Pored ovih dijapozitiva, postoje mnoge varijacije u tehnikama projekcije koje imaju vrednosti u nastavi prirodnih nauka.

Korisno sredstvo za nastavnika je takozvani dijapozitiv sa šarkama ili kao knjiga. On se sastoji od dva dijapozitiva povezana zajedno duž jedne ivice, s tim što gumirana traka služi kao šarka. Razne vrste materijala mogu da budu postavljene između ove dve staklene ploče i projektovane. O metodama za pravljenje dijapozitiva kucanih na mašini govori se u poglavlju „Amaterski dijapozitivi“. Sledeći materijal se predlaže za korišćenje u ovim dijapozitivima: (1) Kucani celofanski dijapozitivi kucani na mašini, (2) Fotografski negativ, (3) Isecci filmske trake, (4) Filmovi, (5) Obojeni celofan.

Demonstraciona oprema za projekcije

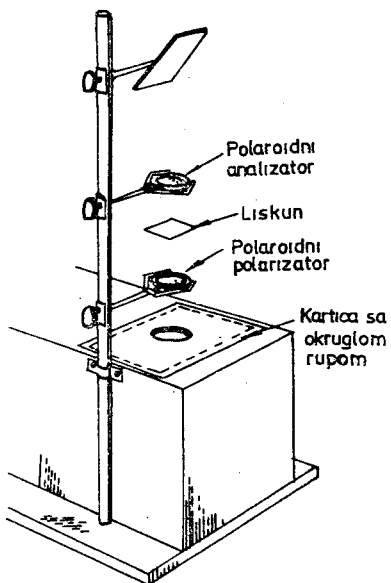
Projektor se može koristiti da bi se pokazali mnogi eksperimenti u toku. Uglavnom, vertikalni projektor je pogodniji za ovu upotrebu od horizontalnog. Oprema opisana u sledećim predlozima može se efikasno koristiti na vertikalnom projektoru, mada u nekim slučajevima mogu biti izvršena prilagođavanja za horizontalni projektor.

1. *Aparatura za proučavanje talasnog kretanja.* Aparatura za proučavanje talasnog kretanja može se sastojati od spiralnog mamotaja žice na ramu (sl. 6). Okretanjem ručice kod tačke H, slika se projektuje na platno i ukazuje na kretanje talasa. Komad voska stavljen na žicu pokazuje kretanje energetskog polja, ili se može upotrebiti za ilustrovanje jednostavnog harmonijskog kretanja. Bakarni lim broj 20 poželjnog je kvaliteta i debljine za ram, mada i druge vrste metalnih limova mogu biti upotrebljene.



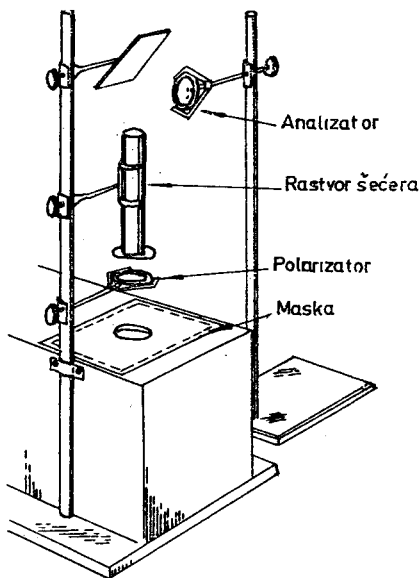
Sl. 6. Talasna aparatura

3. *Polarizovana svetlost.* Razne demonstracije korišćenja polarizovane svetlosti mogu biti izvršene. Za ovu svrhu, projekciono sočivo se skida. Polaroidni diskovi mogu se držati u svetlosnom zraku iznad ploče projektora



Sl. 7. Prilagodavanje vertikalnog projektora za proučavanje polarizovane svetlosti

2. *Elektrolitička ćelija.* Petrijeva šolja ili drugi plitki stakleni sud može biti upotrebljen kao elektrolitička ćelija. Sud se stavlja na ploču projektora sa malom količinom elektrolita koja pokriva dno. Elektrode se postavljaju na suprotne krajeve ćelije. Svaka elektroda ima oblik slova, s tim što je gornja poprečna crta savijena pod pravim uglom prema dršci. Poprečna šipka ostaje u tečnosti, a drška sa žicom koja prenosi struju leži na ivici suda. Brzina oslobađanja gasova i proces galvanizacije metala se lako demonstriraju (vidi str. 191 i 393).

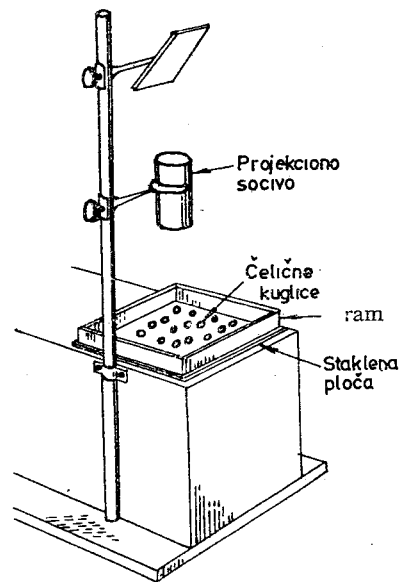


Sl. 8. Pokazivanje efekta rastvora šećera na polarizovanu svetlost

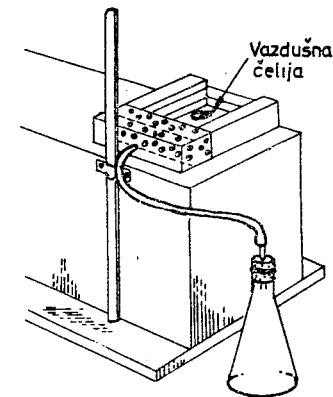
pravilno postavljenim držačima (sl. 7). Pločice liskuna, plastični modeli i celofan mogu da se stave u ovaj zrak polarizovane svetlosti i efekti proučavaju na platnu. Kristali benzoeve kiseline, aspirina, hidrohina, kalijum nitrata, boraksa i kalijum hlorata mogu biti proučavani. Ovi kristali treba da se stvaraju sporim isparavanjem rastvora na jasnom dijapozitivu.

Efekat rastvora šećera na ravan polarizacije polarizovane svetlosti pokazuje se na odgovarajući način. U tu svrhu, polaroidni disk se postavlja odmah iznad projektora. Rastvor šećera se stavlja u stakleni cilindar, kao što je higrometarski sud ili građuirani cilindar. Ovaj cilindar se stavlja na put polarizovane svetlosti. Drugi polaroidni disk (analizator) može biti postavljen iznad cilindra ili u vertikalnom položaju između ogledala i platna (slika 8). Kada se koristi, analizator se okreće do tačke maksimalnog gašenja bez stuba rastvora šećera. Cilindar koji sadrži rastvor se zatim postavlja na put zraka i analizator prilagođava dok se ponovo ne postigne maksimalno gašenje. Rotacija ravni polarizovane svetlosti je pri tom kvalitativna. Ako se želi, kvantitativni odnos može biti utvrđen označavanjem položaja analizatora.

4. *Kinetička teorija.* Kinetička teorija materija može se demonstrirati postavljanjem na ploču projektora jedne staklene ploče približnih dimenzija 8×8 inča (slika 9). Drveni ram spoljnih dimenzija 6×6 inča postavlja se na staklo. Čelične kuglice prečnika $\frac{3}{16}$ inča nalaze se u ramu. (Ova dimenzija nije posebno važna). Može se upotrebiti 25 do 50 ovih kuglica. Pokretanjem rama u rotacionom pravcu, kretanje kuglice se projektuje na platnu i daje dvodimenzionalnu sliku kretanja molekula. Analog Braunovom kre-



Sl. 9. Demonstracija kinetičke teorije



Sl. 10. Projekcija vazdušno-protočne ćelije

tanju demonstrira se postavljanjem čeličnih kuglica dva različita prečnika u ram. Rotacija rama demonstrira efekat manjih kuglica na veće.

5. *Vazdušno-protočna ćelija.* Projekcija vazdušno-protočne ćelije se lako može izvršiti (sl. 10). Ćelija se sastoji od dve ploče stakla za dijapozitive ($3\frac{1}{4} \times 4$ inča) koje drže drveni delovi sa metalnom ćelijom na kraju. Metalna ćelija ima niz ploča za usmeravanje koje služe da bi se raspodelio protok dolazećeg gasa. Gas može postati vidljiv korišćenjem generatora sa suvim ledom i vrućom vodom. Mali delovi suvog leda postavljaju se u bocu i dodaje se vruća voda. Para se pomoću gumene cevi dovodi do ćelije. Tu se raspodeljuje u komoru na kraju i ravnomerno protiče kroz ćeliju. Mali predmeti u vidu kvadrata, kružića, aerodinamičnih predmeta ili delova krila stavljaju se u ćeliju i njihova slika prenosi na platno. Kretanje vazduha se jasno demonstrira, pokazujući efekat laminarnog strujanja, vrtloga, trubulencije i slično.

6. *Magnetno polje.* Odgovarajuće ćelije bez protoka vazduha mogu poslužiti da bi se pokazala razna svojstva magnetnog polja. Na primer, selenoid može biti stavljen u ćeliju. Gvozdeni opilci se stavljaju u selenoid i kada struja prolazi kroz njega pokazuje se priroda magnetnog polja u jezgru.

7. *Magnetni kompas.* Može se obezbediti ćelija za pokazivanje aktivnosti magnetnog kompasa za vertikalni projektor. Kompasna igla dužine 1—2 inča pričvršćuje se u centralnoj tački na stubiću, zalepljenom za površinu dijapozitiva u centralnom položaju. Može se upotrebiti kompasna igla iz malog džepnog kompasa. Ponašanje kompasa kada se približava magnetno polje posmatra se projektovanjem na platno. Jedan pol kompasa može se identifikovati obeležavanjem vrha delićem lepljive trake.

8. *Električni instrumenti.* Siluete električnih instrumenata mogu biti projektovane. Uklanjanjem metalnog zadnjeg dela instrumenta, omogućava se da svetlost prolazi kroz instrument pokazujući siluetu mehanizma. Za kvantitativni rad, skala koja je uklonjena može biti reprodukovana na komadu stakla ili celuloida.

9. *Nebeske karte.* Dijapozitivi koji predstavljaju nebo mogu biti napravljeni za upotrebu kod horizontalnih ili vertikalnih vrsta projektor. Ovi dijapozitivi mogu predstavljati bilo koji deo neba i prave se postavljanjem mase od hartije između dva stakla za pokrivanje dijapozitiva ili delova stakla. U masi se izbuše rupe da bi predstavljale zvezde. Ove rupe se postavljaju shodno relativnom položaju nekih zvezda na nebu. Veće rupe predstavljaju zvezde veće veličine. Zvezdane karte mogu biti korišćene kao modeli. Dobro je kontrolisati izgled sazvežđa na nebu posle pripremanja materijala.

Detaljnija nebeska karta može se napraviti korišćenjem kružnih komadića stakla sa polarnom zvezdom predstavljenom u centru stakla. Zvezde na severnom nebu mogu se prikazati u svom odgovarajućem položaju. Dva staklena diska se zatim zajedno pričvrste lepljivom trakom. Diskovi mogu biti rotirani dok se projekcija baca na platno, predstavljajući na taj način vidljivo kretanje zvezda na nebu. Uređaj za tu svrhu može se kupiti u trgovini.

10. *Neke fizičke pojave* mogu biti pokazane projektovanjem iz Petrijeve šolje ili epruvete na ekranu vertikalnog projektor. Među njima su:

a) Prezasićenost (vidi str. 251). Zbog zagrevanja projektor, ćelija za hlađenje (epruveta) koja sadrži jednogprocentni rastvor bakar-sulfata postavlja se na ploču dok se iznad nje na staklenoj ploči nalazi Petrijevi sud.

b) Kristalizacija sumpora iz rastvora u ugljen-dioksidu. Nekoliko kapi se stavlja u Petrijevi sud za isparavanje.

c) Brzina difuzije tečnosti. Petrijevi sud sadrži vodu; dodaje se kap metilenske boje.

d) Taloženje koloida kao što je arsen-trisulfid, koristeći aparaturu kao gore pod (2).

e) Smanjenje površinskog napona, korišćenjem raznih metoda (vidi str. 357).

11. *Razne hemijske reakcije* mogu se pokazati koristeći malu količinu tečnosti u Petrijevom sudu ili epruveti koja se postavlja na ploču. Vertikalni projektor može biti korišćen uglavnom da bi se pokazale reakcije opisane u poglavlju Epidijaskopija (vidi str. 85).

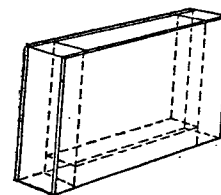
Korišćenje horizontalnog dijaprojektor

Horizontalni projektor, uz korišćenje vertikalne ćelije, ne omogućava lako neke projekcije koje su opisane u prethodnim pasusima. Projekcija dijapozitiva, slike iz knjige i nekih specijalnih dijapozitiva moguća je u horizontalnom projektoru. Mnoge demonstracije koje zahtevaju specijalne ćelije i druge delove opreme ne mogu se tako lako izvesti horizontalnim projektorom. Postoje međutim neke vrste projekcija koje izgleda da su bolje prilagođene horizontalnom nego vertikalnom projektoru.

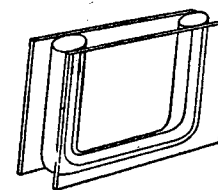
Projekciona ćelija

Za ove projekcije potrebna je specijalno konstruisana ćelija. Prilagodavanja ove ćelije vrše se prema potrebama. Ćelija je napravljena tako da se može staviti u otvor u koji se ram koji nosi dijapozitiv normalno stavlja.

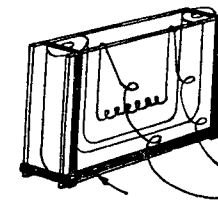
1. Projekciona ćelija može se napraviti korišćenjem dve staklene ploče za dijapozitiv koje su rastavljene otprilike $\frac{1}{8}$ do $\frac{3}{16}$ inča (slika 11). Materijal koji se koristi za razdvajanje pločica može biti staklo ili plastična masa. Kao vezivni materijal koristi se 25% rastvor polivinil-acetata u acetonu. Delovi se premazuju ovim, postavljaju u svoj položaj i pušta se da aceton ispari. Ćelija se zatim stavlja pod malo opterećenje i peče u peći na temperaturi od 100°C oko 10 minuta. (Umesto polivinil-acetata može se na zadovoljavajući način upotrebiti čvrsti lepak Dekotinskog).



Sl. 11. Ćelija od staklenih ploča i traka



Sl. 12. Ćelija od staklenih ploča i savijene staklene šipke



Sl. 13. Ćelija od staklenih ploča i gumene cevi. Pokazana sa spiralnim kalemom

2. Pločice mogu biti razdvojene staklenom šipkom savijenom u obliku slova U (sl. 12). Treba voditi računa da se one nalaze u istoj ravni posle savijanja. Šipka tako napravljena se ravna po svojim stranicama praškom karborunduma. Nekoliko grama praška karborunduma broja 80 ili finije granulacije stavljaju se na staklenu ploču i pokvase vodom. Šipka se po tome trlja s obe strane dok se ne stvori ravna površina širine oko $\frac{1}{8}$ inča. Delovi se sastavljaju jednim od lepaka koji su gore opisani.

3. Čelija se može lako napraviti korišćenjem gumenog creva prečnika $\frac{3}{16}$ ili $\frac{1}{4}$ inča i otprilike 10 inča dužine (sl. 13). Crevo se postavlja u odgovarajući položaj i iznad njega se stavlja komand drveta nešto manji nego što je staklena ploča. To se opterećuje da bi se crevo sabilo. Dve ploče se povezuju zajedno na krajevima tankim trakama lepljive trake. Pre uklanjanja opterećenja svojim dnom čelija se stavlja na odgovarajuću podlogu.

Sledeća korišćenja čelije za vertikalnu projekciju ukazuju na raznovrsnost mogućnosti za koje ih domišljati nastavnik prirodnih nauka može lako primeniti. Položaj i kretanje slike na platnu su svakako obrnuti.

1. *Konvekciona čelija.* Konvekcija se pokazuje u čeliji stavljanjem kalama namotanog u vidu spirale (sl. 13). Spirala je vezana za izvor struje reostatom u nizu. Reostat je prilagođen tački u kojoj žica zadržava slabo crveno usijanje. Kada je ovo prilagođavanje izvršeno, omogućava se da se žica ohladi i voda se sipa u čeliju. Čelija se stavlja u dijaprojektor i slika konvekcionih struja od zagrejjane žice se projektuje na ekran.

2. *Relativna gustina.* Relativne gustine raznih tečnosti mogu se pokazati stavljanjem u takvu čeliju male količine žive, zasićene rastvorom kalijum-karbonata u vodi, obojenog alkohola i kerozina. Tečnost se promeša a zatim projektuje. Posmatranje razdvajanja u nivoe raznih gustina je interesantno i instruktivno iskustvo.

3. *Elektrolitička čelija.* Stavljanjem vertikalnih elektroda u takvu čeliju elektro depozicija raznih metala i gasova može se lako demonstrirati. Prekrivanje bakrom ili srebrom i rastvaranje vode na njene sastavne delove može se pokazati.

4. *Kapilarno dejstvo.* Kapilarno dejstvo može se pokazati stavljanjem cevi različitih prečnika u vertikalnu čeliju koja sadrži malu količinu obojene vode. Ploče koje se dodiruju na jednoj vertikalnoj ivici i skoro su priključljene na drugoj mogu se koristiti umesto cevi.

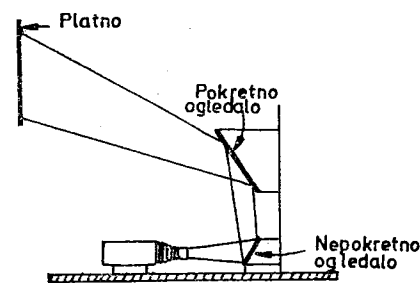
5. *Površinski napon.* Efekat površinskog napona može se pokazati postavljanjem četke od kamilje dlake u vodu u čeliji za projekcije. Kada se četka podiže iz vode efekat površinskog napona može se videti na ekranu.

6. *Hemijske reakcije.* Neke vrste hemijskih reakcija mogu se izvesti u vertikalnoj čeliji za projekcije ako je prostor iznad čelije otvoren. To se može postići uklanjanjem dela rama koji drži nosač dijapozitiva ili uklanjanjem pomoćnih zastora dijaprojektora. U ovom drugom slučaju čelija se postavlja u ram blizu mesta koje zauzima nosač dijapozitiva. Mogu se koristiti takve reakcije kao što su reakcije kiselina sa bazama uz prisustvo indikatora za promenu boje i metala i metalnih oksida sa razblaženim kiselinama.

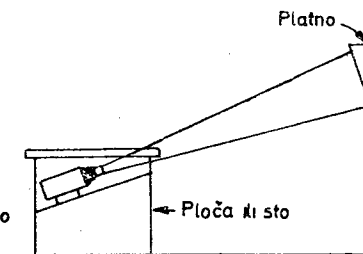
Specijalne primene

Za horizontalni dijaprojektor vezana je ta nepogodnost što on treba da se nalazi na izvesnom rastojanju od prednjeg dela prostorije, često na nepogodnom položaju u centru prostorije gde mogu smetati pričvršćena sedišta ili stolovi, ili gde nema uređaja. Mogući su izvesni aranžmani kojima se teži da se otkloni ova nepogodnost.

1. *Dvostruko odbijanje.* Dva ogledala se postavljaju da bi se promenio pravac svetlosti (sl. 14). Potrebno je koristiti ogledala dobrog kvaliteta kako bi se izbegao gubitak intenziteta osvetljenja. Međutim, ako se povede računa, ovaj raspored je zadovoljavajući. On ima prednost da se projektor postavlja u blizini prednjeg dela prostorije i da obrće sliku koja se posmatra, tako da tamo gde se koristi čelija za projekcije na ekranu se može videti normalni položaj sadržine.



Sl. 14. Projekciona lampa sa dvostrukim reflektorom



Sl. 15. Projekciona lampa kratke žižne daljine u stolu za demonstracije

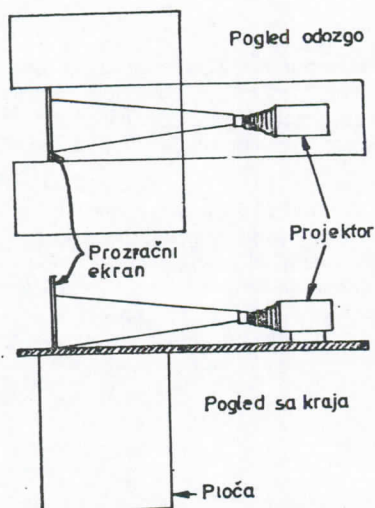
2. *Korišćenje sočiva sa kratkom žižnom daljinom.* Horizontalni projektor može biti opremljen sočivom sa kratkom žižnom daljinom. Uobičajeno sočivo predviđa projekciono rastojanje od 25 do 35 stopa. Ako se ono može zameniti sočivom sa kratkom žižnom daljinom (približno 4 inča), projektor se može koristiti u blizini prednjeg dela prostorije na jedan od sledećih načina:

a. Projektor se može staviti na sto za demonstracije (sl. 15). On se lako može koristiti podizanjem jednog dela ploče stola pri čemu nije potrebno nikakvo prilagođavanje. Potrebno je postaviti projektor pod malim uglom, ali ako se povede računa ovaj ugao ne remeti ozbiljno rad lampe.

b. Deo ploče stola može biti na šarkama, (sl. 16) projektor se postavlja na donji deo ovog dela ploče. Providni ekran se postavlja na sam sto i povlači naviše tako da stoji između projektora i posmatrača.

c. Ako nije moguće postaviti projektor u sto, on se može postaviti na sto. (sl. 17). U jednom uglu sobe postavlja se ekran od mutnog stakla.

3. *Projektor kao iluminator.* Horizontalni projektor može se koristiti i samo za osvetljavanje, služeći prosto kao sistem kondenzatora (sl. 18). Predmet koji se projektuje postavlja se nešto dalje od projekcionog sočiva.



Sl. 16. Projekciona lampa kratke žižne daljine sa prozračnim ekranom

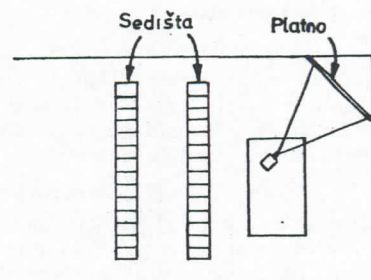
Drugo sočivo se postavlja ispred predmeta da bi usmerilo sliku predmeta na ekran. Ovakvo postavljanje je sasvim zadovoljavajuće naročito tamo gde su ćelije i drugi predmeti suviše debeli da bi se postavili u normalni položaj za projektovanje.

4. *Drugi izvori osvetljenja.* Nije potrebno zavisiti od horizontalnog projektora kao izvora osvetljenja. Takvo osvetljenje može se obezbediti korišćenjem lampe sa lukom (vidi str. 110) ili jakom projekcionom sijalicom. Pošto se ploča ili mesto za predmete koji se projektuju obezbedi, projekciono sočivo se stavlja ispred ovog. Takvo postavljanje može biti stalno, oslobađajući na taj način horizontalni projektor za druge svrhe.

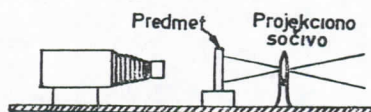
5. *Ugrađeni projektor.* Uređaj koji u suštini predstavlja vertikalni projektor ugrađen je u sto za demonstracije (sl. 19). Projekciona ploča projektora jednaka je po visini sa površinom stola za demonstraciju. Sve što je potrebno za projektovanje jeste postavljanje ogledala u odgovarajući položaj. Ogledalo se nalazi na pogodnom mestu u samom stolu. Projekciona ploča projektora je zaštićena kada se ne koristi jednom drugom pločom ili može biti napravljena od stakla debljine $\frac{1}{4}$ inča tako da bi izdržala habanje kome normalno može biti izložena kao deo površine stola za demonstracije. Neophodno je da se preduzmu mere za hlađenje projekcione lampe.

Amaterski dijapozitivi

Mada gotovi dijapozitivi mogu biti nabavljeni iz raznih izvora (vidi str. 99), često je poželjno pripremiti na licu mesta dijapozitive za zadovoljavanje sopstvenih potreba. Prazni ramovi za dijapozitive su dosta jeftini. Mada se mogu napraviti od prozorskog ili drugog stakla veličine $3\frac{1}{4} \times 4$ inča, ovakvi ramovi uglavnom ne zadovoljavaju. Ako je staklo prljavo, ono



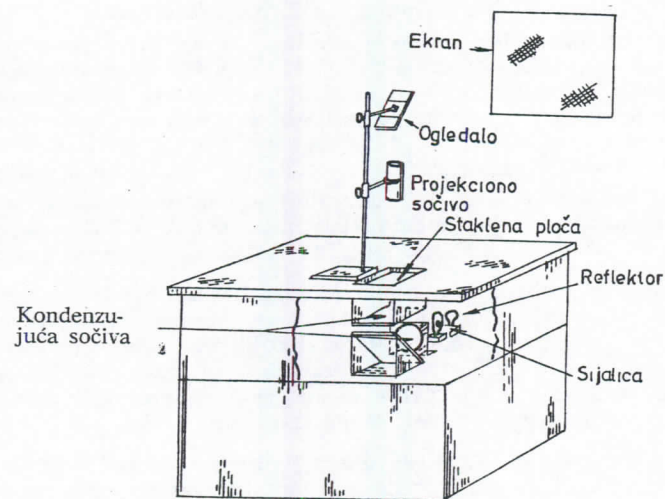
Sl. 17. Projekciona lampa kratke žižne daljine sa mutnim ekranom



Sl. 18. Projekciona lampa upotrebljena kao iluminator

se mora potpuno očistiti. Ako sapun i voda i druga uobičajena sredstva ne postignu uspeh, za čišćenje se može upotrebiti rastvor kalijum dihromata (vidi str. 140). Stakla treba da budu dobro isprana vodom posle čišćenja.

Moguće je pisati direktno na čistom staklu indijskim mastilom ili nekim mastilom koje se ne rastvara u vodi. To može biti zadovoljavajuće za



Sl. 19. Vertikalni projektor ugrađen u demonstracioni sto

jedan ili dva dijapozitiva, naročito ako stalnost nije značajan faktor. Obično je teško dobiti vrlo odgovarajuće i stalne rezultate bez premazivanja staklene pločice. Naročito treba povesti računa da se prstima ne dira onaj deo stakla gde će se pisati mastilom, jer znoj otežava mastilu da se veže sa staklom. Moguće je pribaviti mastilo koje je specijalno pripremljeno za pisanje po staklenim pločicama.

Prevlačenje staklenih pločica

Nađeno je da su dva jednostavna i jeftina metoda naročito pogodna za prevlačenje pločica. To su rastvori želatina u vodi i bezbojnog laka u rastvaraču. Mala količina rastvora u rastvaraču je zadovoljavajuća (otprilike jedan deo na 50 ili čak 100 delova u oba slučaja).

Za prevlačenje želatinom, nabavlja se mala količina granuliranog želatina. To se može kupiti u bakalnici ili u magacinu za snabdevanje laboratorije. Obično se može, takođe, koristiti i čist ili mutan želatin za kolače. Ovaj drugi se može kupiti i u bakalnicama. Otprilike jedna četvrtina kašičice želatina rastvara se u šolji vruće vode — ili pet mililitara ili 10 mililitara želatina na 500 mililitara vode. Rastvor se stavlja u dovoljno širok sud da bi se lako potopila cela pločica. Pločica se, držeći za ivicu, umače u rastvor. Pločica se zatim postavlja pod izvesnim uglom na papirnate salвете, novine ili upijač, da bi se ocedila i osušila. To se može završiti za pet ili deset minuta.

Za prevlačenje lakom koristi se rastvor jednog dela bezbojnog laka na 50 do 100 delova rastvarača. To se može kupiti u prodavnicama boja ili gvoždarama. Ovaj rastvor se može preneti na staklenu pločicu četkicom ili se pločica može umočiti. Pločice treba da budu stavljene pod malim uglom na ploču stola oslanjajući se s jedne strane na neki oslonac, bilo drugu staklenu pločicu ili duži ravan komad drveta, dok se drugi kraj oslanja na sto. Pod pločice treba staviti novine ili neki drugi zaštitni papir. Lak brzo isparava i pločice se mogu koristiti skoro trenutno. Potopljene pločice imaju prednost što su obe strane prekrivene tako da se bilo koja strana može koristiti. Sa pločicama koje su prevučene samo s jedne strane, kao što su one prevučene lakom pomoću četkice, može biti poželjno da se na izvestan način označi koja je prevučena strana. To se može učiniti stavljanjem tačke indijskim mastilom na ugao pločice.

Na prevučanim pločicama može se veoma lako crtati ili pisati indijskim mastilom. Treba voditi računa da linije budu dosta tanke: specijalno pero za pisanje ovim mastilom može se kupiti u knjižarama i ono sasvim zadovoljava.

Pločica se može staviti iznad milimetarske hartije ili hartije za crtanje tako da se dobijaju ravne i uniformne linije. Sa obe strane ivice treba zadržati marginu otprilike $\frac{3}{8}$ inča, kako bi se sve što je napisano i nacrtano videlo na ekranu.

Rapavo staklo ili gravirane pločice

Na pločicama od rapavog stakla može se pisati ili crtati olovkom ili mastilom, korišćenjem pera za tuš. Mastilo za dijapozitive, koje se na zadovoljavajući način može koristiti kod ploča od rapavog stakla, može se kupiti.

Abrazivi koji su pogodni i koji se lako mogu dobiti za pravljenje pločica od rapavog stakla su fini brusni papir ili karborundum prašak (br. 120 ili finiji). Mogu se takođe koristiti i jedinjenja za brušenje ventila (za ventile automobilskog motora). Pogodnija je ona vrsta koja ima vođenu bazu od one koja ima uljanu. Mogu se takođe nabaviti i drugi komercijalni abrazivi.

Mala količina abraziva treba da se postavi na glatki komad gvožđa ili na deo staklene ploče nešto veći od staklene pločice za dijapozitiv. Dodaje se voda da bi se ovlažio abraziv. Staklena pločica se postavlja na ovu mešavinu i trlja se kružnim kretanjem. Treba je često pregledati dok ne postane rapava po čitavoj površini, a takođe treba voditi računa da rapavost ne bude suviše velika. Dalja rapavost čini pločicu manje providnom, što daje manje zadovoljavajuće rezultate.

Glavna prednost korišćenja pločica sa rapavim staklom je da se na njima može pisati običnom olovkom i da se mogu bojiti bilo kojom vrstom specijalnih krejona ili mastila za dijapozitive. Mastila u boji daju sjajniju boju. Glavna nepogodnost pločica od rapavog stakla je u tome što znatno smanjuju osvetljenost.

Svaka vrsta staklenih pločica može se lako obraditi za ponovno korišćenje. Nprevučene pločice na kojima je pisano indijskim mastilom, ili rapave ili hemijski nagrizenе staklene pločice na kojima je crtano krejonima, mogu se isprati toplom vodom i sapunom. Za pločice od rapavog stakla na kojima je pisano običnom olovkom može se koristiti i guma za brisanje olovke ili mastila. Posle toga mogu se isprati toplom vodom i sapu-

nom. Hemijski tretirane staklene pločice na kojima je pisano specijalnim mastilom za dijapozitive mogu se očistiti specijalnim rastvaračem koji se isporučuje zajedno sa mastilom.

Upotrebljene staklene pločice prevučene želatinom mogu biti očišćene toplom vodom, dok one koje su prevučene lakom treba čistiti rastvaračem za lak. Prazne staklene pločice treba da budu očišćene pre nego što se ponovo prevuku ili koriste.

Zaštita pripremljenih staklenih pločica

Pripremljena pločica može se upotrebiti u projektoru čim se osuši. Daljim korišćenjem često se može izgresti ili pokvariti pločicama ukoliko nije zaštićena. Efikasan način za zaštitu pripremljenih staklenih pločica je postavljanje u drugi ram za dijapozitive sa drugim staklom preko pripremljene pločice i vezivanje ovih zajedno lepljivom trakom. Nepogodnost ovog metoda zaštite je da se po dve pločice koriste za svaki dijapozitiv. Materijal na pločici je međutim potpuno zaštićen.

Drugi zadovoljavajući način za zaštitu staklenih pločica je korišćenje prevlake laka direktno preko pripremljene pločice. To je naročito pogodno kod nprevučениh pločica ili onih koje su prevučene rastvorom laka. Lak treba da bude koncentrovaniји nego onaj za prvobitno prevlačenje. Zadovoljavajući je odnos jedan deo bezbojnog laka sa jednim delom rastvarača. Lak može biti stavljen i u većoj koncentraciji. Kod premazivanja lakom treba voditi računa da on prekrije pločicu bez vraćanja četkice gore-dole, jer će se inače mastilo razliti. Mastilo treba da bude suvo i treba da bude dovoljna količina rastvora laka na četkici.

Ako je pločica vredna, može biti poželjno da se koristi dodatno staklo za pokrivanje i da se obe pločice povežu na uobičajeni način. Tamo gde stalnost nije značajna, sasvim je zadovoljavajuće prevlačenje lakom.

Kutije koje imaju pregrade za razdvajanje staklenih pločica mogu se kupiti ili napraviti. Neke od njih imaju useke u koji se stavljaју pločice. Takve kutije su dosta nezgrapne, zbog neupotrebljivog prostora koji je potreban za razdvajanje pločica. Drugo praktično ograničenje je vezano za identifikovanje svake pločice. Pločice se mogu podići ili svaka od njih može biti obeležena brojem, s tim što postoji šifra sa oznakama šta ovi brojevi znače.

Metod koji se pokazao zadovoljavajući sastoji se od stavljanja pločica u omot uz pisanje napomene na gornjoj ivici omota u vezi sa prirodom pločice. Pločice se mogu staviti jedna uz drugu bez opasnosti da će biti izgrebane i poređane zajedno sa karticama u normalnoj kutiji za kartice. Napomene na vrhu omota mogu se lako pročitati kada se pločice razdvoje. Pločice za jednu jedinicu mogu biti postavljene iza kartice obeležene jahaćem bez obzira na broj šeme i lako će se naći kad su potrebne. Zadovoljavajući omot za ovu svrhu je obični omot od hartije koji koriste bibliotekari za uobičajene kartice za knjige.

Pravljenje dijapozitiva od celofana

Za korišćenje kucanog materijala, celofanski dijapozitiv je izvrstan i lako se i ekonomično može pripremiti. Celofanski dijapozitivi, isečeni prema veličini i postavljeni između dvostrukog indiga mogu se kupiti u raznim

trgovinama. Obični celofan za pakovanje može se koristiti: on se seče makazama na odgovarajuću veličinu ($3\frac{1}{4} \times 4$ inča). On se može kupiti u raznim bojama.

Celofan se postavlja između dvostrukog indiga dobrog kvaliteta koji je dva puta veći od samog dijapozitiva i savijen po sredini. Celofan se postavlja između tako da se s obe strane nalazi indigo pri čemu prilikom kucanja slova izlaze s obe strane celofana. Kod kucanja treba zadržati marginu od $\frac{3}{8}$ inča oko čitave pločice celofana. Pantljika treba da bude postavljena kao za kucanje matrica tako da se slova sa trake ne pojave, a indigo treba da bude korišćen samo jednom da bi se obezbedio dobar otisak. Celofan se može koristiti i za pisanje ili crtanje indijskim mastilom, mada treba voditi posebno računa jer pošto su listovi celofana veoma tanki, vrh pera lako ih može probiti, što dovodi do mrlje. Deblji celofan od onog za pakovanje se takođe može kupiti. Na takvim dijapozitivima indijsko mastilo se može koristiti direktno bez potrebe da se vrši prevlačenje nečim. Kod crtanja ili pisanja na celofanu treba voditi računa da prsti ne dođu u dodir sa celofanom, jer tragovi znoja otežavaju primanje mastila. Ram, isečen od debljeg kartona ili metala sa otvorom otprilike $2\frac{1}{2} \times 3$ inča, postavlja se preko celofanskog dijapozitiva. Pisanje se vrši kroz ovaj otvor, dok se dijapozitiv čvrsto drži pritiskanjem po ivici.

Kada je celofanski dijapozitiv gotov on se može staviti između staklenih pločica za projektovanje. Celofanski dijapozitiv ne treba da ostane u projektoru sa jakim izvorom svetlosti (sijalicom od 500 vati ili više) za duže od nekoliko minuta. Celofanski dijapozitiv može se postaviti između dve staklene pločice pričvršćene lepljivom trakom za stalno korišćenje ili se može držati u kovertama od deblje hartije.

FILMSKA TRAKA

Filmska traka je poznata pod raznim imenima kao što su filmska traka ili film za dijapozitive. Filmska traka se sastoji od niza slika ili drugog materijala na traci filma od 35 mm. Svaka slika ili kadar projektuje se jedan za drugim, dajući na taj način rezultate koji se mogu porediti sa onima koji se postižu korišćenjem dijapozitiva. Projektovanje filmskih traka ima prednost da je relativno jeftin i projektor i filmska traka. Projektorom se može jednostavno rukovati i on se može lako prenositi. Filmske trake su relativno trajne, mada mogu biti oštećene. Postoji izvesna nepogodnost u pogledu stalnog rasporeda sekvenci, mada ova obično nije ozbiljna.

Postoji ogroman broj filmskih traka od interesa za nastavnika prirodnih nauka, koje detaljno obuhvataju mnoge oblasti prirodnih nauka. Svaka filmska traka može imati od nekoliko do 100 ili više kadrova. Sadržina filmske trake može varirati u velikoj meri u detaljima i u nivou zrelosti za koji je prilagođena, tako da nastavnik prirodnih nauka treba unapred da brižljivo prouči filmsku traku i da koristi one kadrove koji najbolje služe njegovoj svrsi. Filmska traka može se koristiti u celosti ili se mogu koristiti izabrani kadrovi.

Ove filmske trake mogu biti sa tekstom, ali i ne moraju. Neke filmske trake su napravljene da bi se koristile samo sa manuelnim projektorima, pa prema tome nemaju nikakvog teksta. Druge imaju tekst, ali nemaju uputstva. Tekstovi prate slike ili kadrove sa nekim trakama; kod

nekih drugih one su na posebnim kadrovima. Nastavnik treba da bude potpuno upoznat sa sadržinom teksta i uputstava i prirodom slika pre nego što počinje da planira njihovo korišćenje.

Projektovanje filmskih traka zahteva ili poseban projektor ili adapter za projektor dijapozitiva ili neprozračnog materijala. Postoje kombinovani projektori koji se komercijalno proizvode za filmske trake i dijapozitive veličine 2×2 inča.

Korišćenje projektor za filmsku traku ima dodatnu pogodnost za amatera fotografa, koji može praviti svoje sopstvene slike kamerom koristeći film od 35 mm. Prednosti su ne samo u činjenici da nastavnik može napraviti tačno one slike koje želi, već takođe i u lakoći pravljenja slika. Nastavnik može ako želi, razviti svoje sopstvene slike, na taj način čineći proces još direktnijim i jeftinijim.

Proizvodnja takvog vizuelnog materijala od strane nastavnika prirodnih nauka pruža bogatstvo materijala koji se drukčije ne može dobiti. Predložena korišćenja su: fotografisanje industrijskih postupaka (možda je potrebno dobiti prethodno odobrenje), laboratorijske opreme, slika, grafikona i sličnog, do čega se obično ne može doći za korišćenje u razredu zbog veličine i lokacije.

EPIDIJASKOPIJA

Svrha epidijaskopije je da se projektuje na ekran povećana slika neprozirnog materijala. Prostorija koja se koristi za epidijaskopiju treba da bude relativno mračnija nego što je potrebno za projekciju filmskih kadrova ili dijapozitiva; međutim, bogatstvo materijala koji se može dobiti je takvo da se sasvim isplate naponi potrebni da se obezbedi odgovarajuće zamračenje sobe. Ovi materijali mogu obuhvatati: fotografije, grafikone, karte, mape, stvarne predmete, štampani materijal koji treba pročitati iz knjiga, časopise i listove.

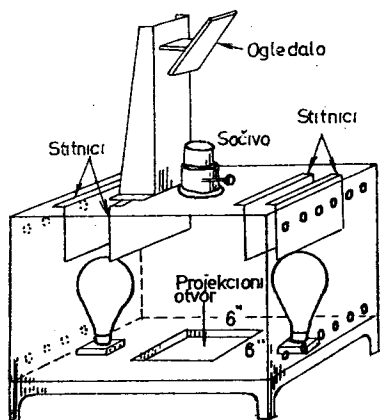
Aktuelni i stariji brojevi časopisa i listova imaju bogatstvo materijala koje nastavnik prirodnih nauka može želiti da koristi povećane za razred. Slično tome, tekstovi i knjige na koje se treba pozivati, laboratorijski pribor, trgovачki časopisi i fotografije mogu se koristiti. Kucani materijal, kao što su tekstovi i laboratorijska uputstva, mogu se takođe projektovati. Crtanje karte, dijagrami i mape mogu se prikazati istom metodom. Gde je moguće, dobro je otkucati ili iscrtati materijal koji će se koristiti na brolu ili nekoj čvršćoj hartiji ili kartonu. Slike stvarnih predmeta mogu se projektovati stavljajući one delove koje treba posmatrati otprilike na istu žižnu ravan. Sugestije su date na strani 87.

Slika raznog manjeg materijala može se projektovati lako na školskoj tabli. Kredom se izvlači slika na tabli, koja služi kao ekran. Potrebni detalji se unose, a oni koji nisu potrebni mogu biti izostavljeni, u zavisnosti od situacije.

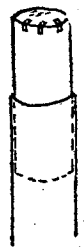
Oprema

Epidijaskopi se mogu kupiti i daju zadovoljavajuće rezultate. Ako nije moguće kupiti komercijalno proizveden uređaj, zadovoljavajući projektor može se izraditi u laboratoriji ili radionici. Oblast za projektovanje je ograničena na dimenzije otprilike 6×6 inča, u zavisnosti od upotrebljenog pro-

jekcionog sočiva (sl. 20). Projektor se može napraviti od gvozdene ploče debljine 22 ili 24. Umesto gvozdenog lima može se upotrebiti šper-ploča obložena azbestom.



Sl. 20. Epidijaskop



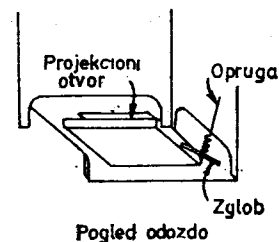
Sl. 21. Improvizovani držač sočiva

Predložene dimenzije nisu kritične osim za određivanje dubine od sočiva do slike koju treba projektovati. Ova dubina treba da bude nešto veća od žižne dužine sočiva. Zbog promenljivosti rastojanja od projektor do ekrana, od suštinske je važnosti da sočivo može da se prilagođava. To se može postići upotrebom zupčanika koji se koristi na dijaprojektoru, ili se sočivo može postaviti na kraj kartonske cevi korišćenjem lepljive trake (sl. 21). Ova kartonska cev tesno ulazi u drugu kartonsku cev i drži se trenjem dveju cevi. Može se lako podešavati pri izoštravanju. Treći uređaj za prilagođavanje sočiva je vertikalno postavljena šipka. Sočivo se prilagođava držačem koji je postavljen na šipci. Ogdalalo se slično tome može držati na takvoj šipci ili nekom drugom vertikalnom držaču. Od suštinske je važnosti da se ogledalo drži na držaču sa promenljivim uglom tako da se njegovo postolje može menjati za podizanje ili spuštanje slike na ekranu.

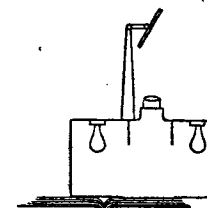
Upotrebene sijalice treba da daju dovoljno jako osvetljenje projekovanog materijala. Dve sijalice od 200 vati pružice odgovarajuće osvetljenje za većinu svrha. Ako se koristi sijalica od 500 vati, ona treba da se postavi svojom osnovom na dole i treba obezbediti ventilaciju. Mali električni ventilator koji tera vazduh kroz aparaturu može sasvim dobro poslužiti. Ako zadovoljava manje intenzivno osvetljenje, ovakva ventilacija nije potrebna. Za takvo osvetljenje, otvori u dnu i na vrhu komore za osvetljenje su sasvim zadovoljavajući u pogledu obezbeđenja konveksionih struja. Međutim, potrebno je da se obezbede štitnici tako da direktno osvetljenje iz unutrašnjosti kutije ne dospeva u zamračenu prostoriju.

Izvesne izmene u konstrukciji mogu se postići korišćenjem nožica i vrata na dnu koja se drže oprugom (sl. 22). Stranice vrata treba da budu približno dužine jedne stope. Ona služe da drže bilo koji materijal tako da

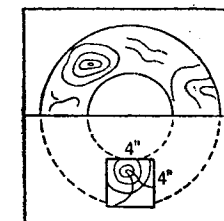
je ravna površina izložena osvetljenju. Opruga treba da bude dovoljno jaka da spreči da težina materijala uzrokuje delimično otvaranje vrata kada se materijal nalazi u položaju za projektovanje.



Sl. 22. Detalj epidijaskopa odozdo



Sl. 23. Epidijaskop bez sočiva



Sl. 24. Uređaj za projektovanje niskih i visokih kretanja

Može se načiniti bilo vertikalni ili horizontalni oblik epidijaskopa (sl. 23). Ovaj uređaj ima prednost da otkloni potrebu za vratima i prilagođavanjem koja ona zahtevaju, mada je prilagođavanje sočiva uglavnom potrebno po postavljanju projektor. Ako se on koristi u horizontalnom položaju, materijal se koristi ispred otvora za projektovanje.

U horizontalnom položaju ogledalo se može ukloniti da bi se postiglo intenzivnije osvetljenje, ali se time gubi obrtanje slike ogledalom, a to nije poželjno, naročito tada kada se projektuje štampani materijal.

Materijal za projekcije

Fizički principi i aparatura

Postoje mnogobrojne mogućnosti u projektovanju eksperimentalnog materijala. Takav materijal treba da bude ravnog oblika ili približan ovome da bi se postigli zadovoljavajući rezultati. Sledeće vrste materijala su sugestivne.

1. *Vreme.* Može se naći uređaj koji pokazuje kretanje visokih i niskih struja preko kontinenta. Ovaj uređaj se sastoji od kružne kartice sa crtežom visokih i niskih struja (sl. 24). One se pokazuju kroz otvor veličine 4×4 inča. Kada se kartica rotira u epidijaskopu, projekcija pada na mapu države, ukazujući na taj način na kretanje visokih i niskih struja.

2. *Magnetna polja.* Slike magnetnih polja koje pokazuju opiljci gvožđa mogu se projektovati. Magnetna šipka ili magnet oblika potkovicice postavlja se na staklenu ploču, a gvozdni opiljci se posipaju po njoj.

3. *Mehanika.* Mali sistem zupčanika može biti postavljen u projektor i demonstrirano kretanje zupčanika.

4. *Električni instrumenti.* Električni merni instrumenti mogu biti stavljeni u odgovarajući položaj da bi se pokazalo očitavanje. Promene u napunu i struji kontrolišu se aparaturama povezanim sa instrumentima. Stepen jonizacije elektrolita može se pokazati korišćenjem projektovanog ampermetra koji se nalazi u kolu u kome se rastvor elektrolita razblažuje dodavanjem vode.

5. *Veštine.* Rukovanje i korišćenje malih uređaja za merenje, kao što je najiskusno merilo, mogu biti projektovani radi postizanja veće efikasnosti kod grupe nastave.

6. *Površinski napon.* Eksperimenti sa površinskim naponom mogu se demonstrirati projektovanjem površine tečnosti i pokazivanjem efekata sapuna, alkohola i drugih supstanci, kako je to predloženo na str. 357.

7. *Prelamanje svetlosti.* Dvostruko prelamanje kalcita lako se može demonstrirati postavljanjem kristala kalcita na list hartije sa linijama i projektovanjem slike na ekran.

Hemijske reakcije

Mogu se pokazati razne hemijske reakcije. Za postizanje najboljih rezultata one treba da budu izvođene u plitkoj posudi kao što je Petrijeva šolja, mada i veoma plitki slojevi na dnu suda mogu sasvim dobro da posluže. Sledeće hemijske reakcije ukazuju na razna korišćenja ove metode.

1. *Bojene reakcije.* Bojena reakcija raznih vrsta hemikalija može se pokazati; na primer, delimično taloženje koje se lako demonstrira. Rastvor srebro-nitrata dodaje se raznim delovima smeše dosta razblaženih rastvora kalijum hlorida i kalijum hromata. Prvo se obrazuje beli talog srebro hlorida, zatim se stvara srebro hromat dodavanjem dalje količine srebro nitrata, a boja se menja od bele do crvene.

2. *Dejstvo sprega.* Dejstvo sprega pokazuje se dodavanjem razblažene sumporne kiseline manjim količinama cinka. Kada se komadi bakra potope sa cinkom sa površine bakra oslobađa se vodonik.

3. *Pasivnost.* Pasivnost gvožđa može se lako pokazati potapanjem žice u azotnu kiselinu, a zatim dodavanjem razblažene hlorovodonične kiseline. Vodonik se ne oslobađa dok se žica ne zagrebe, posle čega se pasivnost gubi.

4. *Brzine reakcije.* Može se pokazati brzina reakcije kalcijum karbonata u obliku delića mermera u 6N rastvorima hlorovodonične kiseline, fosforne kiseline i sirćetne kiseline. Brzina razvijanja ugljendioksida ukazuje na brzinu reakcije raznih kiselina. Suprotno tome, reakcija različitih metala sa datom kiselinom lako se projektuje korišćenjem Petrijevih sudova. Da bi rezultati mogli da se uporede, komadići metala treba da budu jednake veličine i površine i treba da budu čisti. Efekat veličine čestice može se pokazati korišćenjem određenog metala, kao što je cink, koji se može dobiti u komadićima raznih veličina.

5. *Jonizacija.* Suzbijanje jonizacije može se pokazati korišćenjem amonijum hidroksida i amonijumovih soli. Mala količina amonijum hidroksida sa fenolftaleinom kao indikatorom unosi se u sud za projektovanje, i dodaje se rastvorljiva amonijumova so. Kontrolni test se obezbeđuje drugim Petrijevim sudom koji sadrži amonijum hidroksid i fenolftalein. Istovremeno se projektuje i jedan i drugi uzorak. Komadić belog papira pod sudovima služi za povećanje kontrasta rezultata. Odgovarajući eksperiment može se izvesti korišćenjem sirćetne kiseline i komadića mermera. Koriste se dva suda, u jednom se nalazi acetat u rastvoru. Acetat suzbija jonizaciju i prema tome i reaktivnost.

6. *Fotohemija.* Efekat svetlosti na sveže nataložen srebro hlorid lako se pokazuje postavljanjem filter papira koji sadrži srebro hlorid i epididjaskop i praćenjem zatamnjenja površine njenim izlaganjem svetlosti.

Opšte sugestije

Sledeće sugestije pomažu postizanju zadovoljavajućih rezultata: (1) Ako je korišćen materijal donekle neproziran, treba da bude postavljen na ogleđalo koje služi kao pozadina za projekciju. (2) Ako je materijal u rastvoru i treba opažati promene boje, sudovi treba da se postave na komad belog porcelana ili na belu hartiju; ili se mogu upotrebiti beli porcelanski sudovi kao što su šolje za isparavanje. (3) Reagensi se lako mogu dodavati sudovima standardnom medicinskom pipetom, ili se može napraviti duža pipeta izvlačenjem komada staklene cevi željene dužine, pravljenoj vrha i postavljanjem gumice medicinske pipete na drugi kraj. (4) Dubina reagensa u sudu treba da bude što je moguće manja. (5) Pošto predmeti imaju tri dimenzije, može da se javi potreba da se menja žižna daljina projektora za vreme projekcije kako bi se pokazali svi delovi.

MIKROPROJEKCIJE

Mikroprojekcija je, kao što ime ukazuje, projekcija slike predmeta mikroskopske veličine. Postupak se sastoji od intenzivnog osvetljavanja predmeta tako da lik koji on daje može biti dovoljno veliki i svetlost dovoljnog intenziteta kako bi ga moglo videti u svakom trenutku više lica ili čitav razred. Mikroskop ili sočivo mikroskopa koriste se u ovom postupku. Mikroskopska stakla ili drugi slični materijal može biti projektovan, sa slikom koja ima prečnik dve stope ili više, u zavisnosti od potrebe i od intenziteta svetlosti.

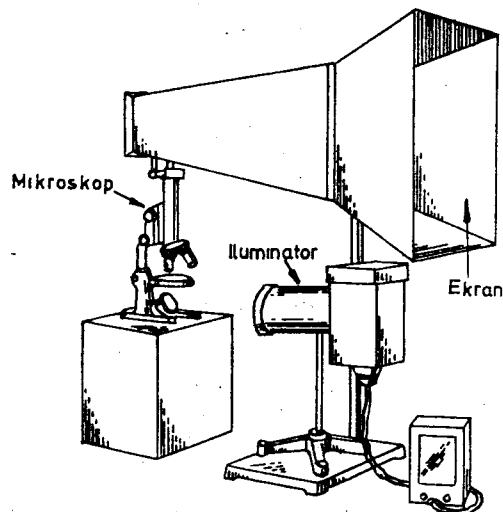
Postoji više prednosti ove metode: (1) Ona je naročito pogodna tamo gde postoji samo jedan mikroskop. Korišćenje jednog mikroskopa od strane čitavog razreda zahteva individualno korišćenje za koje vreme se drugi učenici u razredu bave nekom drugom aktivnošću. Pažnja nastavnika podeljena je između učenika koji koriste mikroskop i ostalih učenika u razredu. (2) Korišćenjem mikroprojektoru služi da usmeri pažnju čitavog razreda. Sa stanovišta interesovanja to ima stvarnu vrednost. (3) Nastavnik može biti siguran da učenici vide ono što i on vidi. To je prilično teško u slučaju kada se koristi individualni mikroskop, a naročito ako se posmatra materijal koji se kreće, kao što su jednoćelijska živa bića. (4) Svaki učenik ima onoliko vremena koliko mu je potrebno da gleda projektovani materijal. On nije vremenski ograničen zbog drugih koji čekaju na red.

Materijal koji se može projektovati obuhvata sve ono što se može gledati pod mikroskopom u propuštanoj svetlosti. Za nastavnika opštih prirodnih nauka i fizike, takav materijal obuhvata kristale hemijskih jedinjenja, strukturu vlakna (pamuk, vuna, svila), biljna i životinjska tkiva i uobičajene izrađene dijapozitive.

Jedna vrsta komercijalnog mikroprojektoru koristi standardni mikroskop koji je učvršćen za ram i na kome se takođe nalazi i uređaj za osvetljavanje. Slika se projektuje na uobičajeni ekran. U onim slučajevima u kojima škola ima svoj sopstveni mikroskop, nije ga potrebno kupovati.

Jedna druga vrsta komercijalnog mikroprojektor ima dodatnu komoru sa ugrađenim prozračnim ekranom (slika 25). Komora se postavlja na standardni mikroskop. Predmet pod mikroskopom se osvetljava odozdo lučnom lampom ili drugim izvorom intenzivne svetlosti.

Potpuno nezavisni mikroprojektor mogu se izgraditi. Ovi projektori se mogu kupiti bez projekcionog sočiva, koje se koristi iz školskog mikroskopa. Poželjnost jednog postupka u poređenju sa drugim zavisi od potreba date situacije.



Sl. 25. Komercijalni mikroprojektor sa prozirnim ekranom

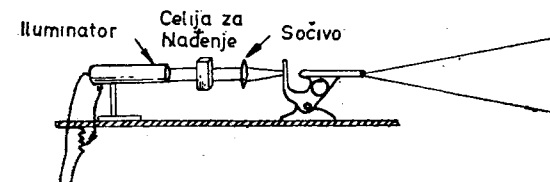
Ograničenja mikroprojekcije

Ograničenja koja treba imati na umu kod planiranja mikroprojekcije su sledeća: (1) Troškovi opreme. Jedan mikroprojektor košta samo deo troškova dovoljnog broja mikroskopa za razred od 30 učenika; on je skuplji od jednog mikroskopa. (2) Veličina slike. Veličina slike zavisi u velikoj meri od intenziteta svetlosti kojima se može osvetliti predmet. To je uglavnom određeno raspoloživošću sijalice velike snage ili, još bolje, lučnom lampom i sistemom kondenzujućih sočiva koja se koriste da bi se usmerila svetlost na predmet. (3) Intenzitet svetlosti povezan sa veličinom slike. Da bi se obezbedila veća slika, ekran mora biti na većem rastojanju od mikroprojektor. Sa povećanjem rastojanja između izvora svetlosti i slike, intenzitet osvetljenja se smanjuje sa kvadratom rastojanja. Optimalna veličina slike je prema tome zavisna od broja učenika koji će je posmatrati i od intenziteta potrebne i raspoložive svetlosti.

Tehnike mikroprojekcije

Školski mikroskop može da se koristi za mikroprojekciju. Da bi se ova projekcija postavila, potrebno je kupiti nešto malo opreme ili ovu uopšte nije potrebno kupovati.

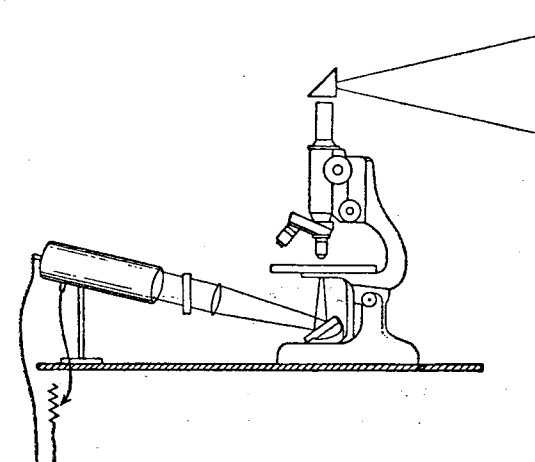
Za projekcije suvog materijala cilindar mikroskopa se postavlja u horizontalni položaj. (Slika 26). Kondenzujuće sočivo može biti svako dvostruko konveksno ili plankonveksno. Najbolje veličine prečnika su 4 do 6 inča, mada ovo nisu granice. Sočivo se postavlja tako da kondenzuje cilindar svetlosti iz lučne lampe (vidi str. 110) na predmet pod mikroskopom. Za postizanje najboljih rezultata izvor svetlosti mora da bude u optičkoj osovini mikroskopa, to jest na liniji koja prolazi kroz geometrijski centar okulara i objektiv.



Sl. 26. Postavljanje za mikroprojekciju

Objektiv mikroskopa se prilagođava na približan položaj za normalno korišćenje, a pod mikroskop se postavlja staklena pločica. Prilagođavanjem okulara njegovim malim pomeranjem (udaljavanjem od objektiv) dovodi se slika u žižu. Prilagođavanje u vezi sa rastojanjem i veličinom može se vršiti iz ove tačke. Treba voditi računa da se ne gleda u okular u toku podešavanja zbog mogućnosti ozbiljne povrede oka.

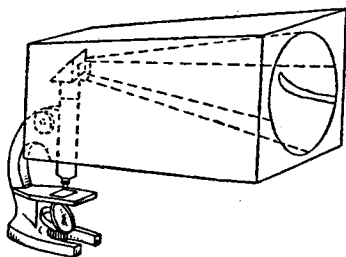
U svetlosni zrak postavlja se ćelija sa vodom da bi se zaštitio živi materijal kao što su paramecijumi, koje bi ubila toplota ukoliko je ne apsorbuje voda u takvoj ćeliji. Upotreba razblaženog rastvora (ne više od težinskih 0,5%) bakar sulfata, još je efikasnija u zaštiti organskih uzoraka. Ako



Sl. 27. Mikroprojektor sa horizontalnom pločom

nema gotove ćelije koja se može kupiti, boca sa ravnim stranicama može da posluži kao ćelija.

U nekim slučajevima potrebno je držati donji deo mikroskopa u horizontalnom položaju kao na primer kada se uzorak stavlja u vodu. U tom slučaju postavljanje uređaja se menja (slika 27). Ravno ogledalo koje se nalazi ispod mesta na mikroskopu gde se postavlja predmet koristi se za obasjavanje predmeta svetlošću. Staklena prizma sa uglom od 45 stepeni postavlja se iznad okulara da bi reflektovala svetlost na ekran. Ako prizma nije učvršćena, ona se može držati na krajevima držačem birete, ili se prosto može spustiti na okular. Kod ove upotrebe prizme koristi se činjenica da dolazi do totalnog odbijanja. U slučaju kada se ne koristi prizma, slika može biti usmerena na plafon. Obično to nije poželjno zbog nepogodnosti gledanja. Umesto lučne sijalice, osvetljenje može pružiti i sijalica dijaprojektora od 500 vati ili sijalicom filmskog projektora od 750 vati. Uglavnom, one ne daju željeno osvetljenje. Slika se može projektovati na zamagljenu staklenu ploču (sl. 28). Dimenzije ove ploče mogu biti po želji: zavise od veličine grupe posmatrača. Kartonska kutija, ivice otprilike dve stope, može se načiniti oko ploče, sa pločom kao jednom stranicom. Na drugom kraju postavlja se komad čvrstog kartona sa malim otvorom da bi propustio zrake koje dolaze od prizme koja menja put svetlosti.



Sl. 28. Improvizovani prozirni ekran za mikroprojektor

DEMONSTRACIJE

Demonstracije se često klasifikuju kao vizuelni materijalni postupci. Zbog svoje realistične prirode mogu se koristiti s ciljem da nastava postane funkcionalna. Detaljnija razmatranja tehnike i korišćenja demonstracija mogu se naći u glavi 2.

ŠKOLSKA TABLA

Nastavnik prirodnih nauka može koristiti školsku tablu za razne svrhe: (1) Jednostavna pitanja za diskusiju i testovi mogu biti napisani na tabli; duža i komplikovanija treba da budu umnožena. (2) Skica razvoja nečega može se dati na tabli. Takvi crteži ukazuju na procese, postupak i tok operacija. Oni mogu obuhvatiti objašnjenja i simbole koji pokazuju odnose i razvoj koncepcija. (3) Pomaže se jačanju rečnika putem novih reči na tabli koje učenici čuju; tako ih oni mogu i videti. (4) Tabla služi da bi se dao

naglasak nečim unošenjem suštinskih detalja, obeležavanjem, isticanjem oblika i simbola i korišćenjem boje. (5) Prepisivanje ili iznošenje željenog materijala sa dijapozitiva ili neprozirnog materijala pomenuto je na str. 85. Tabla na taj način postaje veći grafikon ili mapa. (6) Tabla može služiti za registrovanje istraživanja učenika ili nastavnika, čime se dobijeni podaci mogu da očuvaju bilo za pojedinačno ili grupno korišćenje ili analizu u razredu. Podaci mogu imati tabelarni vid ili mogu biti u obliku dijagrama ili grafičke analize, kao što su oni koji se dobijaju proučavanjem slaganja sila ili osobina svetlosti.

U pogledu korišćenja table treba obratiti izvesnu pažnju. Pisanje treba da bude čitko; tabla treba da bude čista. Ona ne treba da sadrži materijal koji skreće pažnju i treba da bude dobro osvetljena. Za njeno najefikasnije korišćenje, nastavnik treba da ima pri ruci kredu, belu i u boji, lenjir u obliku metra, lenjire, sundere, uglomere i šestare za tablu.

Nastavnik treba da ima na umu da je školska tabla fluidni medium vizuelnog obrazovanja. Ona lako može da se menja i koristi pružajući niz mogućnosti.

MAPE, KARTE, DIJAGRAMI I GRAFIKONI

Korišćenje mapa i karti koje se daju na velikim komadima hartije ili platna ima izvesne vrednosti koje se ne mogu naći kod projektovanog materijala. One se mogu koristiti ili pokazivati kontinualno, nasuprot trenutnom ili letećem korišćenju filma ili čak dijapozitiva. Takav materijal je, kada je dobro napravljen, veoma impresivan; on je dramatičan u svom prikazivanju. Zbog svoje veličine, predstavlja organizovan oblik odnosa koji se inače teško može drukčije prikazati.

Treba međutim preduzeti izvesnu pažnju u pogledu korišćenja takvog grafičkog materijala. Nastavnik treba da bude siguran da je materijal jasno vidljiv i da se može čitati: veliki broj detalja može izazvati zbrku. Osvetljenje mape ili karte treba da bude brižljivo pripremljeno. S obzirom na ugao pod kojim učenici koji sede gledaju, može doći do nezgodnog odsjaja i svetlost može biti nedovoljna da bi se dobro videlo.

Mape

Nastavnik fizičkih nauka može na više načina da koristi mape u svom radu. Takve mape obuhvataju raspodelu privrednih i industrijskih izvora, vrste proizvoda nauke i industrije, glavne arterije transporta i komunikacija, vreme i globalne projekcije i projekcije hemisfera. Neke od ovih mapa se komercijalno proizvode, druge mogu napraviti učenici i nastavnik kao deo delatnosti na času ili u laboratoriji.

Komercijalni bilteni novosti

Značajan prilog sredstvima odeljenja za prirodne nauke leži u biltenu novosti koje objavljuju neke industrijske organizacije, koji se isporučuju besplatno i redovno izlaze. U njima se uglavnom govori o istraživanju i industrijskom razvoju firme koja ih objavljuje. Mada je njihov sadržaj donekle ograničen, oni su veoma informativni i interesantni. Njihov oblik

sastoji se od fotografija praćenih odgovarajućim opisnim materijalom. U nekim slučajevima firma daje i ram za izlaganje ovog materijala.

Izlaganje takvog materijala stvara atmosferu u učionici i laboratoriji i služi kao osnova za čitanje u slobodno vreme, za specijalne izveštaje, delatnosti naučnog kluba i slično. Kako pristiže u toku dužeg perioda vremena materijal se može staviti u arhivu i snabdeven indeksom postaje dodatni izvor koji može poslužiti školskom programu.

Karte, dijagrami i grafikoni

Karta ima za cilj da pokaže odnos između dva ili više različitih predmeta ili količina. Dejl (Dale) smatra kartu kao „vizuelni simbol za sumiranje, upoređivanje, nalaženje kontrasta i obezbeđenje drugih pomoćnih sredstava za rad sa predmetnom materijom. On smatra da je dijagram „vizuelni simbol sastavljen od linija i geometrijskih oblika“. Izrazi se mogu koristiti u nekim slučajevima alternativno. Razne vrste komercijalno proizvedenih karti i dijagrama koje nastavnik prirodnih nauka treba da razmotri kao svoja sredstva jesu: karta periodnog sistema; karta elektromagnetskih vibracija, karta sazvežđa; karta boja; karta šifre oblaka; karta industrijskog procesa, kao što je rafinisanje sirove nafte i pretvaranje gvozdene rude u čelik; metrički sistem, karta geoloških vremena.

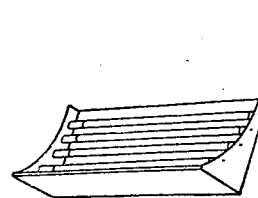
Dijagrami, kao što su oni na kojima se pokazuju električne struje, električni instrumenti i industrijska oprema, mogu se sakupiti i postaviti na jednu veliku kartu za opšte korišćenje u nastavi prirodnih nauka.

Treba da postoje mogućnosti za brzu izradu grafikona u relativno velikoj srazmeri. Mogu se napraviti grafikoni rezultata istraživanja koja vrše učenici u toku odvijanja njihovog rada. Tumačenje grafikona je često poželjna delatnost u radu. Grafikoni se može napraviti kao manje ili više stalni deo na tabli. Na njemu se može pisati voštanim olovkama, koristeći boju koja daje dobar kontrast, kao što je žuta ili narandžasta. Kvadrati se mogu napraviti onoliko veliki koliko se to želi; uobičajeno njihovo međusobno rastojanje, kako vertikalno tako i horizontalno, je jedan inč. Vosak olovke se ne može tako lako brisati sa škriljca. Takva karta na stalnoj tabli ima prednost u pogledu stabilnosti, ali se ne može pokretati, a ponekad je to nepogodno. Karte koje se mogu nositi popravljaju ovu situaciju i ne zauzimaju mesto na tabli, koje u nekim slučajevima može biti ograničeno. Jedna vrsta pokretnih karti koje se mogu kupiti ima platnenu podlogu i crnu površinu i može se smotati. Linije na površini su obojene. Jedan drugi grafikoni koji se može kupiti je ploča sa belom plastičnom površinom. Grafikoni sa crnim linijama je stalan. Oznake na površini prave se specijalnim crnim olovkama. Ploča se može stalno postaviti.

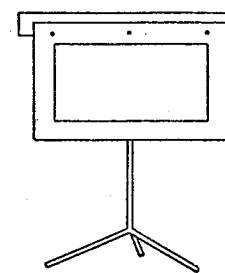
Fizička oprema za mape i karte

Preduzimanje izvesnih mera je od posebnog značaja kod onih mapa i karti koje se mnogo koriste: (1) One koje se često koriste mogu biti postavljene na drvene šipke, kao što su šipke za zavesu i namotavati na njih iznad table ili na zidu. Ako treba postaviti više karti one se mogu postaviti onako kao što je prikazano na slici 29. Dužina šipke za zavesu može se prilagoditi širini mape ili karte ako se samo jedna od ovih postavlja. Ako se čitav niz ovih postavlja, dužina šipki može biti podešena prema maksimalnoj

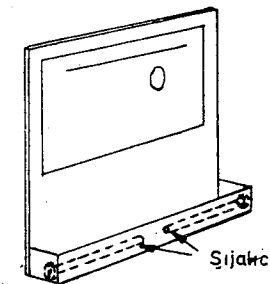
širini karti. Takvo stalno postavljanje je dosta neelastično, ali je sasvim pogodno s gledišta prostorije u kojoj se nalazi. (2) Postoji prednost u korišćenju slobodnog staka, kao što je trojni stalak sa vertikalnom osovinom (sl. 30). Takav stalak je prenosan i može se prilagoditi za držanje raznog materijala. (3) Nastavnik prirodnih nauka treba da se upozna sa korišćenjem ramova za izlaganje koji se mogu kupiti. Oni se uglavnom prave tako da se postavljaju na gornju ivicu table ili na neki drveni nosač na zidu. Šina ima pokretne kuke i može se dobiti sa centrom od plute. Materijal koji se izlaže može se okačiti u određeni položaj ili pričvrstiti držačima.



Sl. 29. Držač mapi i karti na šipkama za zavesu



Sl. 30. Stalac za izlaganje mapi i karti



Sl. 31. Osvetljeni stalac za mape i karte

(4) Kod planiranja prostorije za prirodne nauke, nastavnik treba da obezbedi dovoljan broj zidnih oglasnih tabli kako bi mogao smestiti karte koje se koriste. (5) Privremeni oslonac za karte i mape može se obezbediti postavljanjem kuka i raznih vrsta držača za zavesu. Korišćenje takvih privremenih oslonaca može pomoći da se odredi poželjnost stalnog postavljanja tabli ili uređaja za eksponate za svako dato mesto u prostoriji.

Osvetljenje materijala koji je izložen treba da bude brižljivo razmotreno. Pomoćno osvetljenje može se dati zaklonjenom sijalicom, kao što je stona lampa. Pogodnije mere se mogu obezbediti korišćenjem jedinice sa prekrivenim cevima za osvetljenje postavljenim u osnovu rama (slika 31) ili iznad njega. Ram ima takve dimenzije da se svaki željeni materijal može lako postaviti i da se može obezbediti odgovarajuće osvetljenje. Takav uređaj je naročito pogodan za prostorije sa rđavim sredstvima za pružanje ličnog oslonca i za osvetljenje.

Izrada mapa, karti, dijagrama i grafikona

Uglavnom se smatra da je izrada grafičkog materijala delatnost učenika koja se isplati. Onaj materijal, za koji se smatra da je zadovoljavajući, može predstavljati manje ili više stalno sredstvo škole. Takva grafička sredstva mogu se napraviti od niza materijala. Utvrđeno je da je sledeći materijal zadovoljavajući: bele ili veoma svetlo obojene zavesu za prozore, platno za štampanje, umetničko platno, grubi beli papir, bristol, tapeti i šper ploča. Crtanje ili pisanje može se vršiti indijskim mastilom, plakatnom bojom, temperom i slično. Tehnike koje se primenjuju zavise od veštine osobe koja

to radi. Rad se može izvesti slobodnom rukom ili uz pomoć instrumenata za crtanje. Ako je poželjno, osnovni obrisi mogu se dobiti tehnikom projekcije, kao što je predloženo u delu u školskim tablama. Providne ili neprozirne mape, karte i slično mogu se projektovati na platno i željeni delovi označiti i prekopirati.

Učenici mogu pripremati grafički materijal kao deo istraživanja ili kao konačni pregled završenog rada. Na primer, takva karta ili dijagram može obuhvatati sirove podatke dobijene u istraživanju ili dijagram načinjene aparature. Oni takođe mogu želiti da kopiraju materijal u vidu karti, dijagrama ili grafikona za korišćenje u izveštaju ili diskusiji.

Učenici mogu praviti uzorke karti koji postaju stalna sredstva odeljenja. To mogu biti uzorci elemenata, boce materijala koje pokazuju koji se materijal koristi u određenom proizvodu ili koje se supstance dobijaju iz date sirovine (na primer sirova nafta), ili takva karta uzorka može pokazati faze industrijskog procesa. Tekst i slova se koriste da objasne obuhvaćene primere.

RADIO, ZVUČNI SNIMCI I SISTEM OZVUČAVANJA

Korišćenje radio programa u nastavi prirodnih nauka pruža izvesne prednosti nastavniku prirodnih nauka. Korišćenje programa omogućava pregled poslednjeg razvoja u nauci, diskusije i intervjue dobro kvalifikovanih i poznatih ličnosti u toj oblasti, isticanje naučnih i industrijskih otkrića i vesti na licu mesta od naučnog interesa. Takvi prilozi sredstvima kojima raspolaže nastavnik prirodnih nauka predstavljaju obogaćivanje koje je od velike vrednosti.

Jedan od nedostataka korišćenja radio-programa leži u činjenici da nastavnik ne zna unapred kakva će tačno biti specifična priroda programa. On može utvrditi, pošto je već uključio program, da to nije ono što je očekivao. Postoje bar dve potencijalne mogućnosti za otklanjanje ovog nedostatka. Jedna je da radio-stanica ili kompanija koja plaća program obezbedi dovoljno iscrpne tekstove tako da nastavnik može da izvrši planiranje unapred. Drugi metod je da se program snimi za nešto kasnije korišćenje.

Korišćenje radio-programa zahteva da nastavnik prirodnih nauka bude obavešten o mogućnostima, koje se stalno menjaju. On treba da bude upoznat sa izvorima radio-programa, kako redovnih, tako i specijalnih. Stampani radio-programi glavnih nacionalnih radio-stanica mogu se unapred pribaviti i koristiti kao smernice.

Pored programa koji se prenose preko nacionalnih radio-stanica, postoje mnogi programi koje emituju lokalne radio-stanice. Nastavnik prirodnih nauka treba da bude u vezi sa urednikom programa svoje lokalne radio-stanice da bi saznao kakve su mogućnosti njenog korišćenja.

Snimanje radio-programa

Snimci se mogu koristiti kao zamena za direktno korišćenje radio-programa. Oni se ponekad mogu dobiti od proizvođača za školsku upotrebu, kao i tekstovi radio-programa. Oni tekstovi koji se odnose na prirodne nauke imaju vrednosti za skupne programe i za jače isticanje određenih tema u razredu, u planiranju lokalno davanih radio-programa i slično.

Za snimanje radio-programa za kasnije korišćenje može se koristiti školski magnetofon. Posle pregleda, snimak se može redigovati ili odbaciti. Redigovanjem, nastavnik može da planira onu osnovu koja je poželjna i može da koristi samo one delove programa koji su poželjni ili koji služe potrebama razreda u datom trenutku. Pravljenje snimaka je relativno lako. Troškovi jednog prikladnog magnetofona nisu mnogo veliki, a troškovi pravljenja snimaka su nominalni.

Magnetofon se može koristiti takođe i za programe koji se prave u školi. Mogu se snimiti zbivanja značajnih naučnih događaja u razredu, ili panel-diskusija učenika u oblasti od naučnog interesa, kao što je recimo karijera u nauci. Vrednost magnetofona je takođe i u tome što može da posluži kao laboratorijski instrument na časovima prirodnih nauka pri proučavanju zvuka.

Magnetofoni i snimci

Obezbeđujući magnetofon, snimke i tekstove, postoje neke činjenice koje nastavnik prirodnih nauka treba da ima na umu. Pokretna ploča na gramofonu komercijalnog tipa ima 78 ili 45 obrtaja u minutu. Većina komercijalnih ploča se pravi u skladu s tim. Radio-snimci se uglavnom prave na pločama od $33\frac{1}{3}$ obrtaja u minutu. Takvi snimci ne mogu se koristiti na gramofonu običnog tipa. Postoje gramofoni koji imaju kontrolu brzine u odgovarajućem opsegu. Obezbeđujući snimke nastavnik treba da bude siguran da ima i odgovarajuću vrstu opreme.

Mnogi radio-snimci su na pločama prečnika 16 inča. Neki gramofoni se ne mogu koristiti za ploče ove veličine, tako da se ovo mora proveriti pre nabavke snimka. Nabavljajući uređaj za snimanje i reprodukciju, nastavnik prirodnih nauka treba da zna da li on snima i reprodukuje u željenim brzinama i da li se na njemu mogu koristiti ploče prečnika 16 inča. Što se više kombinacija može postići, utoliko je veća vrednost raspoloživih sredstava.

Magnetofoni sa žicom i trakom pružaju izvesne prednosti, naročito u pogledu dužine programa koji se može snimiti bez zaustavljanja.

Sistem za ozvučavanje

Sistem za ozvučavanje može biti potpuno posebna jedinica za pojačavanje, ili može biti jedinica koja koristi zvučnik i glasnogovornik projektor za filmove. Obično sistem za ozvučavanje obuhvata, pored pojačavača uređaja za govor, takođe i mikrofone i uređaje za snimanje i reprodukciju. U školi postoje opšte mogućnosti za korišćenje takvog sistema tamo gde je potrebno obratiti se većim grupama ili ove zabaviti. Druge svrhe se nalaze u takvim postupcima kao što su simulirani radio-programi. Govorna jedinica se nalazi u učionici i takozvani „studio” je u drugoj prostoriji sa mikrofonom i uređajima za reprodukciju. Ova tehnika se često uspešno koristi za programe na skupovima.

MAKETE I EKSPONATI

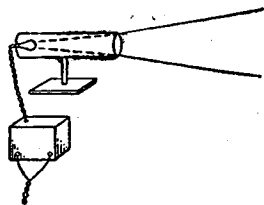
Maketa je uprošćena slika komplikovanog uređaja, ona koristi neke stvarne delove; na primer kontrolne sisteme aviona. Maketa je u izvesnom smislu radni model. Delovi se postavljaju u odgovarajuće međusobne polo-

žaje sa uprošćenom strukturuom, ali sa stvarnim radnim odnosom. Takozvani „radio na ploči“, bio je jedna od najranijih maketa. Druge mogućnosti koje se pružaju nastavniku prirodnih nauka mogu obuhvatiti takve uređaje koji se mogu staviti u školski muzej kao stvarni ili radni eksponati. Na primer, jedna vrsta eksponata radi pomoću dugmeta na pritisak; posmatrač treba samo da pritisne dugme da uspostavi izvestan odnos između uzroka i posledice. Jedna od ovih mogućnosti je demonstriranje radiometra. Kontrolno dugme zatvara kolo električne sijalice koja izaziva rad radio-metra. Drugi primer je pojava električnog pražnjenja kao što je to pokazano Gajlslerovim cevima i električnim vrtlogom. Kontrolno dugme pušta u rad i indukcionni kalem. Rad katodne cevi može se na sličan način pokazati. Demonstracija fluorescentnih minerala kontrolno svetlosnog izvora pomoću dugmeta je drugi primer. U planiranju takvih radnih eksponata svi delovi treba da budu obeleženi i kartice sa uputstvima treba da budu uz eksponate.

Vitrina sa eksponatima, koji se mogu koristiti kao nepomični ili kao radni eksponati, može se nalaziti ili u prostoriji za nastavu prirodnih nauka, ili može biti u sali u kojoj su svi eksponati. U nekim slučajevima, takva vitrina za eksponate može se ugraditi u zid tako da eksponati budu vidljivi svima koji su u sali, a da s druge strane zida postoji otvor u učionici za prirodne nauke radi postavljanja i upravljanja eksponatima. U mnogim slučajevima postavljanje treba da izvrši nastavnik. Bez obzira da li se vitrina za eksponate kupuje ili pravi u školi, treba voditi računa da je ona dovoljno duboka da bi se oprema mogla smestiti. Predloženi minimum je dubina od 24 inča. Ta dubina omogućava da se smeste mnogi delovi opreme i aparature koje su suviše visoki za plitku vitrinu. Bolje je da se vrata za takvu vitrinu otvaraju od pozadi nego od gore ili na kraju. Vitrina može biti izrađena od stakla za izloge ili ravnog stakla u drvenom ramu. Na uglovima se koriste držači da bi se staklo održalo na svom mestu.

PROJEKTOVANJE SENKI

Uspešno projektovanje senki zavisi od korišćenja izvora svetlosti koji treba da je što je moguće manji ali ipak dovoljno jak. Automobilski far jakog intenziteta zadovoljava. Sijalica se lemi za otvor u centru jednog kraja konzerve (slika 32) koja je obojena mat crnom bojom iznutra ili obložena



Sl. 32. Iluminator za projektovanje senki

crnom hartijom. Može se koristiti jednosmerna struja, ili naizmjenična struja od 110 volti koja je sasvim zadovoljavajuća ako se postavi transformator da bi se smanjio napon do radnog naponna sijalice. Uređaj se tako postavlja da konus svetlosnog zraka koji izlazi iz izvora pada na platno. Predmet koji

se projektuje postavlja se kako bi se postigao najbolji položaj i veličina senke.

Rad instrumenata datih u preseku kao što su elektrometri i zvona lako se pokazuje ovom tehnikom. Metalna struktura koja predstavlja oklop mora biti skinuta. Korišćenjem stroboskopske svetlosti (vidi glavu 7) rad električnog zvona može se efikasno smanjiti u pogledu brzine, kako bi dejstvo bilo vidljivo posmatračima.

Vazdušni termometar može biti demonstriran. Manometar se može postaviti u zrak svetlosti tako da se pritisak može registrovati. Demonstracije vazdušnog pritiska mogu se učiniti vidljivijim korišćenjem uređaja za projekciju senke. Konveksione struje izazvane gorenjem sveće lako se mogu videti na platnu.

Pored ovih korišćenja, zrak svetlosti koji se stvara ovim uređajem može se koristiti za demonstriranje eklipsi i drugih astronomskih pojava.

Ovaj osvetljavač takođe se može koristiti u eksperimentima sa svetlošću.

IZVORI VIZUELNOG MATERIJALA

Aluminum Company of America, 801 Gulf Building, Pittsburg, 19. Pa. Grafikoni, filmovi.

Coronet Films, Coronet Building, Chicago Ill.

Educational Film Guide, H. W. Wilson Co, 950 University Ave, New York, N. Y. Katalog materijala.

Educators Guide to Free Films, Educators Progress Service, Randolph, Wis. Katalog materijala.

Filmstrip Guide, H. W. Wilson Co, 950 University Ave, New York, N. Y. Katalog materijala.

Free Films, Teaching Aids Service, New Jersey State Teachers College, Upper Montclair, N. J. Katalog materijala.

General Electric Co, Schenectady, N. Y. Filmovi, filmske trake.

General Motors Corp, Department of Public Relations, Detroit, Mich. Filmovi, karte.

Jam Handy Organization, 2821 E. Grand Blvd., Detroit, Mich. Filmske trake, filmovi.

Keystone View Company, Meadville, Pa. Dijapozitivi i materijal za pravljenje dijapozitiva.

Link Aviation Corp., Binghamton, N. Y. Modeli, karte.

McGraw-Hill Book Company, Inc. 330 W. 42 St. New York 18, N. Y. Filmske trake.

One Thousand and One, Educational Screen, 64 E. Lake St. Chicago, Ill. Godišnja lista filmova.

Society for Visual Education, Inc. 100 E. Ohio St. Chicago 11, Ill. Filmske trake, dijapozitivi, oprema za projektovanje.

Visual Sciences, Suffern, N. Y. Filmske trake.

Westinghouse Electric Corp., 306 Fourth Ave, Pittsburgh, 30, Pa. Filmovi, filmske trake, ploče i magnetofonski snimci.

Young America Films, Inc. 18 E. 41 St, New York, 17, N. Y. Filmovi, filmske trake.

GLAVA 7.

KORIŠĆENJE OSNOVNIH OPERACIJA I UREĐAJA

U nastavi prirodnih nauka postoje neke operacije i uređaji koji su toliko opšti u svom korišćenju i toliko značajni po svom doprinosu da se mogu nazvati **osnovnim**. Sposobnost nastavnika prirodnih nauka da vrši ove operacije i obezbedi ove uređaje služi mnogim svrhama i otvara širok niz nastavnih mogućnosti. Obogaćena takvom sposobnošću, njegova nastava postaje funkcionalnija i prema tome efikasnija.

OSNOVNE OPERACIJE

Donekle je teško utvrditi koje su od mnogih mogućih operacija osnovne. Ono što može služiti jednom nastavniku u značajnoj meri može biti relativno manje značajno drugom nastavniku. Zbog svojih opštih ili potencijalnih mogućnosti, sledeće operacije su obuhvaćene:

1. Dobijanje destilovane vode
2. Obezbeđenje i kontrola električne struje
3. Obezbeđenje visokih i niskih temperatura
4. Dobijanje intenzivne svetlosti
5. Obezbeđenje visokog i niskog vazdušnog pritiska.

Dobijanje destilovane vode

Destilovana voda se koristi u mnoge svrhe u naučnoj laboratoriji. Neke od ovih upotreba zavise od takvih operacija hemijske prirode kao što su kvalitativne i kvantitativne analize. Destilovana voda je neophodna tamo gde se proučava električna provodljivost i kod proučavanja električnih ćelija. Ona je neophodna za održavanje akumulatora i za niz drugih svrha.

Uobičajeni metod za dobijanje destilovane vode, naročito u manjim količinama, jeste iz lokalnih izvora. Često se ona može dobiti na servisnim stanicama ili u apotekama. Troškovi mogu biti takvi da njena kupovina nije ekonomična i može ograničiti obim istraživanja učenika. Fizički zadatak donošenja destilovane vode u školu takođe ograničava njeno korišćenje.

Destilovana voda se može direktno proizvoditi. Obična boca sa Libigovim kondenzatorom i izvor toplote i tekuće vode su osnovne stvari, mada je ova aparatura ograničenih mogućnosti usled mogućeg nagomilavanja taloga u boci, što zahteva njeno često čišćenje. Međutim, proizvodnja destilovane vode na ovaj način ima svoju obrazovnu vrednost, jer pruža izvrsnu demonstraciju operacije. Ako se želi, staklena boca može biti zame-

njena metalnim bojlerom koji se teže može razbiti kod rada uređaja za destilisanje i kod čišćenja.

Komercijalni uređaji, za destilaciju se mogu kupiti. Takvi uređaji se zagrevaju gasom ili električnom energijom, ali se jedan tip ne može lako prepraviti na drugi. Nabavka komercijalnog uređaja za destilaciju zahteva dobijanje savezne dozvole za njen rad.* Takve dozvole se lako daju ali se moraju tražiti. Gorionici za uređaje za destilaciju koji se greju gasom, moraju biti izabrani u skladu sa vrstom gasa koji se upotrebljava. Komercijalni uređaji za destilaciju koji se greju električnim putem, treba da budu uzeti u obzir, vodeći računa o opterećenju koje zahteva uređaj za destilaciju. Pri odlučivanju o kapacitetu uređaja za destilaciju treba voditi računa i o osiguraču na izvoru energije koji se koristi za rad uređaja za destilaciju. Uređaj za destilaciju sa kapacitetom od pola galona na čas zadovoljava potrebe većine škola, u zavisnosti od raspoloživih mogućnosti za skladištenje. Obično dva staklena balona, od kojih svaki ima kapacitet od pet galona, predstavljaju dovoljnu rezervu. Balon može biti staklen, zemljan ili metalni.

U izboru komercijalnog uređaja za destilaciju glavni faktor o kome treba voditi računa je verovatna sedimentacija. U nekim mestima poželjno je koristiti mekšu vodu da bi se sprečila potreba suviše čestog čišćenja uređaja za destilaciju. Sam uređaj za destilaciju treba da bude proučen u pogledu lakoće njegovog čišćenja.

Obezbeđenje i kontrola električne energije

Jedna od najčešćih potreba naučne laboratorije u srednjoj školi je adekvatno obezbeđenje električne energije. Ova potreba potiče od značajne uloge koju elektricitet igra u delatnostima svakodnevnog života. Takve opšte kategorije korišćenja kao što su one koje slede svedoče o značaju adekvatnog obezbeđenja i kontrole električne energije:

1. Proučavanje prirode elektriciteta,
2. Korišćenje motora za pomoćnu laboratorijsku opremu,
3. Energija za projektore i pojačivače,
4. Obezbeđenje izvora svetlosti,
5. Obezbeđenje izvora toplote.

Obezbeđenje naizmenične struje

Laboratorija i učionica obično treba da imaju više utikača za naizmeničnu struju, koji se nalaze na raznim mestima tako da se svede na minimum korišćenje produžnih kablova. Dovodi do tih utikača treba da budu nezavisni od dovoda za osvetljenje prostorije i treba da budu dovoljno velikog prečnika kako bi se zadovoljile potrebe za strujom za obični eksperimentalni rad i za projektore.

U nekim slučajevima poželjno je produžiti stalno ili privremeno veze sa jednog jedinog utikača. Kod takvog povezivanja treba se odlučno i potpuno držati uputstva. Treba izbegavati što je više moguće postavljanje više utikača paralelno na jednom vodu, čak i na stalnoj instalaciji. Posebne linije, svaka na posebnom osiguraču, mnogo su poželjnija stvar za opšte korišćenje.

* Propisi u SAD. — prim. prev.

Ograničenja produžnih kablova i većeg broja utikača treba imati u vidu kod očekivanog korišćenja. Produžni kabl koji odgovara za korišćenje sijalice od 100 vati može biti potpuno nezadovoljavajući ako je snaga veća, naime kada se više delova eksperimentalne opreme snabdeva istovremeno ovakvim produžnim kablom koji ima višestruki utikač.

Dobijanje jednosmerne struje

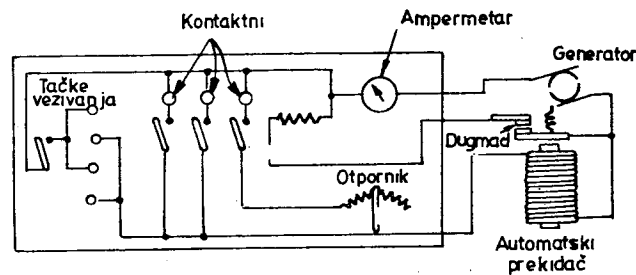
Baterije i akumulatori. Baterije mogu biti postavljene u nizu (ili paralelno) da bi se obezbedila potrebna jednosmerna struja. One nisu skupe i od najveće vrednosti su za lako i povremeno korišćenje. Nepogodnosti u njihovom korišćenju su: ograničeni napon koji se može bezbedno dobiti, broj baterija potreban za više napone i činjenica da se one ne mogu puniti.

Akumulatori kao što su oni koji se koriste za automobile mogu sasvim zadovoljavajuće poslužiti. Takvi akumulatori mogu izdržati veoma velika opterećenja u kratkim periodima i mogu se ponovo puniti. Ako se brižljivo s njima postupa, vek trajanja im je više meseci ili čak godina. Potrebno je osigurati akumulator osiguračima tako da struja ne prelazi 6 ili 8 ampera. Jači osigurači mogu se koristiti za veoma kratke periode (15 do 30 sekundi). Akumulatori imaju tu nepogodnost da su dosta teški i da su relativno skupi.

Stalno instalirane Edisonove baterije predstavljaju sasvim zadovoljavajući izvor jednosmerne struje. Baterije su izdržljive i imaju dugi vek trajanja.

Da bi se obezbedio željeni napon, baterije treba da budu povezane u nizu jakom žicom (bakarnom žicom br. 10 ili debljom) ili bakarnim šipkama. Ako se koriste žice, one treba da budu povezane za klemne koje su vezane za polove.

Tamo gde je moguće postaviti stalne instalacije sa žicama, korišćenje akumulatora u staklenim sudovima je sasvim zadovoljavajuće. Međutim, ovakav uređaj se ne može prenositi i to ograničava korišćenje akumulatora.



Sl. 33. Shema vezivanja za razvodnu ploču jedinice motor-generator

Generator jednosmerne struje. Zadovoljavajući izvor jednosmerne struje pruža korišćenje automobilskog generatora koji pokreće drugi izvor energije, kao što je motor na naizmeničnu struju. Izvor energije može biti benzinski motor; ako buka koju izaziva motor smeta, on treba da bude postavljen tamo gde ne ometa druge delatnosti škole.

Motor i generator mogu se postaviti na postolje i povezati pogonskim kaišem oblika slova V. Vertikalna ploča postavljena na postolje ima patrone, komandne elemente, amper-metar i kontrolnu lampicu (sl. 33). Automatski prekidač se takođe postavlja da bi zaštitio generator kada nema drugog opterećenja. Prekidač se pravi obrtanjem prekidača generatora. To se čini pomeranjem platinskih dugmadi tako da jedna tačka koja je ranije bila ispod armature prekidača dolazi iznad armature, s tim što je tačka na armaturi pomerena s donje na gornju stranu. Prekidač tako ostaje otvoren kada postoji opterećenje u kolu. Ako se opterećenje ukloni, armatura popušta, podiže (zbog opruge) i opterećenje se dobija u relativno visokom otporu, R, a istovremeno kontrolna sijalica, L, ukazuje da nema napona u glavnom kolu.

Dva niza vezivnih mesta i tri patrone sa prekidačima postavljaju se u glavnom kolu. Na glavnom kolu postavlja se jedna patrona u nizu sa reostatom za kontrolu napona.

Motor od jedne četvrtine konjske snage daje dovoljnu energiju za normalne potrebe. Veći motor se može koristiti ako namotaji generatora dozvoljavaju davanje veće snage.

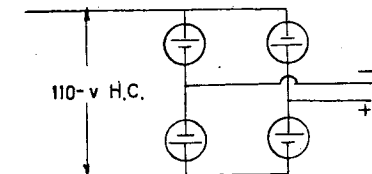
Mogu se kupiti i komercijalno proizvedeni generatori i motori. Takvi uređaji kada se pokreću motorom od $\frac{1}{4}$ konjske snage obično pružaju izlaznu snagu od oko 100 vati. Pokretanjem motora od $\frac{1}{2}$ konjske snage dobija se izlazna snaga od 250 vati.

Ispravljači. Razne vrste ispravljača se mogu koristiti, a najčešće se koriste elektrolitski, termojonski i takozvani tip sa „suvom pločom”.

Elektrolitski ispravljač. Četiri tegle od 1 litra (ili slične tegle) sadrže zasićeni rastvor natrijum bikarbonata (umesto ovoga mogu se upotrebiti natrijum tetraborat ili trinatrijum fosfat u rastvoru). Svaka ćelija ima dve elektrode: jednu od aluminijuma i drugu od olova i gvožđa (Sl. 34). Poželjnije je upotrebiti olovo zbog njegove otpornosti na koroziju. Ove elektrode su dimenzija približno 6×10 cm sa produžetkom na vrhu koji prolazi kroz gumeni zapušač koji ih drži. One treba da budu na rastojanju



Sl. 34. Ćelija elektrolitskog ispravljača



Duga šipka (-) = aluminijum elektroda
Kratka šipka (+) = olovna elektroda

Sl. 35. Shema elektrolitskog ispravljača

od oko 2 cm da bi se izbegao kratki spoj. Produžetak elektrode koji viri kroz gumeni zapušač na vrhu tegle je probušen tako da se može provući kratak klin za vezivanje žice. Žica treba da bude izolovana bakarna br. 12. Ćelije su povezane i krajevi postavljeni na ploču za dovod i odvod. (sl. 35). Priključci mogu biti klinovi sa zavrtnjima i maticama.

Ako ispravljač treba da se koristi za duže periode vremena, četiri ćelije treba da budu stavljene u kupatilo za hlađenje. Gumeno korito je sasvim zadovoljavajuće. Ako se to koristi, ploča može biti postavljena na kraju korita i sve veze i priključnice postavljene na nju. Gumeni zapušači koji zatvaraju tegle treba da imaju proseke da bi se omogućilo izlaženje gasova pošto se ćelije zagrevaju prilikom korišćenja.

Pošto je tok elektrona naizmeničan u izvoru energije, elektroni ne mogu proći kroz „ventil“ od olova ka aluminijumu, ali mogu preći sa aluminijumom na olovo. Prema tome, kraj koji je povezan sa olovnim pločama je negativan.

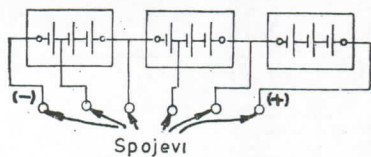
2. *Termojonski ispravljači.* Termojonski ispravljač obično poznat pod nazivom volframski ispravljač, može se kupiti. Napon koji daje obična jeftina jedinica za punjenje akumulatora nije tako visok (obično 8 do 12 volti), ali stalna snaga koja se obezbeđuje i otklanjanje problema koje predstavlja održavanje čine ovaj poželjnim izvorom jednosmerne struje.

3. *Ispravljači sa suvom pločom.* Dve vrste ispravljača sa suvom pločom koji se mogu kupiti jesu sa bakarnim oksidom i selenom. Kada potražnja struje nije preterana, ova vrsta ispravljača je sasvim zadovoljavajuća.

Regulisanje električne struje

Jednosmerna struja. Regulisanje jednosmerne struje koja se stvara u akumulatorima može se postići povećanjem potencijala povezivanjem ćelija u nizu dok se ne dobije zadovoljavajuća struja, ili povezivanjem ćelija (ili akumulatora) paralelno dok zbir struja ne bude odgovarajući. Kod odlučivanja u pogledu metoda vezivanja treba voditi računa o maksimalnoj bezbednoj izlaznoj moći baterije ili akumulatora.

Stalno postavljene akumulatori mogu se vezati žicom za kontrolnu naponsku ploču povezivanjem priključnih tačaka ćelija u akumulatorima sa odgovarajućim stalnim tačkama. (Sl. 36). Ploča treba da bude od krute plastike ili staklenog vlakna; krajevi na ploči mogu biti mesingani mašinski



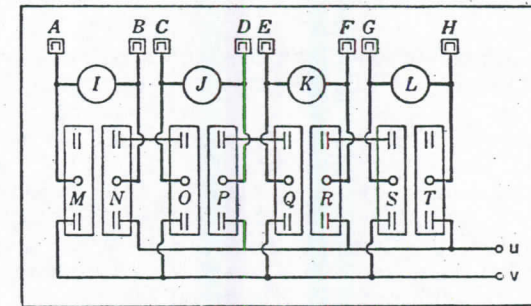
Sl. 36. Shema akumulatora-izvora jednosmerne struje

zavrtnji prečnika $\frac{3}{16}$ inča sa običnim ili leptir maticama. Upotrebljena žica treba da bude izolovana bakarna žica br. 12 ili 14. Uspostavljanjem odgovarajućih veza sa akumulatorima kombinacije napona sa tri akumulatora mogu biti 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 i 18 volti. Mogu se upotrebiti i dodatni akumulatori ili manji broj akumulatora. Sa takvom pločom, svaki kraj je pozitivan u odnosu na leve, a istovremeno negativan u odnosu na desne od sebe.

Jednosmerna i naizmenična struja. Razni otpornici mogu se koristiti za obezbeđenje regulisanja jednosmerne i naizmenične struje. Među njima su žičani i otpornici sa sijalicama, ugljeni reostat i tečni reostat.

1. *Žičani otpornici.* Žičani reostati su obično u obliku takozvanog reostata sa „kliznom žicom“ (vidi str. 133) ili kružnog oblika sa dugmetom za regulaciju. Ovaj drugi tip se može nabaviti kao deo radioaparata. Otpor i snaga treba da se utvrde u vreme kupovine, ili ukoliko nisu već poznati, eksperimentalno da se odrede. Mnogi takvi otpornici su sasvim zadovoljavajući za niže napone i struje, ali nisu predviđeni za veća opterećenja.

2. *Reostati sa sijalicama.* Reostat sa sijalicama može se napraviti postavljanjem sijaličnih grla, prekidača i krajeva na ploču veličine 9×24 inča (slika 37). Četiri sijalice se postavljaju u položaje obeležene sa I, J, K i L. Sijalična grla se postavljaju na rastojanju od 5 inča, jedno prema drugom. M, N, O, P, Q, R, S i T su jednopolni dvostruki prekidači. U i V su krajevi, koji se mogu improvizovati od krajeva baterija ili mesinganih klinova. A, B, C, D, E, F, G i H su Fanštokove steznice. Žice treba da budu bakarne br. 14 ili 16. Poželjno je izbegavati neizolovanu žicu svuda gde je to moguće, ali znatan deo obrazovne svrhe se gubi postavljanjem strujnog kola ispod pulta. Ako je bakarna žica izolovana, otklanja se najveći deo opasnosti otvorenog kola.



Sl. 37. Shema reostata sa sijalicama

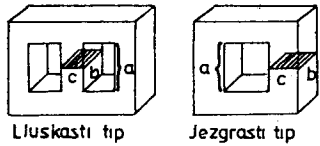
Kod korišćenja sve sijalice se postavljaju u nizu, obarajući sve prekidače napred, osim onih na kraju (M i T) koji su okrenuti prema nazad. To daje maksimalni otpor kolu. Sve sijalice mogu biti postavljene paralelno postavljanjem prekidača prema nazad. Time se dobija najmanji otpor strujnog kola. Onoliko sijalica koliko je potrebno može biti postavljeno u nizu postavljanjem prekidača u nizu u zadnji položaj i prekidača između njih u prednji položaj. Slično tome, onoliko sijalica koliko se želi može biti postavljeno paralelno postavljanjem dva kraja prekidača u zadnji položaj. Sijalice mogu biti isključene iz kola postavljanjem prekidača u vertikalni položaj. Srednji otpori se mogu dobiti kombinovanjem paralelnih kola i kola u nizu. Otpor se može menjati takođe promenom snage sijalice koja se koristi. Pored toga, otpor može biti postavljen u nizu ili paralelno sa drugom opremom koja se koristi.

Poželjno je koristiti mutne ili crno obojene sijalice radi zaštite oči. Ploča se može produžiti tako da se na nju postavlja onoliko sijalica koliko se želi ponavljanjem oblika vezivanja prekidača i veza.

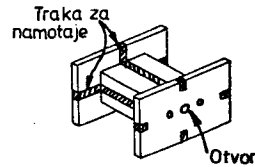
3. *Ugljeni reostat.* Ugljeni reostat koji se može kupiti, naročito je pogodan tamo gde se radi sa dosta jakim strujama. On izdržava preopterećenje za ograničene periode bez oštećenja, ali osetljiv je na fizičke potrese, kao što je pad.

4. *Tečni otpornik.* Tečni otpornik je grub, ali zbog opasnosti od otvorenih veza, treba da se koristi u samo brižljivo kontrolisanim situacijama.

Naizmenična struja. Smanjenje napona naizmenične struje može se vršiti transformatorom. Običan transformator ima stalni izlazni napon i granicu snage koju može dati. Kod kupovine transformatora, napon i željena snaga treba da budu karakteristike kojima se treba rukovoditi kod izbora.

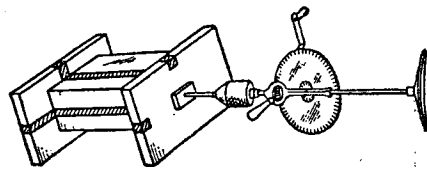


Sl. 38. Jezgra transformatora

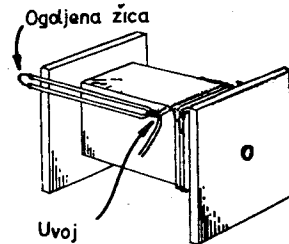


Sl. 39. Kalup za namotavanje transformatora

Korišćenjem starog transformatorskog jezgra ili jezgra isečenog od transformatorskog čelika (ili gvožđa) može se izgraditi transformator sa više napona. Presek jezgra treba da bude što je moguće veći; na primer za transformator od 300 vati ljuskastog oblika, presek jezgra ($b \times c$) treba da bude pet kvadratnih inča; kod oblika jezgra presek treba da bude 1,6 kvadratnih inča. (Sl. 38). Tri dimenzije jezgra (a, b i c) treba da se precizno izmere na drvenom bloku širem, debljem i nešto kraćem. Na ovaj drveni kalem mota se žica, krajevi su na njoj pričvršćeni zavrtnjima čime se i drže namotaji (Sl. 39). Otvor (prečnika $\frac{3}{16}$ inča) se buši kroz geometrijski centar kalema i krajeva. Čitav kalem se namotava sa dva sloja debljeg papira da bi se olakšalo skidanje namotaja sa kalema. Lepljiva traka se postavlja na kalem i njeni krajevi prelaze preko ivica sa svake od 4 strane. Klin (prečnika $\frac{3}{16}$ inča) se postavlja kroz otvor i čvrsto učvrsti maticom. Kraj klina se zatim uhvati u otvor ručne bušilice, čiji držač može biti postavljen u mengele (Sl. 40).



Sl. 40. Kalup pričvršćen za ručnu bušilicu radi namotavanja

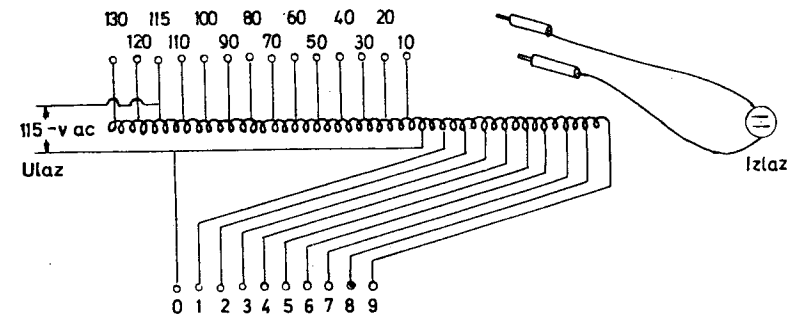


Sl. 41. Pravljenje petlje na transformatorskom kalemu

Na ovaj kalem može se namotati autotransformator sa širokim opsegom napona korišćenjem žice br. 18 izolovane lakovanim pamukom. Posle određenog broja namotaja napravi se petlja koja se izvuče van kalema za nekoliko inča. Žica ne sme biti isečena, već ogoljena na kraju petlje (sl. 41). Žica je prema tome neprekinuta. Svaki ovaj deo se obeleži komadom papira na kome je dat broj namotaja. Dobijeni naponi (na svakoj petlji napravljenoj posle određenog broja namotaja) pretpostavljaju da je napon mreže 115 volti. Ako je napon mreže druge vrednosti (na primer 110 volti) određenu petlju treba povezati za jednu stranu mreže.

Kraj kalema	130 volti
Petlja posle 40 namotaja	130 volti
Petlja posle još 20 namotaja	115 volti
(ovde je vezana mreža)	
Petlja posle još 20 namotaja	110 volti
Petlja posle još 40 namotaja	100 volti
Petlja posle još 40 namotaja	90 volti
Petlja posle još 40 namotaja	80 volti
Petlja posle još 40 namotaja	70 volti
Petlja posle još 40 namotaja	60 volti
Petlja posle još 40 namotaja	50 volti
Petlja posle još 40 namotaja	40 volti
Petlja posle još 40 namotaja	30 volti
Petlja posle još 40 namotaja	20 volti
Petlja posle još 40 namotaja	0 volti
Petlja posle još 4 namotaja	1 volt
Petlja posle još 4 namotaja	2 volta
Petlja posle još 4 namotaja	3 volta
Petlja posle još 4 namotaja	4 volta
Petlja posle još 4 namotaja	5 volti
Petlja posle još 4 namotaja	6 volti
Petlja posle još 4 namotaja	7 volti
Petlja posle još 4 namotaja	8 volti
Petlja posle još 4 namotaja	9 volti

Kada je namotavanje završeno, lepljiva traka se namotava preko kalema da bi se sprečilo razmotavanje žice po uklanjanju drvenog rama. Kraj samog kalupa se skine i zatim se oko čitavog namotaja obmotava nova lepljiva traka. Jezgro transformatora se postavlja u svoj položaj i postavlja na postolje. Plastična ploča se stavlja na postolje. Ona je opremljena sa 24 izlazna utikača u koja se stavljaju utikači za željene napone. (Sl. 42).



Sl. 42. Shema auto-transformatora

Obезbeđenje visokih i niskih temperatura

Sa povećanjem opsega temperatura koje se mogu dobiti u laboratoriji, povećavaju se mogućnosti za istraživanja učenika i nastavnika. Proširenje ispraživanja može se vršiti u sledećim, kao i u drugim oblastima nauke.

1. Priroda toplote
2. Stanja materije i odnosne fizičke osobine
3. Gasni zakoni
4. Proizvodnja legura
5. Kontrola hemijskih reakcija.

Visoke temperature

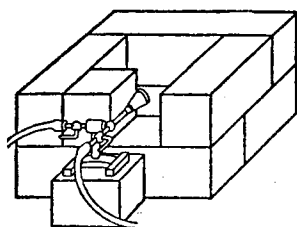
Izraz visok je relativan: kako je uzet u ovom slučaju, on znači temperature više od onih koje se obično dobijaju upotrebom Bunzenovog gorionika.

Fišerovi i Mekerovi gorionici su napravljeni da troše veću količinu gasa od običnog gorionika i tako stvaraju više temperature.

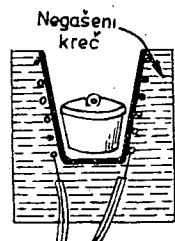
Njihov rad ne zavisi od komprimovanog vazduha. Vrsta raspoloživog gasa treba da bude naznačena kod poručivanja gorionika.

Mogu se kupiti i mlazni gorionici (ili lampe) koji rade sa komprimovanim vazduhom. Treba precizirati vrstu raspoloživog gasa. Vazdušni pritisak koji je potreban za njihov rad, može se lako postići u običnoj laboratoriji (vidi str. 111). Prilagođavanjem dovoda gasa i vazduha i prečnika gorionika u širokom opsegu mogu se menjati oblik i temperatura plamena.

Može se učiniti da mlazni gorionik služi kao peć. To se postiže usmeravanjem plamena u prostor napravljen od materijala koji izdržava visoku temperaturu. Takva peć se može napraviti od šamotne opeke, povezane cementom u obliku male kutije (sl. 34). Na jednoj strani ostavlja se otvor za mlaz gorionika, dok se poklopac od šamotne opeke može skidati. Takođe se od mešavine vatrostalne gline može napraviti odgovarajući oblik.



Sl. 43. Peć grejana mlaznim gorionikom



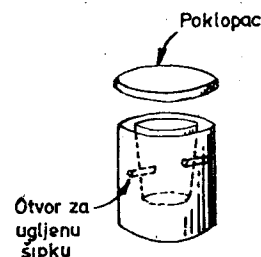
Sl. 44. Peć otporno grejana

Odbačeni automobilski cilindar sa izvađenim klipom takođe se može upotrebiti kao peć. Cev gorionika se provlači kroz deo gde ulazi klip. Čelična ploča pokriva vrh. Cilindar treba da bude stavljen na dobro izolovanu ploču. Kašike i sudovi za topljenje materijala (kao što su metali za legure) mogu biti grejani u takvim komorama.

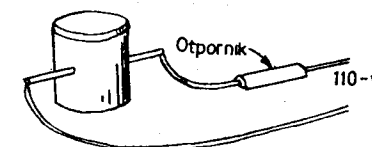
Mogu se kupiti i električne grejne ploče. Kašika ili mali sud za topljenje metala stavljen na ploču i pokriven poklopcem otpornim na tempera-

ture, kao što su glineni lonac ili lonac od modelirane vatrostalne gline ili azbesta, mogu se zagrejati do relativno visoke temperature.

Slična peć se može izgraditi korišćenjem konusnog grejnog elementa jedne grejalice. Sav metal sa postolja se uklanja, ostavljajući samo otpornu žicu na glinenom konusu. Izolovana bakarna žica (br. 14 ili veća) vezuje se za svaki kraj otporne žice. Glineni lonac ili puna metalna konzerva koriste se kao sud. Otvor kroz dno ili stranu daje prolaz za jednu vezu (sl. 44). Druga veza se dobija sa vrha. Negašeni kreč, vatrostalna glina i azbestni cement koriste se da bi se popunio prostor između kalema i suda. Prvo se postavlja pod na dubini od 2 inča. Kalem se postavlja na svoje mesto, a prostor oko stranica popunjava. Pravi se poklopac od azbestne ploče. Kontakti su pričvršćeni za postolja.



Sl. 45. Grejni sud za električnu lučnu peć



Sl. 46. Montirana peć sa električnim lukom

Peć sa električnim lukom može se napraviti, korišćenjem ugljenih šipki prečnika $\frac{1}{4}$ inča i jakog otpornika (500 do 1000 vati). Luk se stavlja u glineni lonac. Kalup za glineni lonac sastoji se od čaše od želatina u konzervi. Puni se mešavinom azbestnog vlakna i cementa mešanjem sa vodom da bi se dobila u vidu paste. Jedan sloj se stavlja na dno konzerve, zatim se ubacuje želatinska čaša tako da je njen vrh na nivou vrha konzerve. Dva komada okruglih klinova nešto širih od šipke koja će se koristiti postavljaju se u tačno suprotne položaje. Oni se obmotavaju hartijom kako bi se mogli lako izvući. Konzerva se zatim puni mešavinom azbestnog cementa i dobro nabije. Napravi se cilindrični poklopac. Pošto se to donekle stegne, želatinska čaša se izvlači (Sl. 45). Pošto se mešavina dobro osuši metalna konzerva se može skinuti i klinovi izvući. Zatim se uvlače ugljene šipke. Izolovane žice se povezuju sa ugljenikom i otpornik postavlja u nizu (sl. 46). Otpornik (kao što je rezervna zagreivna žica za električnu peglu) može se postaviti na komad azbestne ploče.

Niske temperature

Temperature ispod 0°C mogu se dobiti korišćenjem raznih smeša za zamrzavanje (vidi str. 253). U nekim slučajevima takve temperature mogu se dobiti stavljanjem materijala u isparivač električnog hladnjaka.

Suvi led se može koristiti za dobijanje niskih temperatura. On se razbija i meša sa alkoholom da bi obrazovao masu koja ima temperaturu od približno $-75,5^{\circ}\text{C}$. Treba voditi računa da delovi ruku ne budu slučajno smrznuti kod rukovanja ovim materijalom.

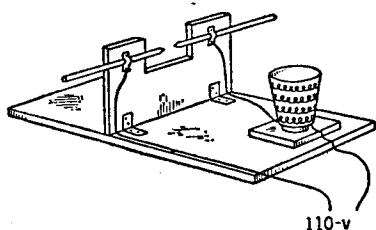
Tečni vazduh može da se kupi. Mada proizvodi temperature niže od onih koje se dobijaju korišćenjem suvog leda, opasnosti koje sadrži njegovo korišćenje treba da ograniče njegovu upotrebu tako da ga koristi obavešteno i oprezno lice.

Dobijanje intenzivne svetlosti

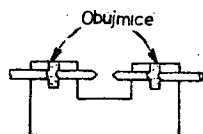
Sunce je očevidan izvor intenzivne svetlosti. Svetlost se može koristiti pri ulasku u prostoriju odbijajući se od ogledala, ili u nekim slučajevima ona se može koristiti napolju.

Može se upotrebiti obična sijalica velike jačine. Svetlo se može dalje pojačati malim povećanjem ulaznog napona (kao sa transformatorom za podizanje napona), mada ovo preopterećenje uglavnom skraćuje vek sijalice.

Reflektorske sijalice, koje se koriste u fotografske svrhe, daju relativno intenzivnu svetlost i uglavnom gore više časova.



Sl. 47. Montirani električni luk



Sl. 48. Držač ugljenih šipki za električni luk

Projektor (filmski ili dijabrojektor) služi kao efikasan izvor svetlosti. Intenzitet zavisi od sijalice, koja je obično snage 500 ili 750 vati.

Električni luk se može kupiti ili napraviti. Kod pravljenja električnog luka, ugljene šipke (prečnika $\frac{1}{4}$ inča) koriste se za luk, sa otpornikom od 600 vati, kao što je zagrevača žica grejalice) postavljenim u nizu. Azbestna ploča se pričvršćuje za drveno postolje 6×12 inča. Komad azbestne ploče 4×5 inča ima prorez 2×2 inča pri vrhu (sl. 47) da bi se obezbedilo mesto za luk. Komadi debelog gvođenog lima savijaju se i u njima se buše rupe. Oni se pričvršćuju na ploču da bi čvrsto držali ugljene šipke (ali ne kruto) (sl. 48). Ploča se zatim pričvršćuje ugaonim gvožđem za postolje. Postolje otpornika nalazi se u blizini jednog kraja. Žica koja se koristi za dovoz struje je izolovana bakarna žica br. 12. Veze sa ugljenim šipkama uspostavljaju se preko zavrtnja koji drže držače šipke. Krajevi ugljenih šipki se izoluju da bi se sprečio strujni udar pri podešavanju ugljenih šipki. (Šipke se prvo sastave vrhovima, a zatim se jedna polako izvlači kada počne da se stvara luk.)

Štitnik za zaštitu očiju pravi se od velike izvrnute konzerve. Otvor prečnika dva inča iseče se na nivou luka za korišćenje svetlosti, i otvor prečnika $\frac{1}{2}$ inča se iseča na gornjem delu da bi se obezbedila ventilacija.

Za zaštitu očiju prilikom podešavanja luka postavlja se komad rubinskog stakla iznad otvora na vrhu. U konzervi se isečaju prorezi da bi se mogle provući ugljene šipke. Štitnik se pričvršćuje na postolje metalnim držačima da bi se sprečilo njegovo kretanje. *Pazi:* direktna svetlost luka ne sme da pogodi oči.

Dobijanje visokog i niskog vazdušnog pritiska

Izvori komprimovanog vazduha i smanjenog vazdušnog pritiska mogu se koristiti za razne svrhe u srednjoj školi. Među tim svrhama su:

1. Proučavanje gasnih zakona
2. Rad mlaznih gorionika
3. Proučavanje aerodinamike
4. Proučavanje vazdušnog pritiska.

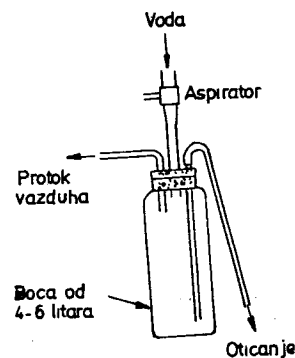
Komprimovani vazduh

Mogu se postaviti stalne instalacije za vazdušne kompresore i cevi. To je relativno skup metod dobijanja komprimovanog vazduha.

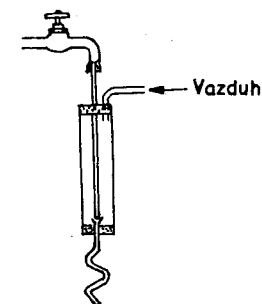
Mogu se takođe nabaviti i pokretni kompresori koje pokreću električni motori. Neki od ovih kompresora su projektovani tako da mogu takođe služiti i kao usisne pumpe. Kompresor se može nabaviti i bez motora.

Neki vazdušni kompresori, kao što su oni iz električnih hladnjaka i uređaja za prskanje boje, mogu se prilagoditi za upotrebu u školi.

Vodeni aspirator može biti upotrebljen kao izvor komprimovanog vazduha. Voda iz aspiratora teče direktno u široku bocu (sl. 49). Velika staklena prelivna cev (prečnika 15 mm) spuštena je skoro do dna boce. Vazduh koji ulazi u bocu prinuđen je da izlazi preko cevi na vrhu. Vazdušni protok je dovoljan za mlazni gorionik.



Sl. 49. Vodeni aspirator za komprimovani vazduh



Sl. 50. Montirani stakleni vodeni aspirator

Upotreba rezervoara za komprimovani vazduh obezbeđuje stalno protok vazduha poželjan za korišćenje komprimovanog vazduha. Pumpa je povezana sa rezervoarom metalnom cevi koja ima slavinu. Slavina na rezervoaru omogućava ispuštanje gasa. Kraj slavine treba da bude takav da

se na nju može pričvrstiti gumena cev. Rezervoar treba da sadrži i ventil sigurnosti i uređaj za merenje pritiska. Treba voditi računa da se izbegne suvišni pritisak; 35 funti po kvadratnom inču treba da bude maksimum za većinu operacija.

Niski vazdušni pritisak

Može se upotrebiti kombinacija vazdušno-kompresorske-vakuumske pumpe, kako je to izneto na str. 111.

Može se upotrebiti domaći usisivač za prašinu. Ako usisivač ima cev za priključke, laboratorijska oprema se može pričvrstiti za ovu cev da bi se koristio delimičan vakuum koji se stvara.

Vodeni usisivači mogu se kupiti ili napraviti. Usisivač se može napraviti od staklenih cevi i gumenih zapašaća. Stakleni cilindar (približne dimenzije: prečnik 1 inč, dužina 6 inča) se zatvara na krajevima gumenim zapašaćima od kojih jedan ima jedan otvor, a drugi dva. Hvatač je komad staklene cevi (dužine 6 inča) proširene da bi hvatala vazduh i sprečila njegovo vraćanje (sl. 50). Posle uvlačenja kroz otvor u zapašaću cev se proširuje. Mlaznica se postavlja na cev nešto dužu od cilindra. Cev se uvlači u jedan otvor kroz zapašać sa dva otvora: druga staklena cev savijena pod pravim uglom stavlja se u drugi otvor. Cev sa mlaznicom se tako postavlja da se mlaznica nalazi skoro u samom otvoru proširene cevi. Izvesna prilagođavanja mogu biti potrebna za dobijanje dobrih rezultata. Veza sa slavinom može biti direktna ili preko gumene cevi.

VAZNI UREĐAJI

U nekim slučajevima poseban uređaj omogućava da se izvede neka operacija. Ovi uređaji koji olakšavaju operacije opšte i potencijalne mogućnosti korišćenja jesu:

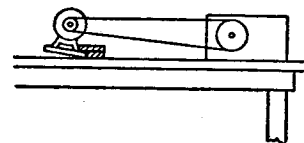
1. Električni motori
2. Akvarijumi
3. Uređaji za merenje vremena
4. Rotatori
5. Stroboskopski uređaji

Električni motori

Škola normalno treba da ima više električnih motora raznih veličina i vrsta. Svi motori, uključujući one koji su posebno projektovani za nastavne svrhe (vidi str. 188) mogu biti korišćeni kod proučavanja elektriciteta. Snaga motora predviđenih za pokretanje raznih vrsta opreme treba da se kreće od relativno malih snaga od nekoliko delova konjske snage ($1/32$ do $1/16$ ks) do motora relativno jake snage $1/2$ do 1 ks). Najveći deo opreme projektovan je za korišćenje motora od $1/4$ ks, a u mnogim školama jači motori nisu ni potrebni.

Motori mogu biti nabavljeni od preduzeća za prodaju opreme i u lokalnim gvoždarama ili prodavnicama električne opreme. U mnogim slučajevima motori se mogu dobiti od takvih uređaja kao što su električni ventilatori, mašine za šivenje, električni hladnjaci, mašine za pranje rublja, automobil-

ski grejači i od igraćaka kao što su razne konstrukcione zbirke i električni vozovi. Treba voditi računa da su motori koji su nabavljeni projektovani da rade na naponu koji je raspoloživ u laboratoriji. Motori treba da budu postavljeni na čvrsto odgovarajuće postolje. Za učvršćenje postolja za sto ili radni sto mogu biti upotrebljeni zavrtnji prečnika $1/4$ inča sa leptir maticama.



Sl. 51. Postolje za elektromotor

Metod obezbeđenja lakog prenošenja motora je vezan za korišćenje posebnog uređaja (sl. 51). Osnova motora pričvršćena je držačem utvrđenim za sto. Delovi se vezuju sa krajevima da bi se sprečilo aksijalno kretanje. Oprema koju motor pokreće čvrsto je postavljena. Motor se može lako skinuti i postaviti na drugo mesto koje je slično obezbeđeno držačima koji treba da drže postolje motora. Ovaj uređaj ima dodatnu prednost da se prenosni kaiš sam zateže težinom motora.

Pogonski motori trebalo bi da imaju koturače pričvršćene za osovinu motora. Ove koturače mogu biti raznih veličina. One se uglavnom mogu nabaviti u gvoždarama i prodavnicama električne opreme. Prekidač za motor treba da bude postavljen na postolje. Gde god je moguće takođe treba postaviti otpornik u kolo da bi se regulisala brzina motora.

Akvarijumi

Akvarijum ima svoje mesto u laboratoriji za opšte prirodne nauke kao i u laboratoriji za biologiju. On je potreban za prikupljanje gasova nad vodom, proučavanje razlika u pritisku u tečnosti, preloma svojstva tečnosti, proučavanje talasa i površinskog napona. Akvarijumi se mogu kupiti gotovi. U nekim slučajevima poželjno je da akvarijum ima dno od providnog stakla. Ako se on kupuje ili pravi, dobro je predvideti takvo dno od providnog stakla. Akvarijum ne bi trebalo da ima manje dimenzije od 12 inča širine, 12 inča dubine i 24 inča dužine. Akvarijum se može napraviti na licu mesta koristeći ugaono gvožđe čijim se varenjem dobija oblik. (Za akvarijumski lepak vidi str. 144.) Veliki kružni ili četvrtasti akumulatorski sud može se upotrebiti umesto uobičajenog akvarijuma. Nije neophodno, mada je poželjno, da akvarijum bude od stakla. Izmena bilo koje željene veličine može se izvesti pomoću metalnog lima limar u susedstvu.

Akvarijum se može napraviti i korišćenjem slivnika ugrađenog u laboratorijski sto. Takav slivnik može imati jednu stranu od providnog stakla, čime se omogućava da eksperimentatoru unutrašnjost akvarijuma bude vidljiva. U drugim slučajevima mogu je nabaviti dovoljno veliki sud za vodu jednostavnim zapašavanjem slivnika koji stoji na raspolaganju. U svakom slučaju, treba voditi računa da se akvarijum ne ošteti lomljenjem i da se ne prenosi suviše često ako to nije neophodno. To se naročito odnosi na akvarijume koji imaju metalni okvir i staklene stranice povezane lepkom. Poželjno je da akvarijum bude sprema za korišćenje u svakom trenutku.

Uređaji za merenje vremena

U nekim slučajevima u radu u laboratoriji u srednjoj školi poželjno je da se precizno meri vreme. Razne vrste hemijskih i fizičkih istraživanja čine uređaje za merenje vremena potrebnim.

Jedan od jednostavnijih uređaja za merenje vremena je hronometar. Često se hronometar može uzeti od odeljenja za sport ukoliko ne postoji u laboratoriji za prirodne nauke. Hronometar ima prednost da se može lako nositi, ali je on instrument za pojedinačnu upotrebu koji nije lako vidljiv za više od jednog ili dvojice učenika u svakom trenutku. Hronometri su prilično osetljivi instrumenti i s njima se mora brižljivo postupati. U odsustvu hronometra obični časovnik koji ima veliku sekundaru može poslužiti na zadovoljavajući način.

U nekim okolnostima zidni hronometar je poželjniji instrument od džepnog. Zidni hronometar se ne može lako prenositi, ali se lako vidi i prema tome može biti korišćen u prilikama kao što su demonstracije, gde učenici mogu istovremeno gledati na sat. Takav električni časovnik ima veliku kazaljku za sekunde. Neki električni satovi se mogu nabaviti sa električnim prekidačima, s tim što se časovnik koristi za uključivanje ili isključivanje nekih drugih električnih uređaja u unapred određenom trenutku.

Vreme se može meriti običnim metronomom, koji se može prilagoditi željenoj učestanosti. Odgovarajući uređaj je obično klatno čija se dužina može podesiti i tako menjati periode oscilacije.

Rotatori

Rotator je jedan od korisnijih uređaja u laboratoriji. Rotator je potreban za rad diskova u boji, sirene u obliku diska, Savartovog točka, stroboskopskih diskova, stroboskopskog osvetljivača uređaja za centrifugalnu silu, kubičnog ogledala za manometarski plamen, demonstracionog električnog generatora, Krovinovog diska, aparata za demonstraciju Doplerovog principa, kao i za druge svrhe.

Rotaciono kretanje može se proizvesti korišćenjem električnog motora koji reguliše pomoću otpornika (vidi str. 105). Motor se može koristiti direktno ili može biti upotrebljen za pokretanje drugog uređaja na kome se nalazi predmet koji treba da bude rotiran. U mnogim slučajevima poželjno je pričvrstiti predmet koji treba rotirati direktno za osovinu motora. To naročito važi ako je moguće regulisati brzinu motora korišćenjem otpornika. Ako motor treba da se koristi direktno, osovina treba da bude prilagođena za držanje uređaja koji se za nju pričvršćuje. Ovo prilagođavanje može biti u vidu stezača kao što je kljun ručne bušilice, što zahteva bušenje osovine. U drugim slučajevima uređaj se može učvrstiti za osovinu jednostavnim postavljanjem prstena koji se pričvršćuje za osovinu i jednim zavrtnjem drži za osovinu.

Moguće je proizvesti rotaciono kretanje manuelnim putem. Uobičajeni metod je korišćenje obične ručne bušilice. Bušilica može biti držana u držaču bilo u horizontalnom ili vertikalnom položaju, mada nije neophodno da se ona tako drži. Uređaji koje treba rotirati se zatim postavljaju u kljun bušilice.

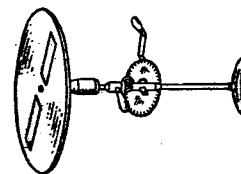
Komercijalni rotatori mogu se nabaviti, i to i manuelni i električni. Ovi rotatori mogu se kupiti bilo sa, ili bez, električnog motora. Ako električni motor već postoji u laboratoriji, može se kupiti uređaj bez motora. Takvi

rotatori imaju brzine koje se mogu menjati i nije potrebno da se motor reguliše otpornikom.

Jedan drugi tip rotatora koji se može pribaviti za laboratoriju prirodnih nauka je obrtna ploča gramofona. Ako se koristi električni gramofon možda neće biti moguće menjati brzinu okretanja. Stariji tipovi gramofona, koji se često mogu kupiti veoma jeftino, pokreću se oprugom i njihova brzina se može regulisati. Uređaji koje treba rotirati postavljaju se na samu rotacionu ploču; pri tom je potrebno staviti teg na osovinu u centru ploče.

Stroboskopski uređaji

Stroboskopski uređaji, koji omogućavaju posmatranje i proučavanje periodičnih i promenljivih kretanja, korisni su za posmatranje takvih faza kao što su ubrzavanje, talasno kretanje, brzina rotirajućih predmeta i naprezanje koje se razvija u predmetima koji rotiraju. Isprekidani bleskovi svetlosti prividno smanjuju brzinu predmeta koji se kreće ili ga potpuno zaustavljaju.



Sl. 52. Stroboskopski prozor za posmatranje

Stroboskopski prozor za posmatranje

Isprekidani bleskovi svetlosti mogu biti izazvani stroboskopskim prozorom koji koristi disk sa prozorima duž prečnika (sl. 52). Disk (prečnika 12 inča), napravljen je od tankog drveta, jakog kartona, ili metalnog lima, rotira se u jednom od rotatora promenljive brzine koji su ranije opisani. Predmeti koji se kreću, osvetljeni običnom svetlošću, posmatraju se kroz prorez (širine $\frac{1}{2}$ inča) rotirajućeg diska, čija se brzina prilagođava da bi izazvala smanjenje prividne brzine predmeta dobijenog do željenog iznosa. Duž prečnika na podjednakom rastojanju, može se napraviti željeni broj proreza.

Stroboskopsko osvetljenje

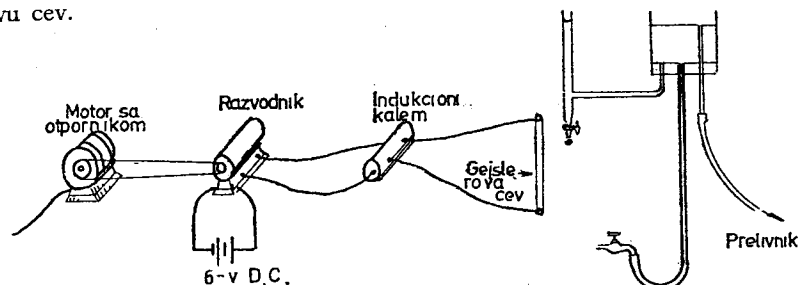
Isprekidani bleskovi svetlosti mogu se izazvati isprekidanim izvorom ako su odsutni drugi izvori svetlosti.

Rotacioni disk. Rotacioni disk može se koristiti zajedno sa izvorom svetlosti (takvog osvetljivača kao što je dijamprojektor) za stvaranje isprekidanih bleskova svetlosti. Mogu se upotrebiti disk i rotator koji su predloženi na prethodnoj stranici. Tako proizvedena isprekidana svetlost osvetljava predmet u kretanju i učestanost bleskova se reguliše podešavanjem rotatora.

Obična sijalica ili lampa sa gasnim pražnjenjem. Obična sijalica (ili neonska lampa) sa standardnim grlom može se koristiti za naizmernični napon od 110 volti. Učestanost bleskova je ona koja odgovara učestanosti naizmernične struje, koja je u uglavnom 60 ciklusa.* Učestanost takvog izvora

se ne može menjati. Obična sijalica relativno niske snage (25 do 60 vati) je prilično zadovoljavajući izvor, mada vlakno nije nikad potpuno mračno, što ima kao rezultat da se svetlost emituje dogod teče struja kroz vlakno. Neonska ili argonska tinjajući lampa naizmenično se oštro pali i gasi sa učestanošću struje, ali proizvedena svetlost nije intenzivna.

Gajslerova cev sa prekidačem. Gajslerova cev koja se napaja iz induktivnog kalema može se upotrebiti sa razvodnikom automobilskog sistema za paljenje kao prekidačem. Ona se pokreće motorom (ili drugim rotatorom) koji poseduje regulator brzine (sl. 53). Razvodnik daje isprekidani napon iz izvora od 6 volta induktivnom kalemu, koji snabdeva energijom Gajslerovu cev.



Sl. 53. Stroboskopski iluminator

Upotreba stroboskopske opreme

Upotrebe stroboskopske opreme predlažu se na raznim mestima u drugom delu knjige. Mogu se kupiti razne vrste stroboskopske opreme, uključujući stroboskopske prozore i osvetljivače predložene na prethodnim stranicama. Diskovi sa raznim crtežima mogu se kupiti ili napraviti. Takvi diskovi se mogu rotirati i posmatrati objekat izazvan stroboskopskim osvetljivanjem. Jedan tip diska je načinjen za standardizovanje brzine gramofonske ploče. Kada se posmatraju u isprekidanoj svetlosti određene učestanosti, crteži na disku koji rotira izgledaju kao da stoje u mestu.

Periodično kretanje kao što je vibriranje zvučnih viljuški i vibrirajućih žica može se prividno zaustaviti. Merenjem učestanosti izvora može se izmeriti učestanost zvučne viljuške ili žice. Ovako se mogu proučavati položaj žice koja vibrira i učestanost njenih segmenta koji proizvode više harmonije.

Modeli točkova sa žicama mogu se seći od gume, rotirati velikom brzinom i posmatrati u stroboskopskoj svetlosti. Ako se model oslabi isecanjem jednog paoca, može se proučavati efekat na druge delove točka.

Ubrzanje izazvano silom gravitacije može se proučavati osvetljavanjem kapljica vode koje padaju dvema neonskim cevima vezanim u nizu. Cevi dobijaju energiju iz stroboskopskog izvora, kao što je induktivni kalem (vidi str. 298). Zahvaljujući stalnom pritisku vode koji je obezbeđen prelivnim rezervoarom, kapljice vode padaju iz slavine u stalnim intervalima (sl. 53). Prilagođavanjem učestanosti osvetljenja, može se postići prividan utisak da kapljice stoje u mestu.

* Prim. prev.: kod nas 220 V i 50 Hz.

GLAVA 8.

NABAVKA I ODRŽAVANJE OPREME

Važan aspekt rada nastavnika prirodnih nauka je da nabavi opremu i da je održi u radnom stanju. Izvanredno je teško, ako ne i nemoguće, zadovoljiti potrebe mladih ljudi u njihovom proučavanju nauke bez fizičke opreme. Obezbeđenje odgovarajuće opreme je stalni proces, s obzirom da uvek ima različitih pristupa i novih uređaja koji se mogu koristiti. Preduzeća za proizvodnju opreme uglavnom reaguju na potrebe za boljom aparaturom i posvećuju znatno vremena i izdataka proizvodnji nove opreme; držati korak sa ovakvim razvojem zahteva stalni napor nastavnika. Pored ovog napora, postoji i problem održavanja opreme. Popravke i prilagođavanja su redovna stvar u laboratoriji, dok projektovanje opreme za zadovoljavanje raznih potreba postavlja još veće zahteve u pogledu sposobnosti nastavnika. Nastavnik prirodnih nauka treba da sledi potrebe učenika i opšte uslove laboratorije za prirodne nauke. On treba da zna koja oprema je raspoloživa, u kakvom je stanju, i gde se može smestiti. Ovi faktori mogu biti sumirani kao sposobnost da se ocene njegovi potencijalni izvori. Konačno, nastavnik prirodnih nauka treba da ima administrativnu sposobnost, odgovarajuću potrebama situacije u koju dolazi, i treba da bude upoznat sa administrativnom politikom i postupcima škole, s obzirom da to ima uticaja na ra u prirodnim naukama.

NABAVKA OPREME I MATERIJALA

Opšti izvori

Priroda materijala koji se nabavlja za nastavu prirodnih nauka zavisi od opšteg položaja škole, prirode i rada škole. Tamo gde su postupci formalne prirode, problem nabavljanja uređaja i opreme je dosta standardizovan i nije težak. Standardni katalozi preduzeća za proizvodnju opreme daju i opisuju gotovo sav materijal potreban za tradicionalan rad u nauci. Pored ovih kataloga opreme i uređaja, postoje spiskovi minimalne opreme koje su pripremila razna preduzeća i nastavnici. Takve minimalne liste zasnovane su uglavnom na materijalu koji isporučuju preduzeća koja sastavljaju takve liste. Naučni program koji zavisi od takve minimalne opreme i materijala može malo ili nimalo zavisiti od lokalnih izvora. Minimalna oprema ima prednost da se relativno lako može koristiti ukoliko postoje odgovarajuća finansijska sredstva. Međutim, nije verovatno da će biti u bliskoj vezi sa potrebama i interesovanjem učenika i sa aktivnostima zajednice. Mnogi učenici možda neće biti podstaknuti nastavom koja je tako standardizovana.

Treba odati priznanje doprinosu razvoja nastavne opreme preduzećima koja proizvode aparature i koja su odgovorna za razvoj funkcionalnih i proverenih instrumenata. U mnogim slučajevima razne jedinice se planiraju tako da se dva ili više dela opreme mogu da kupe uz sigurnost da će zajedno zadovoljavajuće raditi. Brižljivim proučavanjem kataloga raznih preduzeća, nastavnik prirodnih nauka može naučiti mnogo o opremi i njenom korišćenju i raznim vidovima demonstriranja i usmeravanja rada učenika.

Na kraju ove glave dat je spisak reprezentativnih preduzeća u Sjedinjenim Američkim Državama, uključujući ona preduzeća koja prodaju opštu opremu za naučne laboratorije i preduzeća koja su specijalizovana za posebne vrste. Upoznajući se potpuno i sa jednim i sa drugim, nastavnik prirodnih nauka može obezbediti širi opseg opreme koja bi poslužila interesovanjima i potrebama učenika. Svojim poznavanjem izvora opreme on može steći veštinu u izboru uređaja, nastavnih metoda i postupaka. Ova upoznatost ima dalju prednost da mu omogućava da upoređuje razne vrste opreme koja služi istoj svrsi u svetlosti njene efikasnosti i relativnih troškova. Nastavnik treba da obezbedi kataloge, cenovnike i podatke o radu i da to ima kao referentni materijal na koji se može pozvati, kao i da ga stalno obnavlja. U vezi s tim, dobro je da se znaju i datumi revizije kataloga, tako da preduzeća ne dođu u nezgodnu situaciju zahtevima primeraka kataloga koje škola već ima.

Poznavanje kataloga može ukazivati na načine stvaranja i poboljšanja opreme; tako, u stvarnom smislu, katalogi služe kao udžbenici ili priručnici nastavniku prirodnih nauka koji o tome vodi računa. On ne samo da tako može nabaviti pogodnu opremu za svoje potrebe, već u nekim slučajevima i ekonomičniju.

Spisak preduzeća je samo sugestivan. Nastavnik ovome treba da doda podatke iz reklama i oglasa u takvim časopisima kao što su „Scientific American“, „Science News Letter“, „Popular Science Monthly“, „School Science and Mathematics“ i „The Science Teacher“.

Lokalni izvori

Nastavnik prirodnih nauka treba potpuno da ispita mogućnosti nabavke opreme i rezervnih delova iz izvora u mestu ili blizini. Takvi izvori služe za obezbeđenje opreme i rezervnih delova veoma brzo, otklanjajući zastoje koji postoji kada se porudžbine moraju slati preduzećima koja su daleko. Ne samo da u tom slučaju nema čekanja, već takođe materijal može biti pregledan da se vidi da li odgovara u pogledu pogodnosti, kvaliteta, kvantiteta, veličine i relativnih troškova. Ta prednost u nabavci opreme iz lokalnih izvora sastoji se u tome što se može učiniti i preko učenika, dajući na taj način učenicima aktivnije učešće u stvaranju sredstava u oblasti nauke. Učešće u ovoj aktivnosti čini da njihov rad dobija veći značaj i daje im nešto čime se mogu ponositi u školi.

Prednost lokalne nabavke, koju ne treba zanemariti, je razvijanje bližih odnosa između škole i lokalne zajednice. Javnost na taj način saznaje nešto o radu škole, a učenici se sa svoje strane upoznaju sa odnosom između škole i zajednice.

Spiskovi koji slede samo su sugestivne prirode. Lokalni izvori se znatno razlikuju u raznim mestima; tako nastavnik prirodnih nauka treba siste-

matski da obilazi sve potencijalne izvore u svom mestu, beležeći šta koji izvor može da ponudi.

Glavni lokalni izvori mogu obuhvatiti sledeće:

Automehaničarska radionica	Gvoždarska radnja
Prodavnica fotografskih aparata	Prodavnica drvne građe
Apoteka	Radio-mehaničarska radionica
Robna kuća	Školski magacin
Bakalnica	Mašinsko-mehaničarska radionica

Oprema i materijal koji se mogu nabaviti u svakoj od ovih radnji veoma se međusobno razlikuju i spisak za svaki izvor predstavlja sugestivno sredstvo koja nastavnik prirodnih nauka može očekivati da će u njemu naći.

Automehaničarska radionica

Akumulatori	Karburatori
Diferencijal	Razvodnici
Motori	Osigurači
Generatori	Sijalice za farove
Reflektori za farove	Indukcioni kalemovi
Instrumenti	Magneti
Ampermetar	Sigurnosno staklo
Pokazivač goriva	Svećice
Pokazivač pritiska ulja	Brzinometar
Termometar	Metalne cevi
Mali motori	

Prodavnica fotografskih aparata

Papir za kopiranje	Fotografski aparati
Kontakti i povećavajući papir	Razvijajući, fiksir
Povećala	Svetlomeri
Film	Vremenski uređaji
Kade i posude	

Apoteka

Hemikalije	Materijali za prvu pomoć
Fotografski materijal	Proizvodi za domaćinstvo

Robna kuća

Aluminijumske ploče	Pocinkana žica
Celofan	Bakarna žica
Gajtan	Električna oprema
Najlon za pecanje	Baterijske lampe
Ramovi za slike i za oglasne table	Lepljiva traka
Lepak	Kuke
Gvozdena žica	Šelak i lakovi
Ogledala	Boje
Gumeni baloni	Brusni papir
Zavrtnji, matice, reze	Lem
Sunderi	Vakuumski držači
Opruge	Merne trake
Globusi	Igračke
Termometri	Žiroskopi
Konac	Klikeri
Alati	Loptice za stoni tenis
	Ksilofoni

Bakalnica

Prašak za pecivo
Plavilo
Kukuruzni sirup
Šibice
Mineralno ulje
Saharin
Natrijum bikarbonat
Kanap
Kuhinjska so

Rastvori za beljenje
Soda voda
Gorke soli
Parafin
Pečatni vosak
Štirak
Sećer
Terpentin

Gvoždara

Abrazivi
Reze
Pocinkani lim
Celuloidne table
Bakarna žica
Zvona i zujalice
Fluorescentne lampe
Izolatori
Motori
Otpornici
Spojnice
Transformatori
Žica
Staklene table
Olovo
Boja
Zavrtnji
Kuke sa zavrtnjem
Opruge
Termometri
Alat
Ručne bušilice
Klešta
Odvrtiči
Lemilice
Kanap
V-kaiševi

Aluminijumske table
Pocinkane šipke
Pocinkana žica
Sigurnosne igle
Gajtan
Električna oprema
Baterije
Osigurači
Sijalice
Utikači
Grla
Prekidači
Najlon za pecanje
Gvozdeni lim, šipke, cevi
Lak
Ekseri
Koturače
Podloške
Merne trake
Termostati
Tocića
Čekići
Rende
Testerice
Kopče
Lakovi
Olovno belilo

Prodavnica građe

Staklene ploče
Izolacioni materijal
Boje

Gvoždurija
Drvena građa
Kanap, lakovi

Radio-mehaničarska radionica

Kalemovi
Kondenzatori
Električni instrumenti
Žica
Legura za lemljenje

Priključici
Jezgra starih transformatora
Radio-cevi
Transformatori
Otpornici

Školski magacin

Gume za brisanje
Osigurači
Sijalice
Papir
Olovke
Žica

Lepljiva traka
Mastilo
Ulje
Papirni peškiri
Sapun

Mehaničarska radionica

Kuglični ležajevi
Valjkasti ležajevi
Limovi

Šipke od raznog materijala
Zavrtnji, reze, klinovi, itd.

Razno

Bilijarske lopte iz bilijarskih sala
Ugalj iz lokalne prodavnice uglja
Suvi led iz školske kantine ili prodavnice delikatesne robe
Materijal iz radnji sa gotovom robom
Benzin i ulje sa servisne stanice
Led iz školske kantine ili ledare

Postupci u obezbeđenju opreme

Nastavnik prirodnih nauka nalazi da mu veoma mnogo pomaže kartoteka u vođenju računa o poslovnoj strani njegovog rada. Takva kartoteka može se napraviti na karticama, poželjno je da veličina ovih bude 4×6 inča, koje mogu sadržavati naziv opreme ili klasifikaciju zaliha, kao i količinu i cenu svake stavke po jedinici. Pojedinačne kartice treba da se uredi po azbučnom redu. Može biti od prednosti za nastavnika prirodnih nauka da svrsta kartice po opštim oblastima, kao što je fizička oprema, hemijski reagensi ili opšta sredstva, i u okviru te podele kartice se mogu urediti po azbučnom redu. Takva kartoteka treba da sadrži najsvježije podatke ili da se uvode nove kartice svaki put kada se popunjavaju zalihe. Ova kartoteka treba da se pregleda pre nego što se vrše porudžbine. Staviti, treba predvideti potrebe dosta unapred. Zalihe opreme i materijala ne treba da budu tako velike da postanu nezgodne, ali pogodno je imati toliko zaliha da nema potrebe da se često ponovo poručuje, što je postupak koji predstavlja gubitak vremena i uglavnom je mnogo skuplji.

Nastavnik prirodnih nauka treba da sazna od direktora ili upravitelja škole kakve su odredbe za nabavku opreme i materijala. Na osnovu iznosa novca koji je raspoloživ i predviđenih potreba, može se izvršiti izbor opreme. Nastavnik treba da zna kakav je pravilan postupak za podnošenje zahteva. Uglavnom, takvi zahtevi idu administrativnom rukovodiocu škole, koje ovaj odobrava i šalje nabavljaču da izvrši nabavku za školu.

Često je moguće obezbediti kupovinu materijala iz lokalnih izvora sa nešto jednostavnijim postupkom. Nastavnik prirodnih nauka treba da zna tačno kakav postupak treba primeniti za takve kupovine.

Izbor i porudžbina opreme

Poručivanje opreme od preduzeća je ponekad komplikovano time što se ne shvata suština dobre porudžbine. Vođenje računa o sledećim tačkama može poslužiti da porudžbine budu više zadovoljavajuće.

1. Treba koristiti samo kataloge koji su relativno novijeg datuma. Oslanjanje na zastarele kataloge ponekad dovodi do razočaranja.

2. Neka preduzeća daju liste za porudžbine opreme i materijala. Ako se donese odluka da materijal treba da se poruči od određenog preduzeća, korišćenje liste tog preduzeća za porudžbine omogućava da se izbegnu propusti i greške.

3. Porudžbina treba da bude otkucana na mašini. Tamo gde je odlučeno da se materijal nabavi od jednog određenog preduzeća, treba da budu date odgovarajuće specifikacije traženog materijala. Te specifikacije treba da sadrže: broj u katalogu, ime artikla, količinu, kratak opis i navedenu cenu. Sledeći opisi su veoma značajni: veličina, kvalitet; ukazivanje da li je električna oprema za jednosmernu ili naizmeničnu struju; veličina i kapacitet boca, epruveta, cevi za testiranje i boca, veličina staklenih i gumenih cevi; specifikacija unutrašnjeg i spoljnog prečnika cevi; broj otvora u zapušačima; vrsta gasa za koji se poručuju gorionici.

Za određivanje veličine staklenih i gumenih cevi, (1) mera prečnika nekih cevi koje se koriste i (2) budite sigurni da data veličina gumenih cevi odgovara tačno staklenim cevima, gorioniku i drugoj opremi koja će se koristiti. Neki katalogi preciziraju vrstu cevi koja treba da se koristi za određene vrste opreme.

5. Treba navesti način isporuke. Preduzeća često biraju najjeftiniju vrstu isporuke ukoliko se ne navede da treba primeniti neki drugi, možda brži, metod isporuke. Neke hemikalije mogu se transportovati samo kao teretne pošiljke:

6. Ako treba obezbediti konkurentske ponude raznih preduzeća, broj u katalogu koji se odnosi na određeno preduzeće ne treba staviti kod ovog postupka. Pošto se obezbede ponude, treba upitati nastavnika prirodnih nauka za savet i on treba da proveri ponude da bi bio siguran da poručeni materijal odgovara njegovim potrebama.

7. Koliko god je moguće, opremu i materijal treba poručivati pri kraju školske godine. Takav materijal se uglavnom isporučuje pre početka nove školske godine.

8. Kod vršenja porudžbine nastavnik treba da prouči cene reagenasa, da zabeleži troškove po jedinici ovih i da poruči dovoljne količine tih jedinica. Retko kad je povoljno poručivati velike količine retkih, skupih ili retko korišćenih reagenasa.

9. Treba pokloniti pažnju ceni reagenasa koji se poručuju. Najčistije hemikalije su najskuplje. Ako manje čist vid hemikalije zadovoljava, troškovi za učenika i zajednicu su manji. U nekim slučajevima pogodno je imati reagense raznih stepena čistoće za razne svrhe. Sledeće kratice za stepen čistoće hemikalija se reklamiraju: A. C. S., C. P., čisto, Tech, N. F., U. S. P., Com. Ove skraćenice znače sledeće: prva, A. C. S., odnosi se na specifikaciju Američkog hemijskog društva. Uglavnom ove specifikacije su najpreciznije i obezbeđuje hemikalije najboljeg kvaliteta. C. P. je skraćenica za *hemijski čisto*. Međutim, time se ne određuje maksimalni procenat nečistoće i ovaj nije definisan za svaki reagens. Izraz *čisto* upotrebljen sam, ne treba da bude protumačen kao da određuje minimum nečistoće; on obično precizira relativno nizak nivo kvaliteta. Skraćenica *Tech.* odnosi se na takozvani „tehnički“ kvalitet. Uglavnom, takvi reagensi su relativno niskog stepena čistoće i mogu biti *sirovi* ili u nekim slučajevima *čisti*. Skraćenica N. F. odnosi se na *nacionalni formular* koji navodi one formule koje obično koriste lekari i apotekari, ali se ne daje procena niti potvrda hemikalije. U. S. P. se odnosi na specifikacije farmakopeje Sjedinjenih Država. Takvi reagensi su dovoljne čistoće za apotekare, ali uglavnom standardi nisu tako visoki kao na osnovu specifikacija A. C. S. *Com* je skra-

ćenica za takozvani „komercijalni“ kvalitet, koji ukazuje na nizak stepen čistoće, niži nego što je tehnički stepen.

10. Kod poručivanja reagenasa ime hemikalije treba da se napiše u celini. Poželjno je da se ne koriste formule, da bi se izbegla zabuna oko takozvanih -o i -i jedinjenja, itd.

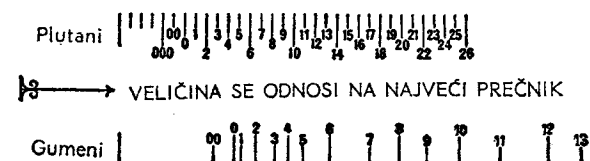
11. Nastavnik prirodnih nauka treba da učestvuje u raspakivanju materijala kada ovaj stigne. Svaka stavka treba da bude proverena na fakturi da bi se utvrdilo da odgovara specifikacijama, da je u odgovarajućoj količini i u dobrom stanju. Ambalažu ne treba odbaciti dok se celokupna isporuka ne proveri. Treba brižljivo ponovo pregledati ambalažu da se sa sigurnošću utvrdi da mali predmeti nisu ostali neprimećeni.

12. Faktura treba da bude sačuvana da bi se uporedila sa računom. Možda na ovaj može stojati i oznaka „naknadna isporuka“. Naknadna isporuka, koja se obeležava skraćenicom B. O., predstavlja isporuku onih artikala koji su poručeni ali nisu još isporučeni.

13. Porudžbine gumenih ili plutanih zapušača treba da budu zasnovane na veličinama boca i tegli za koje će se oni koristiti. Skala veličine zapušača pomaže da se odrede željene veličine (vidi tabelu 1).

Tabela I

Tabela 1. VELIČINE ZAPUŠAČA



14. Staklene cevi i staklene šipke se uglavnom prodaju na kilogram. Može biti potrebno da se zabeleži dužina date veličine koja je potrebna i da se izračuna potrebna težina. To se može učiniti na osnovu opisa materijala u katalogu.

VEŠTINE I TEHNIKE

Izvesne veštine i tehnike su neophodne za nabavku i održavanje aparata i materijala. Među njima su korišćenje i staranje o alatu, lemljenje, veštine rukovanja električnom opremom, obrada stakla, fotografija, pravljenje lepaka i voskova, pravljenje rastvora i druge raznovrsne tehnike. Na mnogim mestima njima je pokazano da se izvori za nastavu prirodnih nauka znatno proširuju povećanjem opreme. U nekim slučajevima gde je kupovna cena opreme suviše visoka, neke zamene mogu se jeftino napraviti. Često postojeća prilika zahteva opremu koja je napravljena da bi se zadovoljile potrebe. U drugim slučajevima, pravljenje opreme ima obrazovne vrednosti samo po sebi.

Svuda gde se oprema koristi postavljaju se problemi održavanja. U delovima koji slede dati su opisi nekih uglavnom elementarnih tehnika i veština koje pomažu nastavniku prirodnih nauka da nabavi i održava opre-

mu i materijal u svom odeljenju. Informacije u pogledu drugih operacija mogu se dobiti iz referentne liste na kraju ove glave.

Korišćenje i staranje o alatu

Pošto je upotreba alata od suštinske važnosti za efikasan rad u laboratoriji, nastavnik prirodnih nauka treba da zna kako da rukuje uobičajenim ručnim alatom. On treba da koristi električni alat samo ako je naučio da ga pravilno upotrebljava. Priručnici kojima se opisuje upotreba električnog alata uglavnom se mogu dobiti od preduzeća koje prodaje alat.

Nađeno je da su sledeći značajniji ručni alati korisni u laboratoriji za prirodne nauke: čekić, testere za drvo, odvrtaci raznih veličina, dleta, renda, ručne bušilice i burgije, limarske makaze, ručna testera, lučna testera, držači, klešta, ključevi, ravnala, električarski nož, lemilica, turpije (ravne i trouglaste).

Jedna od značajnih stvari koju treba imati na umu pri korišćenju alata je da oni treba da se koriste samo za onu svrhu za koju su predviđeni. Prema tome, makaze za lim treba da budu korišćene za sečenje metalnog lima, a ne žice: ključevi, a ne klešta, treba da se koriste za okretanje matica; odvrtac, a ne dleto ili nož, treba da se koristi za zavrtnje.

Radi najboljeg korišćenja, alat za sečenje treba da bude oštar. Ovo može zahtevati i traženje pomoći od nastavnika za industrijsko oblikovanje, mada nastavnik prirodnih nauka može lako naučiti kako da oštiri svoj alat. Testera za drvo, burgije, renda i dleta treba oštiriti čim otupe. U nekim slučajevima, kao kod manjih testera, radni deo alata se menja umesto da se oštiri. Delovi za zamenu mogu se kupiti u gvoždari. Noževi alata mogu biti zaštićeni skladištenjem alata samo sa materijalom za koji je predviđen i pravilnim skladištenjem; kao jedan primer toga, nož dleta za drvo treba da bude brižljivo zaštićen čuvanjem u useku, čime se onemogućava dodir sa predmetima koji bi mogli da otupe nož. Nož renda treba da bude zaštićen oslanjanjem jednog kraja na tanki oslonac tako da oštrica ne leži na površini ispod njega. Burgije treba da budu držane u kutiji tako da se deo koji seče ne otupi u dodiru sa tvrdim predmetima. Treba voditi računa o izboru drveta tako da na njemu nema eksera koji mogu izlomiti ili otupiti oštricu testere ili burgije.

Sečivo testere za metal postavlja se u ram sa zupcima usmerenim od drške. Ram se zatim pritegne. Najbolje korišćenje postiže se upotrebom pritiska koji se vrši kod kretanja unapred: oštrica se podiže kod vraćanja da bi se sprečilo tupljenje zubaca. Ako materijal, koji se seče, nije suviše tvrd, a relativno je debeo (br. 16 i više) treba da se koristi sečivo sa 14 do 18 zubaca po inču. Ako je materijal koji se seče relativno tanak (br. 18 i manje) i mek, sečivo treba da ima 24 do 32 zubca po inču. Slično tome, pritisak na turpiju se vrši kada se turpija gura od sebe. Turpija se podiže kod povratka. Treba voditi računa da se oštrica turpije ne zamasti.

Korišćenje burgija je olakšano primenom maziva. Mada maziva nisu tako neophodna za ručne bušilice kao za električne, pogodno je koristiti mazivo u svakom slučaju jer inače postoji izvesna opasnost da burgija izgori; odnosno, zagrevanje površine koja seče do tačke da se kal izgubi. Nađeno je da sledeća maziva zadovoljavajuće dejstvuju:

Tvrđi čelik	kerozin ili terpentin
Aluminijum	kerozin ili terpentin
Meki čelik	mast, ulje za podmazivanje
Bakar, liveno gvožđe	bez maziva

Tačku u kojoj treba izbušiti rupu treba obeležiti probojcem. Probajac treba da bude postavljen i udaren jako jednim udarcem čekića. Stvorenu tačku treba pogledati pre bušenja da bi se utvrdilo da li je na pravom mestu, a ako nije treba je pomeriti. Ponekad je teško izbušiti rupu na željenom mestu bez takvog označavanja. Ako se koristi električna burgija, mesto neće biti precizno ukoliko se ne upotrebi prethodno probajac.

Odvrtac treba da ima naoštrenu ivicu s obzirom da se otupi u radu i treba da bude isturpijan ili izravnat da bi bio dovoljno tanak da uđe u zarez na glavi zavrtnja. Širina oštrice treba da bude ista kao i dužina zareza na zavrtnju koji treba okrenuti.

Lemljenje

Nastavnik prirodnih nauka treba da bude u stanju da dosta lako koristi lemlicu. Često nastavnik da bi zadovoljio posebne potrebe želi da napravi specijalnu opremu sa jedinstvenim osobinama ili da lemlicom popravi opremu. Ponekad on želi da napravi opremu koje nema u komercijalnim katalozima ili da ovu jeftinije napravi. Znanje lemljenja to omogućava.

Svrha lemljenja je da se sastave dva ili više delova metala topljivom legurom koja se naziva lem. Legura se uglavnom sastoji od kalaja i olova, ona odgovara opštim svrhama i primeni u elektrotehnici, tamo gde je mehaničko naprezanje malo. Lem sa niskom tačkom topljenja ne stvara jake mehaničke spojeve.

Dobri spojevi se dobijaju ako su površine koje treba sastaviti čiste i ako se lem i metal, koji se sastavljaju, međusobno spoje. Čišćenje se može postići korišćenjem abraziva kao što je brusni papir ili upotrebom turpije. Površine koje treba sastaviti moraju biti dobro zagrejane. Ako je potrebno, lem može prethodno biti stopljen s njima i pri tom se površine koje treba zalemiti sastavljaju, zagrevaju tako da se lem na jednoj površini stopi i sastavi sa onim na drugoj.

Čišćenje površine koju treba zalemiti uglavnom otklanja oksid koji postoji; međutim, zagrevanje tokom primene za lemljenje stvara novi oksid. Materija za spajanje metala otklanja oksid koji se stvara i sprečava stvaranje novog oksida. Ta materija može biti primenjena posebno ili može biti sadržana u samom lemu. Postoje dve vrste takvih materija. Jedna je korozivna, kao na primer cink-hlorid i amonijum-hlorid, a druge su nekorozivne; od ovih se najčešće koristi kalofonijum. Kalofonijum se koristi za električarske radove pošto korozivne materije za spajanje metala utiču na lemljene metale, oštećujući električni kontakt i često prekidajući strujno kolo. Kalofonijum se može nabaviti u prašku, tečnosti ili u vidu paste. Lak metod za primenu sastoji se u korišćenju lema koji sadrži kalofonijum.

Uobičajene materije za spajanje metala za najčešće upotrebljavane metale su sledeće:

Mesing, bakar, kalaj	kalofonijum
Olovo	loj, kalofonijum, stearin
Gvožđe, čelik	boraks, amonijačna so
Pocinkovano gvožđe	cinkhlorid
Cink	cinkhlorid

Električnom lemlicom se donekle lakše rukuje nego lemlicom koja se zagreva na plamenu. Lemilica treba da bude što je moguće šira. Manje

i jeftinije lemilice ne proizvode dovoljnu temperaturu za zadovoljavajući rad.

Nova lemilica mora biti kalajisana pre nego što se može upotrebiti na zadovoljavajući način. Kalajisanje se postiže brušenjem ili turpijanjem ivice lemilice na prostoru od vrha unatrag otprilike 1 inč. Mala količina kalofonijuma u prašku i amonijačne soli se pomeša i stavlja na komad metala zajedno sa malom količinom lema. Gvožđe se zagreva i ivice vruće lemilice se umaću u ovu materiju, a zatim u sam lem, dok se lem ne uhvati podjednako na svim stranama. Stranice lemilice se zatim brišu čistom vlažnom krpom. Kod korišćenja lemilice stranice postaju rapave. Kada se to desi, lemilicu treba ponovo kalajisati.

Kod korišćenja, stranica lemilice se postavlja ravno na površinu koju treba lemiti. Ako se mesto koje treba da bude zalemljeno samo dodiruje vrhom, ne prenosi se dovoljno toplote. Lem se stavlja na mesto na kome treba da se istopi, a ne na stranicu lemilice. Treba voditi računa da se ne stavi više lema nego što je potrebno, s obzirom da višak lema otežava dobijanje dobrih spojeva. Pošto se lem istopio i uhvatio na svom mestu, lemilica se uklanja i pušta se da se mesto spoja ohladi. Materijal koji se lemi ne treba držati u rukama. Svako pomeranje dok se lem hladi slabi spoj. S obzirom da pregrevanje može oštetiti lemilicu, treba voditi računa da se ona isključuje kada se ne koristi.

Električne tehnike

Struje i vezivanje strujnih kola

Jedan od prvih problema sa kojima se nastavnik prirodnih nauka suočava jeste određivanje vrste raspoložive struje u laboratoriji. Obična laboratorija ima naizmeničnu struju od 110 volti.* Postoji izvestan mali broj slučajeva, međutim, gde je struja jednosmerna. Često je moguće razlikovati dve vrste struja na osnovu vrsta utikača koji se koristi. Ženski utikač ima dva paralelna otvora za naizmeničnu struju, dok utikač za jednosmernu struju ima takozvani „polaritetni utikač“ koji je tako postavljan da muški utikač može ući samo na jedan način. Priroda struje može se odrediti praćenjem žica od osigurača i razvodne kutije, gde veze omogućavaju identifikaciju. Moguće je utvrditi prirodu struje pomoću testova koji su dati na strani 286.

U nekim slučajevima potrebno je da nastavnik prirodnih nauka koristi sistem sa tri žice. Uglavnom, sistem sa tri žice koristi se za dve različite svrhe. Sistem sa tri žice može biti za dovod naizmenične struje napona 110 i 220 volti, u kom slučaju je jedna od tri žice uzemljena. Uspostavljajući kontakt sa uzemljenom žicom i bilo kojom od druge dve žice, dobija se potencijal od 110 volti. Uspostavljanjem kontakta između dve žice koje nisu uzemljene, dobija se potencijal od 220 volti. Međutim, sistem sa tri žice ne mora neophodno značiti da je napon 220 volti. Tri žice mogu da daju trofaznu struju. To treba utvrditi na osnovu generatora koji daje struju. Ako se dobija trofazna struja, potrebno je u skladu s tim izabrati električne motore.

* Prim. prev.: kod nas 220 volti.

Nastavnik prirodnih nauka treba da bude potpuno upoznat sa presekom žice koja se koristi za opšte vezivanje strujnih kola u laboratoriji i sa dodatnim vezivanjem žica za korišćenje opreme. Osiguranje svih kola zavisi od preseka žice koja se upotrebljava u kolu. Često je moguće da se nastavnik upozna sa odgovarajućim osiguračima na osnovu specifikacija za laboratoriju. U drugim slučajevima može biti potrebno da on utvrdi presek žice merenjem ili mikrometrom, i da na osnovu toga utvrdi provodni kapacitet žice (vidi tabelu 2). Dovodne linije treba da budu osigurane u skladu sa ovim i ovo ograničenje ne treba prekoračiti.

Tabela 2

Bezbedni provodni kapacitet bakarne žice

Presek B. S. mera	Amperi	
	Gumena izolacija	Druga izolacija
0	125	200
2	90	125
4	70	90
6	50	70
8	35	50
10	25	30
12	20	25
14	15	20
16	6	10
18	3	5

Izolacija

Postoji više različitih načina za izolovanje žice koja se koristi u električnim instalacijama i za električne uređaje. Metod izolacije zavisi u velikoj meri od funkcije žice. Među uobičajenim izolacijama na koje nastavnik prirodnih nauka može lako naići su sledeće:

1. Izolacija gajtana za lampu može biti obična gumena sa dve paralelno postavljene žice, ili guma može biti presvučena pamukom, u kom slučaju su obe žice uglavnom omotane zajedno. Gajtan za lampu se obično pravi od upredene žice. Skidanje izolacije treba da se vrši brižljivo, uz vođenje računa da se nijedna od žica ne preseče.

2. Žica za magnete (uglavnom br. 18) sastoji se od jedne žice presvučene pamukom, mada može imati i dvostruku pamučnu izolaciju. Ova izolacija u pojedinim slučajevima može biti impregnirana parafinom. Skidajući izolaciju, treba voditi računa da se žica ne zaseče ili da se bakar suviše ne izgrebe. I jedno i drugo ima kao efekat smanjenje kapaciteta provođenja žice.

3. Najčešća vrsta žice koja se koristi u naučnoj laboratoriji je lakirana žica. Ona se sastoji od jedne žice prevučene crvenkasto smeđim lakom koji se mora skinuti pre uspostavljanja električnog kontakta. Uklanjanje laka mora se vršiti brižljivo. To se može bezbedno postići struganjem tupom oštricom ili zadnjom stranom noža. Kod drugih vrsta žice uklanjanje laka treba da se vrši veoma pažljivo kako bakarna žica ne bi bila oštećena.

4. Vrsta žice na koju se često nailazi u radu sa električnom strujom je žica prevučena gumom i pamukom koja se ranije koristila za unutrašnje instalacije. Ova žica ne treba da se koristi za spoljne instalacije. Za tu svrhu postoji nepromoćiva izolacija žice koja se sastoji od upredenog pamuka sa specijalnom presvlakom koja je nepromoćiva i otporna na svetlost.

5. Obloženi kablovi poznati su pod takvim trgovačkim imenima kao što su *Romex* i *Loomwire*. Uglavnom, ovi se sastoje od žice koja je prevučena gumom, umotanom papirom, a sve to je prevučeno upletenim pamukom koji je otporan na vlagu. Uklanjanje izolacije sa ove žice treba da se vrši tako brižljivo kao i gore.

6. Za stalnije instalacije koristi se oklopljeni kabl. Najuobičajenije vrste oklopljenog kabla su *BX* kabl i Bermanove cevi. Vrsta poznata kao *BX* sastoji se od elastične metalne cevi u kojoj se nalaze žice. Druga vrsta su takozvane Bermanove cevi od krutog metala koje se sastavljaju u razvodnim kutijama (kao što je slučaj i sa *BX* kablom). Tamo gde žice mogu biti izložene abraziji ili drugom fizičkom oštećenju, treba da se koristi oklopljeni kabl ili zaštitna cev.

Osiguravanje strujnih kola

Nijedno kolo ne treba da ima jači osigurač nego što to dozvoljava presek žice. Nastavnik prirodnih nauka treba da se upozna sa raznim vrstama osigurača. Najuobičajeniji od ovih je običan osigurač, čije grlo liči na grlo sijalice. Takvi osigurači se ne mogu popraviti. Drugi tip osigurača je takozvana patrona, od kojih se neke vrste mogu popraviti (slika 54). Kolo može biti zaštićeno korišćenjem prekidača kola koji automatski otvara kolo kada je struja suviše velika.

Nastavniku prirodnih nauka će koristiti da napravi tablu sa osiguračima (vidi str. 189). Takva tabla treba da bude opremljena osiguračima koji se mogu popraviti, niže vrednosti nego što su ravni osigurači u kolu. Glavno kolo je na taj način zaštićeno i ako osigurač „pregori“, on se može brzo izmeniti.

Nastavnik prirodnih nauka treba takođe da ima i ispitivač faze (vidi str. 288), koji se sastoji od jedne lampe male snage, i dva dovodna kabla sa kontaktnim vrhovima. Postavljanjem ovih izloženih vrhova na kontakte na obe strane osigurača nastavnik može utvrditi da li je osigurač pregoreo ili ne. Ako je pregoreo, svetlost će se upaliti, a ako nije lampa neće goreti.

Ispitivač faze može se koristiti takođe za utvrđivanje koja je strana električnog utikača uzemljena dodirujući jednim krajem jedan dovodni kontakt u utikaču, a drugim uzemljeni deo kutije. Nastavnik može utvrditi jednim pogledom da li je kraj koji dodiruje uzemljen. Ako je uzemljen, sijalica neće svetleti, a ako nije, sijalica će se upaliti.

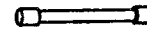
Strujna kola za instrumente

Kod uspostavljanja veze sa instrumentima koji se koriste u naučnoj laboratoriji mogu se koristiti razne vrste veza. Dobro je imati na raspolaganju izvestan broj žica koje se čuvaju za svrhu međusobnog povezivanja instrumenata, za izvore struje i za druge delove opreme. Žica koja se upotrebljava je izolovana, poželjno je da je od upredene elastične žice. Ako

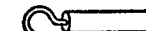
se upredena žica upotrebljava, veoma poželjno je korišćenje nekih uređaja za olakšavanje povezivanja na kraju. Razne vrste veza mogu se uspostaviti. Moguće je jednostavno napraviti omću na žici (Slika 55). Ako je to učinjeno, vlakna treba da budu zalemljena zajedno da bi se obezbedila dobra veza i da bi se sprečilo kidanje pojedinih žica.

Poželjnije od ovog postupka je korišćenje spojne viljuške (slika 56) i takozvane „krokodil“ kleme. Poželjno je zalemiti viljušku ili „krokodil“ za žicu, mada to nije neophodno. Delovi izložene žice, viljuška ili „krokodil“ koji obično uspostavljaju kontakt sa instrumentom, treba da budu očišćeni finim brusnim papirom.

U slučaju da se samo izložena žica koristi za uspostavljanje kontakta, ona mora biti savijena u petlju koja treba da je što je moguće više zatvorena. Treba voditi računa da se petlja postavi u istom pravcu u kome se i zavrtnaj zateže. Tako se, sa zatezanjem zavrtnja, petlja još više zatvara. Ako se petlja postavlja u suprotnom pravcu, zatezanje zavrtnja teži da otvori petlju i na taj način slabi kontakt.



Sl. 54. Patrona osigurača



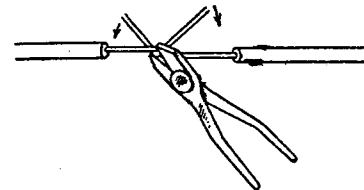
Sl. 55. Spojna petlja



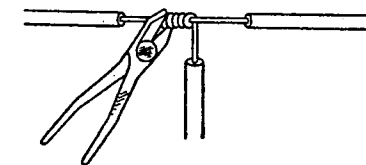
Sl. 56. Spojna viljuška

Nastavljanje i spajanje žice

Kod nastavljanja žice, izolacija se brižljivo skine sa kraja žice na rastojanju od oko 2 inča i ogoljena žica brižljivo očisti finim brusnim papirom. Ako se ne primenjuje nikakvo fizičko naprezanje, dva ogoljena kraja se zajedno čvrsto umotaju. Ako žica trpi stezanje, krajevi se savijaju pod



Sl. 57. Spajanje savijanjem

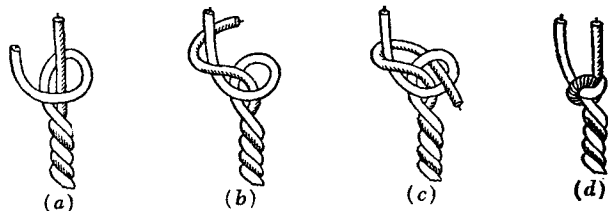


Sl. 58. Spajanje uvijanjem

uglom od približno 75 stepeni. Dva kraja se ukrste, drže kleštima i čvrsto omotaju u suprotnim pravcima drugim parom klešta. (Slika 57). Povezana žica se čvrsto omota u namotajima, jedan uz drugi, korišćenjem klešta. (Slika 58). Da bi se povezala upletena žica za drugu, ona se razdvoji na glavnu žicu i na žicu za koju se vezuje. Raspletene žice se uvlače jedna u drugu i obmotavaju u suprotnim pravcima. Posle svakog povezivanja (osim privremenog povezivanja) veza treba da bude zalemljena. Žice treba da budu dobro zagrejane (lemilicom) pre nego što se stavi lem, kako bi on prodru u prostore između žica.

Sigurnosni čvor

Kod povezivanja takvih žica kao što je produžni kabl za muški utikač, treba preduzeti mere da se bakarna žica oslobodi svakog suvišnog napreznja. Napreznje se može otkloniti izolacijom, provlačenjem žica kroz utikač, vezivanjem čvora na dve žice u blizini ogoljenih krajeva (Slika 59), koji se zatim provlače kroz sam utikač i pričvršćuju zavrtnjima. Čvor se zatim povlači na svoje mesto.



Sl. 59. Sigurnosni čvor

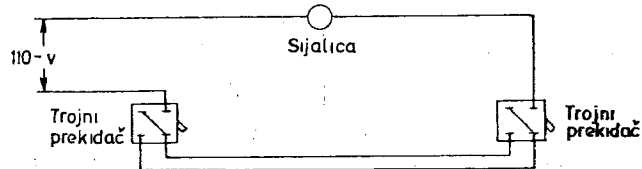
Strujna kola u zgradama

U strujnim kolama za osvetljenje zgrade, nalaze se dve žice, jedna sa belom izolacijom, a druga sa crnom. Uzemljena žica je uvek bela. Crna žica je takozvana „vruća žica“ i ona ima potencijal od 110 volti (ukoliko nije drukčije predviđeno) u odnosu na belu žicu. Uzemljena žica mora biti vezana direktno za uređaj za koji se koristi i nema osigurač ili prekidač u kolu. Prekidači i osigurači se postavljaju na crnu žicu, ili „živu“ stranu kola.

Kod povezivanja ovih žica za utikač ili drugi uređaj, crna žica se vezuje za mesingani zavrtnj. Bela žica se povezuje za beli zavrtnj. Ovaj zavrtnj je presvučen niklom ili kalajem da bi bio beo. Ako zavrtnji nisu tih boja, treba utvrditi koji je od njih izolovan od rama, i crnu žicu pričvrstiti za taj zavrtnj. Bela žica se povezuje za zavrtnj koji je uzemljen za ram uređaja. Ram, sa svoje strane, treba da bude uzemljen žicom direktno za slavinu česme.

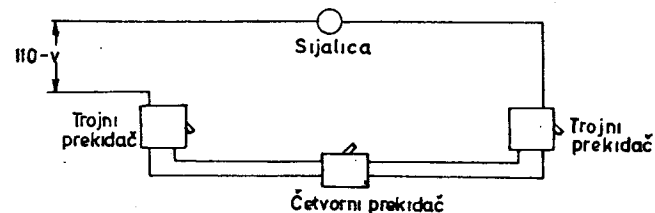
Prekidači sa višestrukom kontrolom

Nastavnik treba da bude u stanju da pokaže kako se osvetljenje ili drugi električni uređaji mogu kontrolisati sa dva ili više mesta u kolu. Učenici nailaze na takve kontrolne uređaje u svojim svakodnevnim aktivnostima i mogu da imaju priliku da prave takve instalacije u raznim vrstama vežbi. Postavljanje table sa strujnim kolom (vidi str. 189) zavisi od kola kao što su ova.



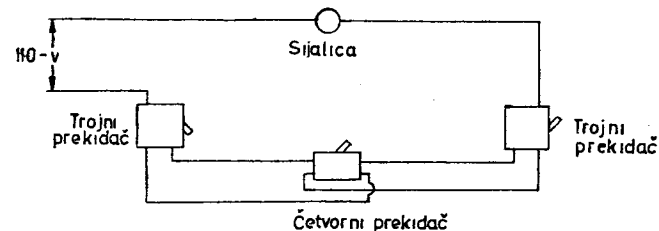
Sl. 60. Shema strujnog kola sa dva prekidača

Kod prekidača za osvetljenje za paljenje sa dva mesta, treba upotrebiti trostruki prekidač. Trostruki prekidač ima u stvari tri priključka za koje se povezuju žice. Prekidač ima samo dva položaja rada i povezivanje ovih prekidača pokazano je na sl. 60.



Sl. 61. Shema strujnog kola sa tri prekidača

Kontrolisanje osvetljenja sa tri tačke pokazano je na slici 61. Potrebno je koristiti dva trostruka prekidača i jedan četvorostruki. Kod nekih četvorostrukih prekidača potrebno je obrnuti veze (Slika 62).



Sl. 62. Shema strujnog kola sa tri prekidača (drugi način)

Električni instrumenti

Održavanje električnih instrumenata u laboratoriji je jedan od težih problema o kojima se stara nastavnik prirodnih nauka. Električni instrumenti su naročito osetljivi na oštećenje zbog svoje fine konstrukcije i mogu biti oštećeni pre nego što korisnik sazna da su oni pogrešno upotrebljeni. Jedan od zadataka nastavnika je da nauči učenike da vode računa o održavanju. Nastavnik (i učenik) treba da bude dobro upoznat sa svakim instrumentom u pogledu korišćenja i svrhe za koju je projektovan. Nikakvom opterećenju ne treba izložiti strujno kolo pri kome bi napon, struja ili snaga bili veći od one za koju je instrument projektovan. Ovo uglavnom zahteva približnu procenu zahteva instrumenta pre nego što se kolo uspostavi. Treba izvršiti procenu otpora u kolu, napona koji treba dovesti i struje koja se dobija. Instrument ili instrumenti treba zatim da budu pregledani da bi se utvrdilo da li su ovi zahtevi udovoljeni. Nijedno kolo ne treba da bude uspostavljeno dok se ne izvrše ovi proračuni i dok se veze ne provere.

Kod korišćenja instrumenata treba preduzeti sledeće mere predostrožnosti:

1. *Galvanometar* je veoma osetljiv instrument malog otpora pa prema tome se lako oštećuje. On treba da se koristi samo tamo gde se radi sa veoma niskim naponima.

2. *Voltnetar* ima relativno veliki otpor u nizu ali može biti oštećen preopterećenjem. Postavljanje instrumenata u nizu ili obrtanje veza obično ga ne oštećuje.

3. *Ampermetar*, zbog svog malog otpora može biti postavljen samo u nizu sa opterećenjem; treba voditi računa da se on ne postavi paralelno sa opterećenjem.

4. Neki ampermetri imaju više od jednog opsega: učenici treba da nauče značaj korišćenja odgovarajućeg opsega i tehniku biranja opsega u svakoj datoj prilici. Da bi se zaštitio instrument prvo se koristi najveći opseg. Ako je zabeležena struja manja od maksimuma nižeg opsega, onda se koristi taj opseg. To se može ponavljati dok se ne dođe do najnižeg dozvoljenog opsega.

5. Neka vrsta instrumenata koristi se samo za jednosmernu struju, druga samo za naizmjeničnu, dok ima i tipova instrumenata za obe vrste struje. Odgovarajući instrument treba da bude izabran za struju koja se koristi, mada uglavnom pogrešna vrsta struje ne oštećuje instrument ako on inače nije preopterećen. Međutim, instrument treba isključiti čim postane očevidno da postoji greška u izboru.

6. Neki ampermetri (i drugi instrumenti) imaju osigurače u svojim kolima da bi se sprečilo preopterećenje. Ako ampermetar nije osiguran, u nizu sa instrumentom može se postaviti tabla sa osiguračima (vidi str. 189), s tim što osigurač odgovara maksimalnom opsegu instrumenta. Alternativni metod koji zahteva nešto veće prvobitne napore je da se postavi osigurač u samo kućište instrumenta, na mesto do koga se lako može doći, ili na tablu na kojoj je postavljen instrument.

7. Ako se koriste *instrumenti* za jednosmernu struju, pozitivni kraj izvora treba da bude povezan za pozitivni kraj instrumenta, negativni za negativan. Činjenica da se otpornik (i drugi električni uređaji) nalazi u kolu između instrumenta i izvora energije ne menja polaritet.

Otpornici

Naučna laboratorija treba da ima niz reostata i drugih vrsta otpornika na raspolaganju. Standardne kutije sa otpornicima stoje na raspolaganju u laboratoriji, za proučavanje elektriciteta. Takve kutije su načinjene samo za slabe struje i one nisu predviđene za korišćenje gde se radi o većoj snazi. Ove kutije uglavnom treba da budu postavljene u kola u laboratoriji u kojima se koristi naizmjenična struja.

Uobičajeni tip otpornika je takozvani klizni žičani reostat. Ovi otpornici su u stanju da izdrže veću snagu od takozvanih „otpornih kutija“. Međutim, ovi reostati takođe imaju svoje ograničenje. Uglavnom na svakom reostatu upisani su podaci o maksimalnoj struji i veličini otpora. Na osnovu ovih podataka, bezbedni napon koji može biti upisan može se izračunati i njega ne treba prevazići. Korišćenje otpornika sa sijalicama i drugih tipova otpornika opisano je na str. 105.

Održavanje motora i generatora

U korišćenju naučne laboratorije, nastavnik i učenici treba da budu potpuno upoznati sa motorima i generatorima koji stoje na raspolaganju za upotrebu kako se oni ne bi pogrešno koristili. Do često pogrešnog korišćenja dolazi usled nerazumevanja funkcije uređaja, iznosa snage za koju je uređaj projektovan da prima ili daje i nedovoljnog podmazivanja.

Obaveštenje. Obaveštenje može biti dobijeno prvenstveno na osnovu pločica koje su pričvršćene za ram motora ili generatora. Na ovim pločicama data su takva značajna obaveštenja kao što su da li je uređaj projektovan za naizmjeničnu ili jednosmernu struju i u slučaju motora da li je to motor univerzalnog tipa, odnosno da li radi na jednosmernu ili naizmjeničnu struju. Pločica postavljena na motoru pokazuje takođe i napon rada, struju rada, broj konjskih snaga i učestanost struje koja se koristi.

Dalje mere predostrožnosti treba da budu preduzete kako bi se obezbedilo da je broj faza za koji je motor projektovan isti kao što je i broj faza koji daje izvor električne energije. Trofazni motor, na primer, ne treba da bude uključivan na monofazni izvor. Ako tako značajne informacije nisu date na pločici, one treba da budu obezbeđene ili novom pričvršćenom pločicom ili bojom upisane direktno na ram opreme. Jedna od prvih obaveza kod nastave je da se obezbedi da učenici inteligentno koriste ove informacije. Korišćenje ovih informacija stvara veoma povoljnu nastavnu situaciju.

Podmazivanje. Treba stalno voditi računa u laboratoriji da se za motore i generatore obezbeđuje odgovarajuće podmazivanje. Učenici često koriste ove uređaje dosta dugo bez potrebnog podmazivanja, ili ih mogu suviše podmazati, što je takođe štetno za uređaj. Oni treba da nauče suštinske stvari u pogledu dobrog podmazivanja i treba da osete ovaj aspekt staranja o opremi. Za neke motore koristi se ulje za podmazivanje u kom slučaju se ono sipa iz kantice za ulje. Drugi motori imaju čašice za mast koje se povremeno skidaju da bi se stavilo mazivo. Nastavnik treba povremeno da kontroliše ove čašice da bi se uverio da količina masti u njima nije istrošena.

Manje popravke. Povremeno su motori i generatori u kvaru. U slučaju motora on se ne okreće. U slučaju generatora, on ne daje struju za koju je projektovan. Moguće je da nastavnik, ili učenici koji rade na osnovu njegovih uputstava, izvrše manje popravke. Čest uzrok kvara motora su četkice ili komutator. Četkice se istroše usled trenja i moraju se povremeno zamenjivati. Četkice za zamenu mogu se nabaviti u gvoždarama ili prodavnicama električne opreme. Ponekad se segmenti komutatora prljaju usled korozije i usled nagomilavanja materijala od istrošenih četkica. Segmenti komutatora mogu se očistiti držanjem malog komadića finog brusnog papira uz okretanje armature. Segmenti komutatora ne treba da se suviše mnogo čiste.

Ispitivanje strujnih kola. Drugi izvor teškoća u radu sa motorom je otvaranje kalema ili armature. Oni se mogu lako ispitati korišćenjem baterije sa sijalicom u nizu, s tim što ovo kolo ima dve priključnice za ispitivanje namotaja polja i namotaja armature da bi se utvrdilo da li su strujna kola zatvorena.

Da bi se ispitali namotaji polja, treba naći njihove krajeve i na njih postaviti priključnice. Ako je namotaj dobar, sijalica se pali. S obzirom da se namotaji armatura razlikuju kod raznih motora, potrebno je naći parove segmentata koji predstavljaju krajeve različitih kalema. Kada se oni otkriju, priključnice se postavljaju na parove segmentata jedna za drugom da bi se utvrdilo da li su strujna kola zatvorena ili ne.

Čišćenje i ispitivanje generatora vrši se na sličan način.

Održavanje baterija i akumulatora

U običnoj laboratoriji postoje uslovi za korišćenje jednosmerne struje u značajnoj meri. U mnogim slučajevima, poželjno je imati baterije i akumulatora spremne za davanje takve struje. Ovi uređaji mogu biti pogrešno korišćeni ako učenici ne shvataju da im treba obezbediti odgovarajuće održavanje.

Jedno od najčešćih pogrešnih korišćenja baterija i akumulatora je preterana količina struje koja se od njih traži za duže periode vremena. Izvor može biti oštećen u tolikoj meri da se više ne može popraviti. Osim za veoma kratke periode, iz baterija ne treba trošiti više od dva do tri ampera, a iz akumulatora ne više od 3 do 6 ampera. Jače struje za veoma kratke periode vremena (ne više od 20 sekundi) mogu se dobiti od baterija i akumulatora bez ozbiljnog oštećenja. U vezi s tim, treba primetiti da baterije traju duže ako se koriste samo za dobijanje isprekidanog toka struje, kao što je slučaj kod rada zvonca. Ako je potrebno da se koristi jednosmerna struja za duže periode vremena i sa relativno velikom snagom, treba da se koristi ispravljač svaki put kad je to moguće. Volfram-argonski ispravljači daju takvu struju za duge periode bez oštećenja.

Održavanje akumulatora u laboratoriji služi kao žična tačka za korisne aktivnosti učenika. O sledećim aspektima njihovog korišćenja i održavanja treba voditi računa:

1. Nivo tečnosti u akumulatoru treba da bude iznad pločica. Da bi se održao nivo tečnosti treba dodavati samo destilovanu vodu. Sumpornu kiseelinu ne treba dodavati.

2. Akumulatori treba da budu pod punim naponom da bi se najefikasnije koristili. Specifična težina treba da bude od 1,275 do 1,30. Ne treba dozvoliti da akumulator ostane ispražnjen. To dovodi do brzog kvara.

3. Kod ponovnog punjenja, negativni kraj uređaja za punjenje vezuje se za negativni kraj akumulatora, pozitivni za pozitivni. Struja koja se koristi za punjenje akumulatora ne sme da bude jača od 5 ampera.

Lična bezbednost

Dosta je verovatno da i nastavnici i učenici neoprezno koriste električnu opremu. Postoje mnogobrojne pogrešne koncepcije kako treba raditi sa električnom opremom i strujnim kolima. Možda najistaknutiji primer toga je ispitivanje da bi se utvrdilo da li kroz provodnik teče struja ili ne. Uobičajena praksa je da se prstom pipnu krajevi žice da bi se utvrdilo da li dolazi do potresa ili ne. To je veoma opasan postupak. Takva kontrola može se bezbedno izvršiti ispitivačem napona (vidi str. 288).

U laboratoriji treba voditi računa da učenici dok rade sa električnom opremom ne dodiruju uzemljenje ili „živi” provodnik. Uzemljeno lice koje dodirne neuzemljeni deo kola je u opasnosti da pretrpi strujni udar. Pod

treba da bude suv i učenik treba da se drži dalje od takvih uzemljenih predmeta kao što su slavine za vodu i ventilatori. Tamo gde se koriste električni uređaji za vršenje rada, strujno kolo treba prekinuti pre nego što se pristupi pregledanju uređaja.

U slučaju električnog udara žrtva treba da bude položena na pod na stomak i treba da bude primenjeno veštačko disanje pritiskom na leđa u pravilnim intervalima disanja.

Obrada stakla

Meko staklo može na zadovoljavajući način biti obrađivano mlaznim plamenikom (korišćenje komprimovanog vazduha) i Mekerovim plamenikom, kao i konvencionalnim Bunzenovim plamenikom sa dodatnim leptirastim vrhom. Zadovoljavajuća obrada pireks i drugih tvrdih staklenih cevi, zavisi od upotrebe kiseoničnog plamena, pa prema tome nije moguća u običnoj laboratoriji srednje škole.

Potrebni materijal

Materijal koji je potreban za rad sa mekim staklom obuhvata sledeće:

Plamenici:

Mlazni
Bunzenov sa leptirastim vrhom
Mekerov
Sa komprimovanim vazduhom

Alat za obradu:

Ugljene šipke
Hvataljke

Uređaji za sečenje:

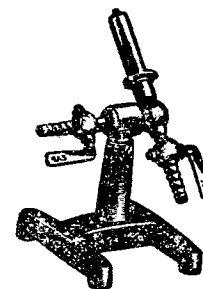
Trouglasta turpija
Ravna turpija
Sekač sa usijanom žicom
Grifinov sekač
Sekač ravnog stakla
Žičana mrežica

Pomoćni materijal:

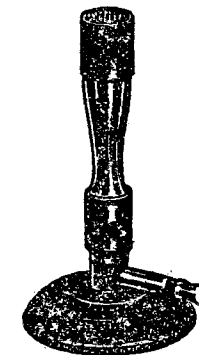
Azbestne pločice
Meka gumena cev, 1 metar
Kratke staklene šipke
Mali zapušači

Funkcija materijala

Pri izboru mlaznog plamenika (sl. 63) potrebno je voditi računa o vrsti raspoloživog gasa. Zadovoljavajuće korišćenje plamenika postiže se njegovim prilagođavanjem tako da daje dug, oštar plamen. Mekerov plamenik (sl. 64) je veoma koristan za kaljenje stakla i za izvlačenje cevi.

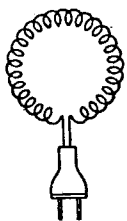


Sl. 63. Mlazni gorionik



Sl. 64. Mekerov gorionik

Sekač staklene cevi (Grifinov) koristi se za pravljenje zarezu oko staklene cevi pre njenog sečenja usijanom žicom. Sekač sa usijanom žicom sastoji se od grejnog elementa koji čini žica otpornika kao što je ona koja se koristi kod grejnih ploča (približno 500 vati). Kratka izolovana debela bakarna žica povezuje se za muški utikač, a krajevi otporne žice vezuju se za izložene krajeve ove deblje žice (sl. 65). Sekač ravnog stakla koristi se za sečenje običnog prozorskog stakla.



Sl. 65. Sekač sa usijanom žicom za široke staklene cevi i boce

Ugljene šipke koje se koriste za pravljenje proširenja, treba da imaju prečnik od $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ inča, ili može se koristiti deblja ugljena šipka pričvršćena za dužu dršku.

Azbestne ploče treba da stoje na raspolaganju da bi se zaštitila površina stola od vrućeg stakla. Gumena cev se koristi za ostvarivanje unutrašnjeg pritiska na staklo i treba da bude takva da se može postaviti na staklenu cev koja se koristi. Ako je staklena cev relativno široka, otvor se može zatvoriti za vreme operacije duvana malim zapušačima. Cevi se mogu zatvoriti kraćom gumenom cevju u kojoj se nalazi kratka staklena šipka. (Sl. 66).

Tehnike sečenja stakla

Sečenje ravnog stakla. Nož za ravno staklo koristi se za sečenje staklenih ploča. Treba upotrebiti lenjir, kao što je metarska šipka, s tim što se on postavlja tako da kada je ivica noža za staklo naslonjena na lenjir, zarez koji pravi nož daje tačno traženu veličinu. Staklo treba da bude na ravnoj i glatkoj površini, inače ga pritisak može slomiti. Treba primeniti dovoljan pritisak nožem da on stvarno zagrebe staklo. Zarez treba da bude neprekidan i mora da bude tačno načinjen u prvom povlačenju po staklu. Nepraktično je pokušati vratiti se preko pukotine da bi se ona produbila na nekim mestima ili da bi se ispravila.

Pošto je zarez načinjen, staklo se lomi lupajući lako po donjoj strani pukotine zadnjom stranom noža za staklo ili nekim drugim pogodnim alatom. Grube ivice mogu biti izglacane pomoću turpije ili točka za brušenje.

Sečenje malih cevi

Male cevi prečnika manjeg od $\frac{1}{4}$ inča mogu biti presečene tako što se prvo turpijom napravi zarez po cevi. Ovaj zarez može biti kratak i treba da bude učinjen jednim potezom. Cev se zatim može slomiti hvatajući je

tako da paloi pritiskaju staklo nasuprot oznaci načinjenoj turpijom, dok se ona savija i u isto vreme razdvaja prstima.

Sečenje velikih cevi i boca. Postoji više načina za sečenje boca ili cevi prečnika većeg od $\frac{3}{8}$ inča.

Usijana staklena šipka. Ako je cev prečnika manjeg od jednog inča, može se obično preseći korišćenjem male staklene šipke ili konusa. Prvo se cev zagrebe turpijom. Jedan kraj male šipke se zagreje do usijanja i postavlja na kraj ogrebotine. Tada obično otpočne prskanje koje ide oko cele cevi. Ako se prskanje ne odvija oko celog obima cevi, uzastopno pritiskanje usijane šipke ispred kraja naprsnuća završava pukotinu do kraja. Svaka od sledećih metoda za sečenje širih staklenih cevi može se takođe upotrebiti kod cevi prečnika jednog inča ili manjeg.

Vruća tačka po oznaci načinjenoj turpijom. Za cevi ili boce većeg prečnika od jednog inča pre primene usijane šipke treba napraviti ogrebotinu oko cele cevi. Griffinov sekač ili sličan sekač cevi, koji se može kupiti, koristan je za ovu svrhu. Ako nema takvog sekača, ogrebotina se može napraviti turpijom vođenom po komadu kartona obmotanom oko cevi ili boce.

Sekač sa usijanom žicom. Zadovoljavajući metod sečenja velikih cevi ili boca obezbeđuje sekač sa usijanom žicom (sl. 65). Zarez turpijom ili sekačem cevi pravi se oko čitave cevi ili boce. Žica usijanog sekača postavlja se tako da po pukotini ide oko čitave cevi. Krajevi se ne smeju dodirivati. Žica se zagreva strujom (110 volti naizmjenične struje) nekoliko sekundi, dok se cev čvrsto drži oslonjena na vruću žicu koja se usijava. Obrtanje cevi ovde mnogo pomaže. Struja se zatim isključuje i dok se staklo još uvek čvrsto drži naslonjeno na žicu hladi se vodom pomoću četkice ili vlažnog komadića vate. Često za cevi od mekog stakla hlađenje vodom nije potrebno.

Poravnavanje krajeva presečene cevi. Na kraju male isečene staklene cevi obično ostanu oštre ivice. One mogu biti poravnate ili zaokružene držanjem kraja cevi u plamenu Bunzenovog plamenika, rotiranjem cevi dok se ivice ne zaoble. To je uobičajeni postupak „poliranja vatrom” koji je poznat u hemijskoj laboratoriji.

Kod velike staklene cevi oštra ivica se može izglacati brušenjem. To se može postići tako što će se jedan kraj stakla držati lako prislonjen na ivicu točka karborunduma. Ako je potrebno bolje brušenje, ono se može izvesti finim karborundumom ili praškom za brušenje pomešanim sa vodom da bi se stvorila pasta. Ploča od mesinga, gvožđa ili stakla predstavlja pogodnu osnovu na kojoj se može vršiti takvo brušenje.

Zičana mrežica može se upotrebiti za ravnanje grubih i neravnih ivica, slomljenih cevi i građuiranih cilindera. Ovom mrežom se oštro prevlači po ivicama stakla pod uglom od 45 stepeni u odnosu na osu cevi idući prema osovini. Svakim potezom otpadaju mali delići. Treba voditi računa da ovi ne skoče u oči.

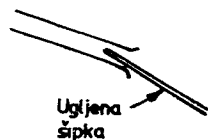
Savijanje cevi

Male cevi od mekog stakla veoma se lako savijaju korišćenjem gorionika tipa „riblji rep”, omekšavanjem stakla na dužini 4—5 puta većoj od prečnika cevi. Cev treba da bude okretana iznad plamena kako bi se pod-

jednako zagrejala. Kada usled sopstvene težine izgubi svoj oblik, skida se sa plamena i savija pod uglom nadole. Ne treba da postoje oštri uglovi na mestu savijanja zbog mehaničkih slabosti takvih uglova. Veoma je značajno, takođe, da se zadrži podjednaka debljina cevi u svim delovima savijanja. Tanak zid je mehanički slab. (Sl. 67).



Sl. 67. Savijanje staklene cevi



Sl. 68. Širenje kraja staklene cevi

Veće cevi se savijaju na isti način, osim što se jedan kraj prethodno zapuši. Ali tu treba povesti malo više računa. Poželjno je da se široka cev prethodno zagreje Mekerovim plamenikom, a zatim da se upotrebi mlazni gorionik. Pri tom se cev drži duž plamena, kako bi se zagrejala na većoj površini. Potrebno je brižljivo rotiranje i postepeno povećanje temperature stakla. Tada se otpočine sa savijanjem; vazduh se brižljivo udavava u cev. Ponekad mali, ograničeni deo cevi treba zagrejeti vrhom plamena i vazduh udavati, dok drugi put treba zagrejeti širu površinu uz snažno udavanje vazduha. Vazduh se duva ustima pomoću kraće gumene cevi pričvršćene za zapušač na otvorenom kraju.

Pravljenje oboda

Kraj cevi na kome treba napraviti obod treba da bude postepeno zagrevan. Rastojanje od kraja koji se zagreva treba da bude relativno malo. Cev treba da bude zagrejana do jasno crvene boje i u otvor se unosi tanka ugljena šipka. (Sl. 68). Cev se rotira i usta cevi se savijaju upolje. Pošto je postignuto željeno proširenje, cev se odgreva. To se čini postepenim hlađenjem plamena smanjujući pritisak komprimovanog vazduha, a zatim postepenim smanjenjem gasa. Na kraju, plamen treba da bude takav da se na staklu stvori naslaga čađi.

Pravljenje mlaznice i zatvaranje cevi

Da bi se napravila staklena mlaznica kratka cev se rotira u plamenu Bunzenovog plamenika dok se delimično ne skupi. Ovo skupljanje ima kao posledicu zadebljanje zidova cevi. Cev se zatim brižljivo zagreje do tamno crvene boje, izvuče iz plamena i izvlači dok suženje ne dostigne željenu veličinu. Cev se odgreva i posle potrebnog hlađenja seče u željenoj tački. Kraj mlaznice treba da se uglača u plamenu. Alternativni metod pravljenja mlaznice sastoji se u držanju kraja cevi u plamenu kao kod glačanja vatrom. Dok se cev zagreva i rotira, površinski napon u samom staklu sužava kraj, stvarajući mali otvor. Ovaj proces se nastavlja dok otvor ne dobije željenu veličinu. Posle obrazovanja mlaznice, zagrejano staklo se brižljivo odgreva.

Ponekad je potrebno zatvoriti kraj staklene cevi kao kod pravljenja cevi za Toričelijeve barometar. Kod zatvaranja cevi za ovu svrhu, kratak

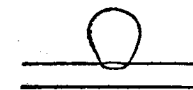
deo cevi pri kraju se zagreva dok se otvor potpuno ne zatvori. Cev se polako valja i nastavlja sa grejanjem dok se znatan deo stakla ne stopi, posle čega se kraj brižljivo odgreva da bi se otklonilo svako naprezanje.

Pravljenje T-cevi

Nastavnik prirodnih nauka može na razne načine koristiti u svom radu T-cev. Tako je potrebna jedna takva cev u slučajevima kada treba ostvariti pritisak u različitim delovima, kao i onda kada se zahteva prenošenje tečnosti i gasova različitim granama.



Sl. 69. Grejanje male oblasti na staklenoj cevi



Sl. 70. Mehurić uduvan u staklenu cev

T-cevi mogu se dosta lako napraviti od staklene cevi spoljnog prečnika 8 ili 9 mm. Kod učenja kako da se ona napravi, poželjno je imati širu cev. Cevi istog prečnika i iste vrste treba upotrebiti. Ako se koriste različite vrste stakla, koeficijent širenja može biti takav da se dve cevi neće zadovoljavajuće spojiti. Dve cevi se iseku na dva dela: jedna od njih je približno 6 inča, a druga približno 4 inča duga. Jedan kraj kraće cevi se malo proširi na kraju, a drugi se zatvori korišćenjem staklenog čepa i gumene cevi dužine jednog inča. Slično tome, jedan kraj cevi dužine 6 inča se zapuši. Savitljiva gumena cev pričvrsti se za drugi kraj šire cevi. Središnji deo cevi dužine 6 inča se zatim postepeno zagreva da bi se izbeglo suviše naprezanje. Plamen se zatim sužava dok ne dobije oblik igle i toplota usmerava na jedno mesto (sl. 69). Kada je tačka dostigla temperaturu topljenja udavava se mehurić. Dok se mehurić polako hladi uklanja se na kratko odstojanje od plamena, tako da je mali deo u njegovom centru još jače zagrejan. Kada se ta oblast dobro zagreje, kratko duvanje dovodi do pojave velikog mehura tankog stakla (sl. 70). Ovaj mehur se otklanja probijanjem trouglastom turpijom, i ivice se izravnavaju. Prošireni kraj kraćeg dela, i otvor produvan na stranici dužeg dela, treba da budu istog prečnika, ili prošireni kraj može biti nešto veći od otvorene cevi.

Sledeći korak u postupku je da se dva dela stakla zajedno dovedu u stanje topljenja. To se čini istovremenim zagrevanjem cevi na plamenu i njihovim priljubljanjem jedne uz drugu kada oboje dobiju tamno crvenu boju. Treba voditi računa u ovom trenutku da se brižljivo ponovno greju ohlađeni delovi. Duži deo, koji ima otvor na svom „boku”, treba da bude okrenut tako da plamen zahvata sve delove „usnice” i zagreva ih istovremeno. Drugom rukom treba prineti proširenu cev i rotirati je tako da se svi delovi podjednako zagrevaju. Kada su i prošireni deo i usnice otvora došli u stanje omekšavanja, treba ih fizički priljubiti tako da se dodiruju svim delovima. Veoma je važno da se postigne potpun fizički dodir, jer bez njega ne može se izvesti operacija duvanja. Plamen se tada potpuno

izoštava, tako da se veoma mala oblast može grejati u jednom trenutku. Značajno je međutim da sve oblasti budu prilično vruće, mada nijedan deo ne treba da bude toliko usijan da se topi, osim onaj na koji je usmeren plamen. Ako su svi delovi vrući kao ovaj, nije moguće postići vezivanje. Kraj gumene cevi se drži u ustima dok se vrši grejanje. Plamen potiskuje staklo ka unutra i na taj način teži da ga potpuno zajedno stopi. Pošto je staklo na jednom delu tako potisnuto unutra, cev se malo izvlači iz plamena i duva se vazduh da bi se staklo vratilo. Ta oblast se ponovo zagreva, zatim ponovo vadi iz plamena i ponovo duva u vazduh. Ovaj proces se ponavlja čitavo vreme vezivanja dok se svi delovi dobro ne vežu. Vezivanje je potpuno kada topljenjem nestane linija koja se dobija priljublivanjem dva komada stakla.

Y-cev se može napraviti na isti način: razlika je u tome što se cev prvobitno savija u obliku slova U. Tada se uduvava otvor na savijenom delu. Neophodno je da se kod izrade T-cevi i Y-cevi brižljivo odgreavaju po pravljenu.

Zatapanje žica kroz staklo

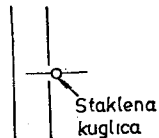
Ponekad je poželjno zatopiti žicu kroz staklenu cev. Takvi uređaji kao što je eudiometarska cev zahtevaju da žica prolazi kroz staklo.

Kod zatapanja žice kroz staklo, koeficijent širenja je glavni faktor o kome treba voditi računa. Platinska žica može se na zadovoljavajući način zatopiti u cev od mekog stakla, a volframska žica može zadovoljavajuće da se zatopi u cev od pireks stakla.

Kada se cev zatapa kroz staklo, mali rukav kapilarne cevi se stavlja preko žice. Ovaj rukav se pravi izvlačenjem kratkog dela staklene cevi po njenom zagrevanju u plamenu. Zatim se mali deo takve kapilarne cevi postavlja preko žice (sl. 71). On se zagreva dok se na žici ne istopi kao kuglica. Mali otvor se uduvava u cevčicu kroz koju treba zatopiti žicu. Prvo se zagreva cela površina, a zatim se ova sužava do tačke koja se greje usmerenim plamenom. Kada je staklo u toj oblasti dostiglo dovoljnu temperaturu, vazduh se jako uduva dok je cev još u plamenu. Otvor treba da bude nešto manji od staklene kuglice na žici. I otvor i kuglica se zatim zagrevaju do crvenog usijanja. Zatim se žica sa kuglicom uvodi unutra i jedno i drugo se zajedno stapa. (Sl. 72). Spoj treba zatim odgrejati.



Sl. 71. Žica u kapilarnoj cevčici



Sl. 72. Zatapanje kuglice za staklenu cev

Bušenje otvora u ravnom staklu

Uzima se mesingani ili gvozdeni klin veličine željene rupe i glava mu se odseca. Klin se zatim postavlja u usta bušilice. Da bi se na mestu na staklu gde će se bušiti rupa napravila čaša otprilike pola inča duboka koristi se staklarski git.

Dodavanjem vode karborundum prašku br. 180 ili 220 ili nekom drugom abrazivu pravi se pasta. Ova pasta se stavlja u čašu, a zatim staklena ploča postavlja na bušilicu. Polako se buši bez većeg pritiska, s tim što se burgija često izvlači da bi pasta ušla u prostor u kome je otvor već načinjen.

Čišćenje staklenog posuda

Otklanjanje nečistoće sa staklenog posuđa kako fizičkim tako i hemijskim postupkom je ponekad teško. Čvrst materijal treba da bude uklonjen korišćenjem nekog abraziva. U tu svrhu, pesak na vlažnoj krpi je sasvim zadovoljavajući. Drugi abrazivi se mogu takođe upotrebiti ako ih ima. Pošto je čvrst materijal uklonjen, staklo se može oprati sapunom i vodom, alkoholom, ili amonijum-hidroksidom. Ako je dalje čišćenje poželjno, staklo može biti stavljeno pola časa ili duže u rastvor za čišćenje.

Ovaj rastvor za čišćenje pravi se stavljanjem 80 grama kalijum dihmata u 300 miligrama destilovane vode. Tome se uz mešanje dodaje 450 miligrama koncentrovane sumporne kiseline. Ovaj rastvor za čišćenje čuva se u boci i koristi se kao kupatilo, s tim što se staklene posude koje se čisti potapa u rastvor. Pošto je čišćenje završeno, staklene posude se brižljivo ispira destilovanom vodom. Rastvor za čišćenje može da se koristi dok god ima svoju prvobitnu boju.

Fotografija

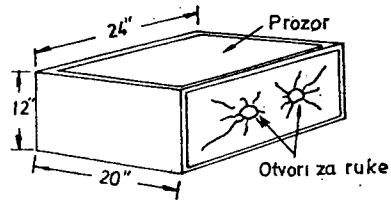
Nabavka i korišćenje vizuelnog materijala zavisi u znatnoj meri od posedovanja izvesnog poznavanja procesa fotografije. Proučavanje fotografije je značajna faza u programu prirodnih nauka zbog naučnih aspekata fotografskih procesa. Nastavnik treba takođe da koristi fotografije za obogaćivanje nastavnih sredstava svog odeljka. On može sam da pripremi materijal, i može, takođe, da korisno iskoristi pomoć učenika.

Sledeća oprema i materijal omogućavaju značajnije operacije u fotografskim procesima. Količina i izbor mogu se proširiti u skladu sa potrebama i mogućnostima:

- Tri staklene ili emajlirane fotografske tacne, poželjno je da su plitke.
- Graduisani cilindar
- Termometar
- Vaga i tegovi
- Sat za mračnu komoru, poželjno je da ima zvono i pokretnu sekundaru.
- Kutija ili ram za reprodukciju.
- Ferotip ploče
- Gumeni valjak
- Upijači
- Razvijači, fiksiri itd.
- Fotografski papir

Poželjno je imati mračnu komoru za rad na fotografiji. U odsustvu takve prostorije, kutija koja je potpuno hermetična za svetlost, opremljena prozorom od crvene želatinske ploče i otvorima za ruke sa elastičnim gumicama na tkanini, obezbeđuje odgovarajući prostor pogodan za mnoge

fotografske operacije (sl. 73). Dimenzije kutije su približne. Želatinski prozor se lepi na svoje mesto; donji deo kutije se iseca kao i veliki otvor s jedne strane. Unutrašnjost kutije se boji mat crno. Neprozirna tkanina je tako skrojena da pokriva otvor na strani i omogućuje slobodno kretanje ruku. Elastične gumice za ruke se nameste tako što se postavljaju iznad ručnog zgloba.



Sl. 73. Stona mračna komora

Fotografski materijal koji se može otvoriti samo u odsustvu fotohemijski aktivne svetlosti stavlja se pod kutiju pre početka daljih postupaka. Kutiju je poželjno postaviti u nešto mračniji deo laboratorije.

Fotografske formule i procesi

Razvijajući, fiksirajući i drugi ovakav materijal mogu se kupiti u trgovini. Uputstva za pravljenje rastvora i njihovo korišćenje uglavnom su dati uz pakovanje. U nekim slučajevima poželjno je napraviti ovaj materijal u laboratoriji. Neke formule i uputstva za njihovo korišćenje glase:

Elon-hidrokvinski razvijajući

Pripremljen rastvor:

Voda (52° C)	500,0 ml
Elon	31,1 g
Natrijum sulfit, suv	45,0 g
Hidrokvinon	12,0 g
Natrijum-karbonat, suv	67,5 g
Kalijum-bromid	1,9 g
Voda do ukupne zapremine od	1,0 l

Za razvijanje filma, jedan deo ovog rastvora dodaje se u dva dela vode. Za razvijanje papira, jedan deo ovog rastvora dodaje se jednom delu vode za velox i slične papire; jedan deo rastvora na dva dela vode za azo i slične papire; jedan deo rastvora na četiri dela vode za bromidne papire.

Hemikalije treba da budu rastvorene po datom redu u običnoj vodi. Svaka hemikalija treba potpuno da se rastvori pre nego što se doda sledeća. Treba voditi računa da temperatura rastvora ne bude viša od one koja je data za postupak razvijanja.

Film koji se razvija treba da se otvori samo u mračnoj komori. Treba ga držati samo za ivice i dok se razvija treba ga nekoliko puta okrenuti u rastvoru kako bi se obezbedilo da se vazdušni mehurići ne hvataju za

film. Film se razvija oko pet minuta na temperaturi oko 65° Farenhajtovih. Pošto je film razvijen, treba ga isprati nekoliko sekundi u vodi u drugoj posudi, a zatim ga staviti u fiksir. Fiksir se može napraviti prema sledećoj formuli:

Fiksir za papir i film:

(Kiseli fiksir)

Rastvor 1	
Voda	2 litra
Natrijum tiosulfat(hipo)	480 grama

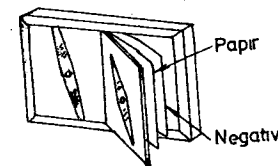
Rastvor 2	
Voda (50° C)	160 ml
Natrijum sulfit, suv	30 grama
Sirćetna kiselina (28%)	96 ml
Kalijumova stipsa	30 g

Svaki rastvor se pravi posebno. Hipo tiosulfat treba da bude potpuno rastvoren pre nego što se doda rastvor broj 2. Kod pravljenja fiksira, svaka hemikalija treba da se potpuno rastvori pre nego što se doda sledeća hemikalija po redosledu koji je dat.

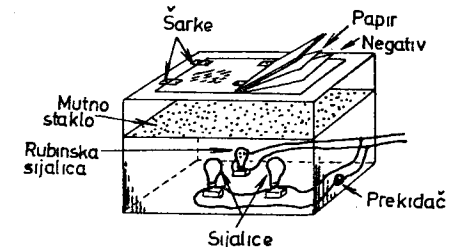
Film treba držati u fiksiru i okretati ga kako bi bio ravnomerno fiksiran. Vreme potrebno za otklanjanje mlečnog sloja na zadnjoj strani filma se beleži i film se drži u fiksiru onoliko minuta više koliko je prethodno bilo potrebno da nestane mlečni sloj. Film se zatim može prebaciti u posudu za ispiranje (pri normalnoj svetlosti). Film treba da se ispira 30 minuta, vodeći računa da voda kruži oko njega. Ako nema tekuće vode, film se može potopiti pet minuta u čistu vodu, zatim se ona prosipa i zamenjuje novom, i ta operacija ponavlja se pet puta. Film se zatim obesi da bi se osušio. Meki komadić vlažnog pamuka koristi se za otklanjanje čestica koje su se zalepile za film. Kada se film osuši može se koristiti za dobijanje pozitivna.

Reprodukcija

Reprodukovanje se vrši korišćenjem rama ili kutije za reprodukciju. Ram za reprodukciju sastoji se od četvrtastog držača sa prozorom na jednoj strani. Na ovaj prozor se prvo stavlja negativ sa emulzionom stranom nasuprot staklu. Papir se stavlja na ram sa emulzijom uz emulziju filma. Zadnji deo rama za reprodukciju se zatim vraća na mesto i obezbeđuje držačem sa oprugom (sl. 74). Ram za reprodukciju se zatim izlaže svetlosti



Sl. 74. Ram za kopiranje



Sl. 75. Kutija za kopiranje

željeno vreme. Dobro je imati pogodno osvetljenje koje se može paliti i gasiti u ovu eksponažu. Kutija za reprodukciju je u suštini ram sa sijalicom u kutiji i ramom postavljenim na vrhu. Svetlo se kontroliše prekidačem. Kutije za reprodukciju (odnosno kontakt kopije mogu se kupiti ili se mogu napraviti u laboratoriji (sl. 75).

Pre reprodukovanja slike, treba proveriti eksponažu. To se čini eksponiranjem delića papira, postepeno povećavajući trajanje osvetljavanja; na primer, ako fotografski papir treba da bude eksponiran ukupno 50 sekundi, komad kartona se može postaviti na papir tako da jedna petina papira ostane nepokrivena prvih deset sekundi; zatim se on pomera da bi se izložile dve petine papira za sledećih 10 sekundi, tri petine za sledećih 10 sekundi i tako dalje. Posle razvijanja iz različito osvetljenih delova papira vidi se intenzitet eksponiranja. Na osnovu dobijenih rezultata može se utvrditi najbolje vreme eksponaže.

Posle eksponiranja, papir se umače u razvijач i nekoliko puta okreće da bi se sprečilo obrazovanje mehurića. Vreme razvijanja papira obično daje proizvođač. Pre nego što se potopi u fiksir, papir se stavlja u kiselo kupatilo i drži u njemu nekoliko sekundi. Kiselo kupatilo se pravi rastvaranjem 13,1 ml glacijalne sirćetne kiseline u jednom litru vode ili 48 ml 28% sirćetne kiseline u jednom litru vode. Posle kiselog kupatila, papir se prebacuje u fiksir. Posle jednog ili dva minuta u fiksiru on se može pogledati pri punoj svetlosti. Ako je slika suviše tamna, vreme eksponaže treba smanjiti, ako je suviše svetla vreme eksponaže treba produžiti. Papir treba da ostane u fiksiru 15 minuta ili duže. Zatim se papir ispira, otprilike pola časa, u tekućoj vodi.

Pošto je papir ispran treba ga osušiti. On se postavlja prvo na staklo da bi se iscedio višak vode. Zatim se postavlja na meke peškire, porozno platno ili upijače koje daju preduzeća za prodaju fotografskog materijala. Obični upijači ne odgovaraju. Za dobijanje sjajnih reprodukcija papir treba da se postavi licem nadole na pripremljenu fero-ploču. Preko nje se prelazi gumenim valjkom dok se sav višak vode ne otkloni, a zatim se pusti da se osuši.

Fero-ploče treba da se peru između dva korišćenja da bi se otklonio sav materijal koji se zalepio pri prethodnom korišćenju. Ovo pranje takođe pomaže da se spreči lepljenje papira za ploče.

Lepkovi

Postoje razne vrste lepaka za laboratoriju. Dajemo nekoliko najčešćih za koje nastavnik prirodnih nauka može naći primenu:

Akvarijumski lepak

Pomešaju se podjednaki delovi sumpora u prahu, amonijum hlorida u prahu i gvozdениh opiljaka. Ključalo laneno ulje se zatim dodaje i sve se to dobro promeša. Potom se doda olovno belilo da bi se stvorila gusta pasta. Lepak treba da se koristi dok je tečan.

Celuloidni lepak

Koriste se sledeće materije, dati su težinski odnosi:

5 delova celuloida	16 delova acetona
10 delova amilacetata	16 delova etil-etra

Lepak Dekotinskog

Predmeti koje treba zalepiti zagrevaju se pre stavljanja lepka. Šipka lepka se unosi u plamen dok se ne zagreje. Zatim se stavlja na površine koje treba zalepiti. Lepak se može kupiti ili napraviti topljenjem sedam delova šelaka sa tri dela drvene smole. Na lepak ne utiče voda, ugljen-disulfit, benzol ili terpentini. Na njega samo malo utiču etar, sumporna kiselina i azotna kiselina.

Šelak

Šelak treba rastvoriti u etil alkoholu, i to pet delova šelaka na 25 delova alkohola.

Univerzalni vosak

Jedan deo venecijanskog terpentina dodaje se na pet delova pčelinjeg voska. Ovaj lepak treba praviti u malim količinama jer se stvrdnjava prilikom stajanja. Vosak treba sasvim malo zagrejati da bi postao plastičan. Dobro lepljenje se postiže s hladnim lepkom.

Vosak za vakuumsku upotrebu

Ovaj vosak može se napraviti mešanjem jednakih delova pčelinjeg voska i kalofonijuma. Mase se zagrevaju i dobro zajedno promešaju. Pošto je mešanje završeno, vosak se može izliti u šipke. On može biti tvrdi ili mekši po želji, u zavisnosti od proporcija sastavnih delova.

Rastvori

Pripremanje rastvora, koji treba da služe potrebama nastavnika prirodnih nauka u srednjoj školi, zahteva od nastavnika da razume potrebu za njim i njegovo korišćenje. U nekim slučajevima pitanje koncentracije je veoma značajno. U drugim, o njoj se ne mora tako brižljivo voditi računa. Pitanje čistoće u jednom slučaju nije posebno značajno, dok je u drugom čistoća hemikalija od prvenstvene važnosti. Daju se izvesne sugestije i specifikacije:

Pripremanje

Uopšte, rastvori se pripremaju brže korišćenjem tople vode, mada ima mali broj supstanci koje su manje rastvorljive u toploj nego u hladnoj vodi. Uglavnom, čvrsta tela se brže rastvaraju kada su u finom stanju, mada ima i nekih slučajeva kada je prašak manje rastvorljiv nego neki kristalni oblici koji su krupniji. Mešanje i mućkanje znatno pomaže pri pravljenu rastvora. Ako je brzina važna, bolje je primeniti rastvor u boci čiji je kapacitet približno dva puta veći od zapremine rastvora koji se priprema. Rastvor tako može biti lako promućkan; ako je boca puna ili skoro puna, mućkanje je znatno ograničeno.

Fotografski rastvori treba da budu pripremljeni prema uputstvima koja uglavnom prate formule. Različiti reagensi treba potpuno da se rastvore po datom redosledu pre nego što se dodaje sledeći reagens. Rastvor se zatim do pune zapremine dopunjava dodavanjem vode. Ako ima destilovane vode u dovoljnoj količini, dobro je koristiti je za pripremanje svih vodenih ras-

tvora. Međutim, ako je izvor destilovane vode donekle ograničen, mnogi rastvori, kao što su fotografski rastvori, mogu se pripremiti korišćenjem obične vode. Uglavnom, gde se vrše kvantitativne i kvalitativne analize, destilovana voda treba da bude brižljivo pripremljena. Tačnost sa kojom se vrši analiza je odlučujući faktor u pogledu neophodnosti destilovane vode.

Sastav rastvora

Sastav ili koncentracija rastvora je značajan aspekt njihove primene. Proučavanjem koncentracije rastvora je naročito značajno.

Rastvori, pripremljeni ili kupljeni, često imaju koncentraciju u procentima. Procenat rastvora kaže da određena težina rastvora predstavlja određeni procenat težine rastvarača. Tako deset procentni rastvor soli u vodi znači da je 10 grama soli rastvoreno u 100 ml vode. (Rastvarač može, ali ne mora, biti u vodi.) Koncentracija rastvora jedne tečnosti je često izražena u težinskim procentima; uočljivi izuzetak čini rastvor alkohola u vodi, koji se obično daje u zapreminskim procentima.

Koncentracija rastvora može se izraziti kao *molarna*. Molarni rastvor je onaj koji u 1 litru rastvora sadrži onoliko grama supstance koliko je njena molekularna težina. Normalni rastvori razlikuju se od molarnih rastvora u tome što se ekvivalentne težine rastvorne materije rastvore u dovoljno rastvarača da se dobije jedan litar rastvora; tako je normalan rastvor hlorovodonične kiseline isti kao i molarni rastvor. Međutim, koncentracija normalnog rastvora sumporne kiseline je dva puta manja od koncentracije molarnog rastvora, pošto je ekvivalent težine upola manji. (Ekvivalent težine jedne kiseline ili baze zavisi od broja vodonikovih jona po molekulu koji se mogu zameniti, ili od broja hemijskih ekvivalentnih jona jonima vodonika.)

Pravljenje molarnog ili normalnog rastvora zavisi od rastvorljivosti tražene količine rastvora u zapremini rastvarača nešto manjoj od jednog litra. Pošto je rastvor napravljen zapremina se određuje i dodaje se dovoljno dodatnog rastvarača da bi se napravio jedan litar rastvora, posle čega se celokupna količina dobro promućka.

Koncentracija rastvora može biti data kao trinormalna (3N) ili petnormalna (5N). U tom slučaju, ekvivalentna težina se množi navedenim normalitetom. Ta količina se zatim rastvara u dovoljnoj količini rastvarača da bi se dobio jedan litar rastvora.

Obeležavanje rastvora

Sve boce koje sadrže rastvore treba da budu brižljivo obeležene kako ne bi došlo do greške ili sumnji u pogledu sadržine. Etiketa na boci treba da označava sve sastojke rastvora i koncentraciju. Etiketa može označavati i svrhu za koju se rastvor koristi, na primer „fotografija“. U nekim slučajevima može se obeležiti i mesto u skladištu na kome boca stoji. Etiketa treba da bude čvrsto pričvršćena za bocu lepkom dobrog kvaliteta. Gumi-rane etikete, koje su u standardnom obliku, mogu se lako koristiti i mogu se kupiti od preduzeća koja isporučuju naučnu opremu. Ako takvih etiketa nema, obeležavanje na etiketi treba da bude izvršeno tušem. Pošto je etiketa pričvršćena, treba da bude zaštićena od korozivnih efekata reagenasa. Jedan od najefikasnijih prekrivača za etikete je parafin koji se u tankom

sloju u istopljenom stanju premazuje četkom preko etikete. Treba imati malu metalnu čašu koja sadrži izvesnu količinu parafina. Parafin je poželjan, ali ako ga nema, premazivanje šelakom ima izvestan efekat.

Priprema nekih uobičajenih rastvora

Sledeći rastvori kiseline i baza uglavnom odgovaraju i mogu se koristiti, ukoliko neka druga koncentracija nije potrebna.

Razblažene kiseline

Sumporna kiselina	1 deo koncentrovane kiseline na šest delova vode.
Azotna kiselina	1 deo koncentrovane kiseline na dva dela vode.
Hlorovodonična kiselina	5 delova koncentrovane kiseline na osam delova vode.
Sirćetna kiselina	2 dela koncentrovane kiseline na pet delova vode.

Razblažene baze

Kalijum hidroksid	280 grama na litar rastvora u vodi.
Natrijum hidroksid	200 grama na litar rastvora u vodi.
Amonijum hidroksid	1 deo koncentrovanog amonijum hidroksida na dva dela vode.

Drugi rastvori

Carska voda	jedan deo koncentrovane azotne kiseline na tri dela koncentrovane hlorovodonične kiseline.
-----------------------	--

Felingov rastvor:

- Rastvor bakar sulfata rastvoriti 34,66 g $\text{Cu SO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ u vodi i razblažiti na 500 mililitara.
- Rastvor alkalnog tartarata rastvoriti 173 grama Rošelove soli ($\text{KNaC}_2\text{H}_3\text{O}_6 \times \text{H}_2\text{O}$) i 50 grama natrijum hidroksida u vodi i razblažiti na 500 mililitara.

Za korišćenje, pomešati podjednake zapremine dva rastvora u vreme upotrebe.

Impregnacija drveta radi otpornosti na kiseline

Rastvor I

Bakarsulfat	125 grama
Kalijum hlorat	125 grama
Voda	1000 ml

Rastvor II

Anilinsko ulje	150 grama
Hlorovodonična kiselina	180 grama
Voda	1000 mililitara

Drvo treba da bude potpuno očišćeno i oslobođeno boje, laka ili hemikalija. Dok rastvor ključa dva sloja rastvora 1. premazuju se širokom četkom kao što je četka za bojenje. Prvi sloj treba da se osuši pre nego što se stavi drugi.

Zatim se na isti način stavljaju dva sloja rastvora 2. Kada se površina osuši, višak hemikalija se ispira sapunom. Sirovo laneno ulje se koristi za poliranje površina.

Papir za kopiranje

Rastvor I

Voda 50 ml
Gvožđe i amonijum citrat . . . 10 grama

Rastvor II

Voda 50 ml
Kalijum ferocijanid 8 grama

Rastvori se pripremaju posebno i drže u mračnoj komori. Kod korišćenja treba ih pomešati u mračnoj komori ili na prigušenoj svetlosti. Upotrebljavaju se jednake količine.

Papir se čini osetljivim premazivanjem rastvora mekom širokom četkom ili se papir može postaviti na površinu rastvora i ostaviti da pliva nekoliko sekundi. Pošto postane osetljiv, papir treba da bude obešen da se osuši u mračnoj komori.

Papir za ispitivanje polariteta

Papir za ispitivanje polariteta priprema se rastvaranjem jednog grama fenol-taleina u ml etil-alkohola. Ovom rastvoru se dodaje rastvor 10 grama kalijum hlorida u 1000 ml vode. Može se koristiti svaki meki papir, kao što je na primer filter-papir. Papir se natapa rastvorom i suši. Kada se koristi, papir se pokvasi vodom i dovede u kontakt sa dva kraja žice. Na negativnom polu javlja se crvena mrlja.

Rastvor sapuna za eksperimente površinskog napona

Kastilijanski sapun ili sapun 30 grama
od palmovog ulja
Destilovana voda 250 ml
Glicerin 120 grama

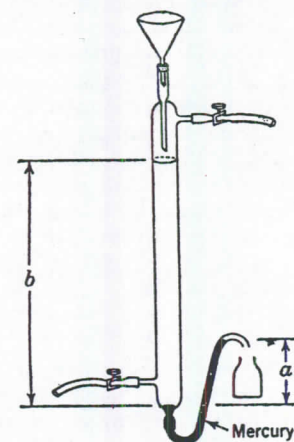
Sapun se iseca u male komadiće i rastvara u vodi. Pošto se potpuno rastvori, dodaje se glicerin i rastvor se dobro promeša. Kad rastvor stoji, tečnost se razbistrava pri dnu. Bistri delovi se vade korišćenjem cevi za odvajanje ili sifona i mogu se čuvati neograničeno dugo.

Razne tehnike

Čišćenje žive

Problem sa kojim je suočen nastavnik prirodnih nauka je da sačuva živu u čistom stanju. Nečista živa uopšte ne zadovoljava; na primer, takva živa u Toričelijevoj cevi prouzrokuje prljanje cevi i čini njeno čišćenje izvanredno teškim, ako ne i nemogućim. Uređaj za čišćenje žive može da se napravi i on može biti spreman za korišćenje u svakom trenutku. Takav

uređaj se sastoji od staklene cevi dugačke tri ili više stopa i prečnika jednog inča ili više. Na donjem kraju cevi nalazi se jedna savijena cev u zapašaću sa jednim otvorom. Ako se raspolaze dužim omotačem kondenzatora, moguće je koristiti prednost suženja na svakom kraju i prikačiti ovu cevčicu na donji kraj pomoću kraće gumene cevi. Na gornjem kraju cevi jedna kapilara je pričvršćena za kraj lepka (sl. 76). Cev oblika lakta je takve dužine da je odnos a prema b jednak $1:13,6$. Lakat je kratak da bi sprečio sifoniranje sadržine cevi. Cev se puni rastvorom azotne kiseline — jedan deo kiseline na tri dela destilovane vode. Prljava živa se sipa u levak. Kapilara ima funkciju da razbija živu na male kapljice koje se čiste rastvorom azotne kiseline. Živa se skuplja na dnu cevi i puni lakat. Kod rada, lakat je stalno pun žive, s tim što je dužina stuba a takva da predstavlja protivtežu dužini rastvora u stubu b . Ispod lakta se postavlja boca za skupljanje. Živa se suši grejanjem do 100°C . Kapilara se menja kada se isprlja.



Sl. 76. Aparat za čišćenje žive

Popunjavanje oznaka za graduisanje

Oznake za graduisanje na biretama, menzurama i termometrima, često postaju skoro nečitke kada se crna boja izgubi. Ona se može zameniti pravljenjem paste od barijum-sulfata u tušu. Ova pasta se utrljava u oznake, a višak otklanja mekom krpom. Zatim se pusti da se pre korišćenja sud suši jedan ili dva dana.

PREDUZEĆA ZA OPŠTU OPREMU

Central Scientific Co, Irving Park Blvd, Chicago, Ill.
Fisher Scientific Co, 709 Forbes St. Pittsburgh, Pa.
New York Scientific Supply, 111 E. 22 St. New York N. Y.
E. H. Sargent and Co, 155 E. Superior, Sr. Chicago, Ill.
W. M. Welch Manufacturing Co, 1515 Sedgwick, St. Chicago, Ill.

PREDUZECA ZA SPECIJALIZOVANU OPREMU

Allied Radio Corp., 833 N. Jefferson Blvd Chicago, 7, Radio oprema, me-
rači itd.

The Castolite Company, Woodstock, Ill. Plastične mase

Eastman Kodak Co, Rochester, N. Y. Fotografaska oprema, delovi literatura

Edmund Salvage Company, 101 E. Gloucester Pike, Barrington, N. J. Sočiva
prizme i druga optička oprema

Multiplex Display Fixture Co, 910 N. Tenth, St., St. Louis, Mo. Oprema
za izlaganje.

A. J. Nystrom and Co, 3333 Elston Ave, Chicago, Ill. Oprema za izlaganje,
mape itd.

Science Associates, 401 North Broad St. Philadelphia, Pa. Meteorologija i
astronomija

Taylor Instruments Co, Rochester, N. Y. Meteorološki instrumenti

Universal Scientific Co, Inc. 1102 Shelby St. Vincennes, Ind. Demonstriranje
električne opreme

LITERATURA ZA TEHNIKE I VESTINE

Ansley, A. J. An Introduction to Laboratory Technique, Macmillan Co,
Ltd, London, 1938.

Frary, F. C. C. S. Taylor, and J. D. Edwards: Laboratory Glas Blowing.
McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, 1928.

Henleys Twentieth Century Book od Formulas, Processes, and Trade
Secrets, The Norman W. Henley Publishing Company, New York, 1945.

Haw to Make Good Pictures, Eastman Kodak Company, Rochester, N. Y.
1943.

Ingalls, Albert (Ed.) Amateur Telescope Making, Advanced, Munn and Co,
New York, 1937.

Nebllette, C. B. Frederick W. Brehm, and Everett L. Priest; Elementary
Photography, The Macmillan Company, New York, 1942.

Richetr, H. P. Wiring Simplified, Park Publishing Company, Chicago, 1941.

Standards and Curriculum Division Training, Bureau of Naval Personnel:
nel: Hand Tools, Superintendent od Documents, Washington 25, D. C.

Sandards and Curriculum Division Training, Bureau of Naval Personnel:
Photography, Wol. 1, Superintendent of Documents, Washington 25, D. C.

Standards and Curriculum Division Training, Bureau of Naval Personnel:
Use of Tools, Superintendent of Documents, Washington 25, D. C.

Strong, John et al.: Procedures in Experimental Physics, Prentice-Hall, Inc.
New York, 1939.

Willoughby, George, A.: General Electrical Work, Manual Arts. Press, Peoria,
Ill, 1936.

**DEMONSTRACIJE, LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI
I ZADACI ZA OPŠTI KURS PRIRODNIH NAUKA
I FIZIKE**

DEMONSTRACIJE, LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI I ZADACI ZA OPŠTI KURS PRIRODNIH NAUKA I FIZIKE

Eksperimenti u nauci zahtevaju da se materijali i oprema upotrebljavaju tako da se shvati smisao, izvuku zaključci i formulišu generalizacije. Beskonačno je mnogo eksperimenata, a raznovrsnost materijala koji se mogu upotrebiti za njih nadoknađuje obim tih eksperimenata. Njihova raznovrsnost doprinosi da posao podučavanja bude plodonosan, prijatan poduhvat: svaki student može eksperimentisati na svom nivou shvatanja i sa sredstvima koja mu stoje na raspolaganju.

Baze za odabiranje i opis eksperimenata u Delu II su sledeće: (1) manje su uobičajeni od onih koji se obično upotrebljavaju; (2) obuhvataju čitav niz eksperimenata od jednostavnih do složenih; (3) obuhvataju kako kvalitativne, tako i kvantitativne postupke; (4) u njima se koriste materijali i oprema do kojih se lakše može doći; (5) obezbeđuju čitav niz mogućnosti za demonstracije, individualni laboratorijski rad i zadatke.

Predložene postupke nastavnik treba prvenstveno da smatra kao izvor potencijalne pomoći studentima u rešavanju njihovih problema i razjašnjavanju njihovih ideja. Predlozi će biti daleko manje korisni ako se kratki opisi budu smatrali za laboratorijska uputstva kojih se treba strogo držati. Ako se smatraju za ideje koje treba tumačiti, razraditi i prilagoditi potrebama određene situacije, oni mogu biti od trajne koristi i studentima i nastavniku.

Primena sugestija treba da zavisi od situacije. U nekim slučajevima data ideja može se najbolje iskoristiti kao pojedinačni laboratorijski eksperiment; u drugom slučaju, ona može biti demonstracija, a isto tako ona može da se upotrebi kao sastavni, integralni deo jednog zadatka. Pozivanje na razna poglavlja u Delu I pomoći će u izboru situacije u kojoj treba upotrebiti predloženi eksperiment.

Osnovna podela primenjena za organizovanje predloženih eksperimenata je sledeća: opšti kurs prirodnih nauka, fizika i hemija. Čini se da je ovakva podela u skladu sa najverovatnijom upotrebom, jer se razne situacije razlikuju, pa svaki deo treba pažljivo razmotriti u odnosu na njegov doprinos datoj potrebi studenata ili nastavnika. Nastavnik opšteg kursa prirodnih nauka moći će mnoge stvari da upotrebi iz odeljaka o fizici i hemiji; slično, nastavnici tih kurseva moraće da se pozivaju i na druge odeljke radi pomoći. Paralelno korišćenje ovih odeljaka i indeksa pomoći će potpunijem iskorišćenju mogućnosti ove knjige. Sugestije u pogledu drugih korisnih eksperimenata mogu se pronaći u izvorima pobrojanim u Dodatku, koji je objavljen na kraju ovog dela knjige.

ODELJAK 1.

OPŠTI KURS PRIRODNIH NAUKA

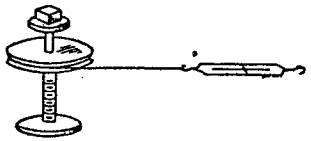
MEHANIKA

Proste mašine

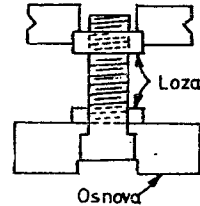
1. Jednostavni uređaji

a-1. Upotrebite kupovne gotove kose ravni, koje mogu imati skale, što pokazuju vertikalne razdaljine i pređeni put, a takođe i ugao kose ravni.

a-2. Improvizirajte kosu ravan od daske dužine oko 3 stope i širine 6 inča. Nju možete dopuniti koturom sa žlebom, koji se postavlja u prorez na jednom kraju. Gornji deo daske postavlja se na šipku između dva prstenasta nosača. Komad drveta pričvršćen za dasku neposredno ispod proreza predstavlja pouzdan nosač.



Sl. 77.



Sl. 78.

a-3. Upotrebite razne predmete kao opterećenje, ili otpor. Obične automobile (Holova kola) možete dobiti u radnjama. Možete takođe upotrebiti automobile-igračke (uključujući u to i kamione). Za ovu svrhu zadovoljava i koturača. Možete napraviti i drveni ili metalni cilindar, sa klinovima duž osovine i okvir od žice. Dimenzije cilindra može biti približno prečnika tri inča i dužine četiri inča.

b-1. Nabavite u trgovini vreteno za demonstraciju. Disk sa žlebom omogućava utvrđivanje potrebne sile (sl. 77).

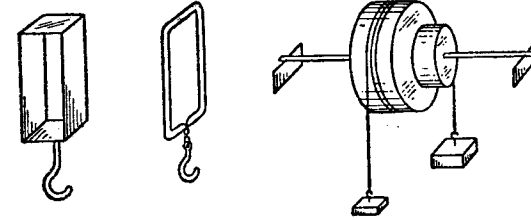
b-2. Napravite uređaj kao što je opisan u poglavlju (b-1), upotrebljavajući veliki zavrtnanj i maticu (sl. 78). Baza uređaja pričvršćena je za zavrtnanj pomoću matice. Ploča se drži na drugoj matici. U središtu ploče izbušena je rupa kako bi kroz nju mogao da prođe zavrtnanj. Debljina ploče je takva da omogućava nekoliko zaokreta. Ona se može napraviti i kružnog oblika, da bi se mogla upotrebiti u iste svrhe kao i uređaj (b-1).

b-3. Upotrebite zavrtnje u proučavanju mehanizama.

c-1. Proučavajte poluge upotrebljavajući metarske štapove i odgovarajuće oslonce i držače tereta (što se može nabaviti u trgovinama).

c-2. Izradite poluge od komada pravog obrađenog drveta, dimenzija približno 1 inč × 0,5 inča × 3 stope. Stalni stožer možete napraviti i tako što ćete probiti klinom polugu u njenom težištu. Ako je neophodno, radi uravnotežavanja može se jedan kraj poluge skratiti.

c-3. Napravite nosače tegova za vagu opisanu u (c-2) savijanjem metalnih šipki ili elastične čelične žice (sl. 79).



Sl. 79.

Sl. 80.

c-4. Sile za rad sa polugama dobićete upotrebljavajući obične tegove, ili tegove izliveno od olova. Da bi obezbedili željeni otpor ili izmerili potrebne sile možete upotrebiti vagu sa oprugom.

d-1. Nabavite u trgovinama razne modele točka, osovine i čekrka.

d-2. Izradite na strugu točak i osovinu od komada metala ili drveta. Obradite razne prečnike i duž geometrijske osovine provrtite rupu u koju bi moglo da se ugradi vratilo. Na krajevima uređaja nalaze se metalni oslonci. Na svakoj cilindričnoj površini izbuši se rupa u koju se stavlja zavrtnanj za koji je privezana vrpca (sl. 80).

d-3. Napravite čekrk sličan točku i osovini u (d-2). Napravite nosač. Zavrtnanj kroz cilindar služi kao osovinu. U većem cilindru probušite rupu kroz koju prolazi rukunica. Otpor se može stvoriti pomoću opružne vage ili pomoću mase koja se vuče. Opružna vaga se ubacuje u užu koje vodi do mase da bi se utvrdio otpor. Umesto mase, užu može prelaziti preko koturače do tega koji treba podići, a potrebna sila utvrdiće se pomoću opružne vage, privršćene za rukunicu.

d-4. Nabavite gotove radne modele sistema zupčanika. Na takvom modelu može se proučavati princip točka i osovine.

d-5. Upotrebite sisteme zupčanika sa časovnika i drugih mehanizama.

e-1. Nabavite u trgovini koturače raznih kombinacija. Koturače se mogu nabaviti u gvoždarskim i sličnim trgovinama. Njih treba pripremiti tako da se mogu uočiti principi o kojima je reč.

e-2. Upotrebite radne modele različitih dizalica.

2. Mehaničke prednosti i efikasnost

a-1. Utvrdite mehaničke prednosti strme ravni, zavrtnja, poluge, točka, osovine i čekrka, a takođe i koturača, pomoću odnosa (1) otpora i sile; (2) rastojanja na kome sila dejstvuje i otpora, i slično. (Za detalje pozovite se na udžbenik ili laboratorijske priručnike.)

a-2. Proučite efikasnost upoređujući uloženi rad sa ostvarenim rezultatima.

a-3. Pokažite zavisnost efikasnosti od maziva pomoću uređaja kao što su čekrk i zavrtnj, sa i bez podmazivanja. Za ovo se može upotrebiti i klavirska stolica sa zavrtnjem za prilagođavanje visine. Oko stolice se omota uže, kao što je opisano u [1 (b-1)].

3. Primene principa mašina

a-1. Za proučavanje zavrtnja upotrebite automobilsku dizalicu na sistemu zavrtnja. Za izvođenje možete upotrebiti automobil ili drugu relativno tešku masu.

a-2. Upotrebite građevinski čekrk.

b-1. Upotrebite poluge za podizanje teških predmeta kao što su sanduci ili kamenje.

b-2. Posmatrajte poluge upotrebljene u raznim mašinama. Ovom prilikom mogu se upotrebiti proste mašine kao što su klešta, krckalica za orahe, vaga, čekić za vađenje klinovaca, a takođe i složenije mašine.

c-1. Proučite koturače (čekrke) koje upotrebljavaju moleri i automehaničari.

c-2. Proučite kombinacije koturača, poluga i točkova i osovina koje se mogu videti kod mašinske opreme za iskop zemlje.

Vidi str. 218.

Pritisak kod tečnosti

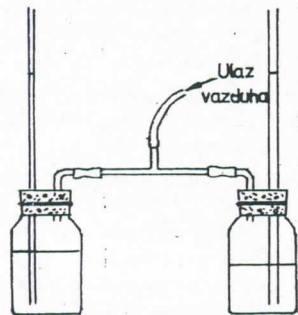
Odnos dubine i pritiska

a. Nabavite u trgovini uređaj sa vertikalnim cevima raznih veličina i oblika, koje su povezane jednom horizontalnom cevi. Kada se sipa voda, nivo je isti u svim cevima (sl. 81).

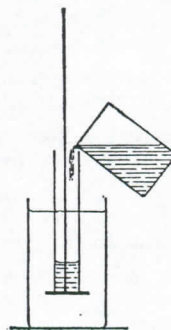
b. Uzmite dve boce, od kojih svaka ima jednu vertikalnu cev različitog prečnika (sl. 81). Te cevi prolaze kroz čep sa dva otvora. U drugom otvoru nalazi se cev oblika Γ . Boce su otprilike do polovine napunjene vodom.



Sl. 81.



Sl. 82.



Sl. 83.

Kada se duva vazduh kroz cev Γ , voda se podiže do iste visine, (zanemarujući kapilarnost).

c. Upotrebite kantu zapremine jednog galona, (na primer, kanta za ulje), sa tri otvora (prečnika $1/16$ inča) koji su izbušeni u vertikalnom redu duž jedne stranice. Kada je kanta napunjena vodom, daljina do koje dopire mlaz vode koja ističe iz otvora pokazatelj je pritiska na toj dubini.

d. Pripremite stakleni cilindar (prečnika dva ili više inča i dužine jednu ili više stopa), a takođe i jedan disk od tankog mesinga ili kartona, kojim ćete zatvoriti jedan kraj cilindra. Kroz sredinu ovog diska provući ćete uzicu kako biste mogli držati disk na mestu dok cilindar ne potopite u vodu (sl. 83).

Pritisak vode drži disk na mestu. Zatim, sipate vodu u sam cilindar. Disk će pasti onog trenutka kada se pritisak vode u cilindru izjednači ili nešto prevaziđe pritisak vode u posudi.

Vidi stranu 219.

Pritisak kod gasova

1. Efekti vazdušnog pritiska

a. Zagrejte pravougaonu kantu zapremine jednog galona, sa otprilike 100 ml vode do ključanja. Kada voda počne da isparava, ugasite plamen i dobro zatvorite kantu. Sada sipajte hladnu vodu preko kante. Ova će se razlupati dok se para u unutrašnjosti kondenzuje i smanjivati pritisak.

b. Uzmite bocu punu bezalkoholnog pića sa čepom koji ima jednu rupu kroz koju ćete provući staklenu cev. Tečnost se ne može isisati iz boce.

c. Posmatrajte efekte vazdušnog pritiska sipajući tečnost u medicinsku ampulu, u cev ili u pipetu.

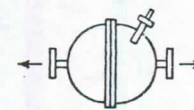
d. Pokažite efekat vazdušnog pritiska sa gumenom sisaljkom koju upotrebljavaju vodoinstalateri za čišćenje zapuštenih instalacija, ili sa sličnim uređajem pomoću koga se, na primer, mogu pričvrstiti kuke za vešanje odela uz ravne zidne površine.

f. Proučite česmu koja se obično upotrebljava za pojenje peradi, čiji rad zavisi od atmosferskog pritiska.

g. Posmatrajte efekat otklanjanja kiseonika iz vazduha, dok zapaljena sveća pluta na čepu u kotlu vode, koji ćete poklopiti jednim manjim kotlom. Kako se kiseonik oduzima, nivo vode u manjem kotlu raste.



Sl. 84.



Sl. 85.



Sl. 86.

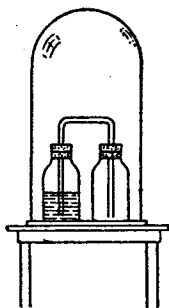
h. Napunite veliku epruvetu vodom i u nju stavite nešto užu epruvetu. Okrenite ih nad nekom posudom otvorom na dole. Kako voda ističe iz veće epruvete, manja epruveta podizaće se u njoj, budući da je na to prisiljava vazdušni pritisak (sl. 84).

i. Zagrejte neznatno vazduh u jednoj flašici, a zatim je začepite i pustite da se ohladi. Čep ćete izvaditi veoma teško.

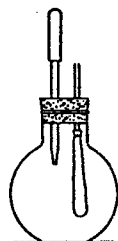
j. Poklopite malu bocu komadom gume koji ćete pričvrstiti gumenom trakom, pa sve to stavite u jednu veću bocu. Veću bocu začepite čepom sa jednom rupom, kroz koju ćete provući staklenu cev. Efekat povećanog ili smanjenog vazdušnog pritiska može da se vidi kada vodu iz manje boce usisavate ili isisavate.

k. Obratite pažnju na promenu atmosferskog pritiska u bubnim opnama dok se penjete liftom u visokoj zgradi, ili putujete automobilom planinskim ili brdovitim predelom.

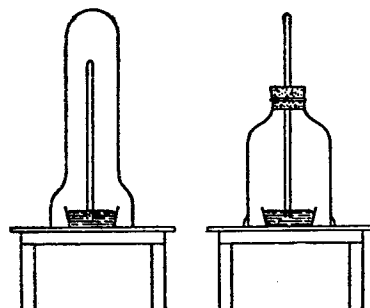
l. Napunite bocu ili čašu vodom do vrha, prekriti je kartonom i okrenite, držeći jednom rukom kartonski poklopac na mestu. Posle okretanja, sklonite ruku kojom ste pridržavali poklopac. Videćete da atmosferski pritisak sprečava vodu da istekne iz boce.



Sl. 87.



Sl. 88.



Sl. 89.

m. Ispraznite Magdeburške polulopte pomoću vakuum crpke. Utvrdite napor potreban da razdvojite dve polulopte (sl. 85).

n. U jednoj posudi zagrejte malu količinu vode do ključanja. Zatim u nju stavite gumeno crevo koje na drugom kraju ima staklenu cevčicu što je provučena kroz čep sa jednom rupom kojim je začepljena druga boca. Vazdušni pritisak izazvaće raspršavanje vode u gornjoj boci (sl. 86).

o-1. Stavite gumeni balon sa malom količinom vazduha pod zvono na vakuum crpki. Zvono će se isprazniti, a balon naduvati.

o-2. Stavite dve flašice od 250 ml pod zvono na ploču vakuum crpke. Jedna od boca, koja je do pola ispunjena vodom, ima čep sa otvorom u koji je stavljen jedan krak staklene cevi oblika U (sl. 87). Drugi krak ove cevi pruža se do prazne boce. Kada se zvono prazni, isticanje vode iz jedne boce u drugu pokazuje uticaj promene pritiska.

p. Pokažite da je atmosferski pritisak na datom nivou isti u svim smerovima tako što ćete delimično ispražnjenu bocu, zatvorenu gumenim

čepom, postavljati u razne položaje (grlić gore, dole, bočno). Položaj čepa se ne menja.

q. Napunite Florentinsku bocu amonijačnim gasom, koji ćete dobiti zagrevanjem amonijum hidroksida i provedite gas kroz sredstvo za sušenje, kao što je, na primer, kalcijum hlorid. Zatim bocu zatvorite čepom sa dva otvora. U jednom od otvora nalazi se staklena cev na koju je postavljen gumeni balon sa malom količinom vazduha. U drugom otvoru nalazi se apotekarska pipeta puna vode (sl. 88). Kada njome sipate vodu u bocu, balon se naduvava, pokazujući na taj način smanjenje pritiska izazvanog rastvaranjem amonijačnog gasa u vodi.

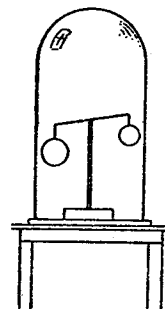
r. Prekrite otvor otvorenog zvona gumenom opnom, pričvršćenom gumenom trakom. Zvono stavite na ploču vakuum crpke. Kada se zvono isprazni, gumena opna uvlači se u zvono pokazujući pritisak koji vrši atmosfera.

s. Napunite živom zatopljenu staklenu cev dužine 36 inča i okrenite je nad posudom sa živom. (Metode punjenja pogledajte na strani 214.) Zabeležite nivo žive u cevi. Zatim iskrenite cev za ugao od oko 20 stepeni u odnosu na vertikalnu. Ponovo zabeležite nivo žive.

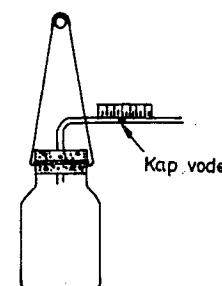
t. Postavite barometar u (s) pod visoko zvono na ploči vakuum crpke, ili u cev koja prolazi kroz gumeni zatvarač sa jednim otvorom na vrhu zvona (sl. 89). Efekat smanjenja pritiska vidi se po nivou žive.

2. Efekat lebdenja u atmosferi

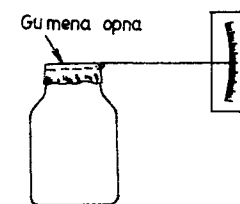
Jedan tip baroskopa sastoji se od uravnoteženih masa različitih zapremina. Stavite ceo uređaj pod zvono, koje zatim ispraznite. Kada se vazduh iscrpi, po pomeranju vage možete videti smanjenje efekta lebdenja (sl. 90).



Sl. 90.



Sl. 91.

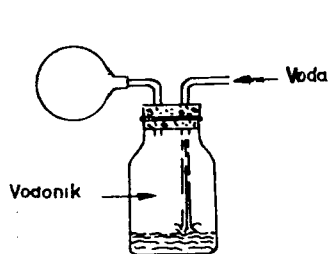


Sl. 92.

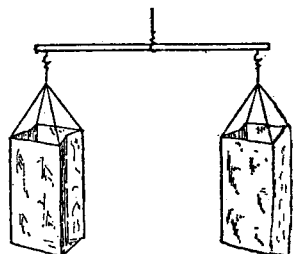
3. Merenje atmosferskog pritiska

a. Napravite osetljivi baroskop pomoću boce čvrsto začepljene čepom sa jednim otvorom u koji ćete staviti staklenu cev savijenu pod pravim uglom (sl. 91). Zatim za cev pričvrstite metar i u njen horizontalni deo stavite kap vode. Da bi se sprečila promena temperature zbog držanja rukom, napravite držač od žice. Kap vode kretaće se reagujući čak i na relativno male promene visine celog uređaja.

b. Napravite relativno osetljiv barometar tako što ćete na široki grlić boce pričvrstiti gumenu opnu. Zatim uzmete slamku i pričvrstite jedan njen kraj u sredini gumene opne (sl. 92). Kad drugog kraja slamke postavite metar. Ovaj instrument može se uporediti sa živinim barometrom.



Sl. 93.



Sl. 94.

c. Kupite ili napravite živin barometar. (Vidi stranu 214.)

d. Kupite aneroidni barometar. Neki aneroidni barometri imaju indeks pomoću koga se mogu meriti tendencije pritiska.

e. Kupite barograf pomoću koga možete stalno da registrujete promene pritiska u jednom određenom periodu vremena.

4. Masa, gustina i zapremina gasova

a. Pomoću dva naduvana gumena balona, koja su u ravnoteži na suprotnim krajevima osetljive poluge od tankog lima, pokažite da vazduh ima težinu. Kada otvorite jedan od balona, vazduh iz njega izlazi i taj kraj poluge se podiže.

b. Naduvajte gumu lopte za košarku i stavite je na tas osetljive vage, pa izmerite. Potom je izduvajte. Tas na kome je stajala će se podići. Pokazali ste da vazduh ima težinu.

c. Puniti gumene balone vodonikom dok ne počnu da lebde u vazduhu. Boca sa komprimovanim vodonikom može se nabaviti; međutim, jednu veliku bocu možete napuniti vodonikom, koji će se skupiti iznad vode. Boca zatim začepite čepom sa dva otvora u koje stavite dve staklene cevi. Na kraju jedne od njih nalazi se prazan balon, koji je pričvršćen gumenom trakom (sl. 93). Zatim pomoću druge cevi iz slavine sipate vodu u bocu. Videćete da će balon početi da se naduvava.

d. Pokažite relativnu gustinu gasovitog ugljen tetrahlorida pomoću vage kod koje su velike otvorene kese od hartije obešene o krajeve šipke dužine 1 metar (sl. 94). U jednu od kesa sipajte nekoliko kapljica CCl_4 . Sa isparavanjem tečnosti može se uočiti relativna gustina gasa.

e. Posmatrajte efekat koji odgovara efektu opisanom u (d), tako što ćete obesiti kese od hartije sa otvorom na dole. U jednu od kesa uvodite vodonik. Posmatrajte efekat.

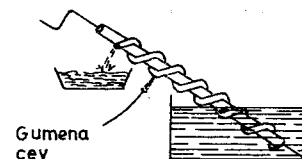
f. Pokažite gustinu ugljen dioksida upotrebljavajući čvrsti odnosno suvi led. Kada on sublimira, ugljen dioksid se može pretočiti iz posude u korito na čijem dnu se nalazi zapaljena sveća, koja će se ugaziti.

g. Pokažite da vazduh zauzima prostor tako što ćete gurnuti bocu, otvorenim grlićem na dole, u posudu sa vodom. Zbog vazdušnog pritiska voda neće ući u bocu (osim ako vazduh nije sabijen).

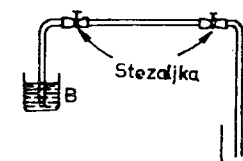
5. Uređaji u vezi sa vazdušnim pritiskom

a-1. Nabavite u trgovini radne modele usisne ili potisne crpke. Ovakvi modeli mogu se lako napraviti od metala; nešto teže, oni se mogu napraviti od stakla ali prednost im je što su kod njih radni delovi vidljivi.

a-2. U gvoždarskoj radnji, ili kod vodoinstalatera, nabavite delove crpke (cilindre, ventile, klipove, itd.).



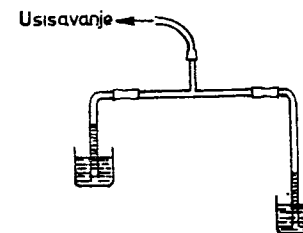
Sl. 95.



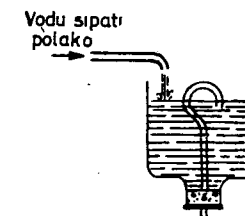
Sl. 96.

a-3. Napravite Arhimedovu crpku, tako što ćete obaviti dužu gumenu cev oko šipke prečnika $1/2$ inča i dužine jedne stope. Cev je pričvršćena za šipku u nagnutom položaju (sl. 95). Za gornji kraj šipke pričvršćena je ručica. Okrećite šipku tako da njen donji deo omogućava ulazak vode u otvoreni kraj cevi. Nivo vode će se podizati, a na kraju voda će početi da curi na gornjem delu.

b-1. Spuštajući tečnosti sa višeg nivoa na niži, pomoću gumene ili još bolje (zbog vidljivosti) savijene staklene cevi, pokažite delovanje sifona.



Sl. 97.

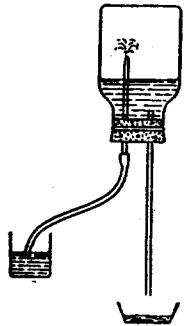


Sl. 98.

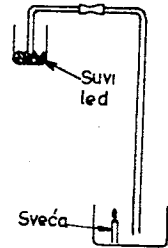
b-2. Pomoću trodelnog sifona pokažite smer isticanja tečnosti (sl. 96). Kada su delovi odvojeni, dva vertikalna člana pune se bistrom vodom i ventili zatvaraju. U horizontalni deo stavlja se obojena voda, a zatim delovi spajaju. Posude se stavljaju na mesto pri čemu je posuda B gotovo puna. Kada se ventili otvore, lako se može videti smer proticanja vode.

b-3. Posmatrajte delovanje sifona sa T-cevi. Delovi se sklapaju (sl. 97), a ispod svakog člana stavlja se posuda sa vodom. Kada se vazduh iscrpi, visina vode iznad nivoa u posudi je ista u oba dela. Kada je voda dovoljno visoko u levom članu, ona počinje da teče i ta se operacija nastavlja.

b-4. Napravite prekidni sifon, savijajući staklenu cev od 8 mm pod lukom čiji je radijus približno dva inča (sl. 98). Kazan možete napraviti bilo od kante za ulje, čije je dno uklonjeno, bilo od jedne polovine boce. Iz slavine polako sipajte vodu. Sifon počinje stalno naizmenično da radi i prekida rad.



Sl. 99.



Sl. 100.

b-5. Pokažite odnos pritiska i smera proticanja uvodeći mlaz u sistem (sl. 99). Čep sa dva otvora sadrži cev za mlaz i cev za oticanje. Gumena cev vezuje mlaz sa slavinom. Da bi sifon počeo da radi, boca treba da se napuni do polovine.

b-6. Pokažite da ugljen dioksid može da se prenosi sistemom sifona tako što ćete postaviti staklenu ili gumenu cev koja će prenositi vazduh iz posude u kojoj sublimuje suvi led u nižu posudu u kojoj gori sveća, ali koja će se ugastiti kada se bude nalazila u atmosferi ugljen dioksida. Sifon počinje da deluje kada se primeni usisavanje na nižem kraju (sl. 100).

Vidi stranu 225.

Pritisak čvrstih tela

a. Uzmite jednu knjigu i prav klin. Knjigu srednje veličine lako ćete moći da držite u ravnoteži na jednom prstu. Međutim, ako klin okrenete tako da mu vrh leži na vašem prstu, knjigu zbog bola nećete moći da držite. Ukupna sila je ista (zanemarujući težinu klina), ali je pritisak veći.

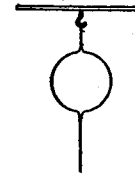
b. Uzmite čekrk i modelarsku glinu. Zatim spojite dva komada drveta tako da jedan od njih padne u geometrijski centar drugoga. Veći komad je dimenzija 1 inč × 4 inča × 4 inča, a manji, 1 inč × 1 inč × 1 inč. Zatim na podu razmesite kolač modelarske gline. Na njega stavite široku stranu pomenutog drvenog uređaja, a zatim ga pomoću čekrka opteretite određenom težinom. Zabeležite rezultat. Uklonite opterećenje, stavite glinu na malu površinu drvenog uređaja pa ga ponovo opteretite istim opterećenjem. Uporedite dva rezultata.

Zakoni kretanja

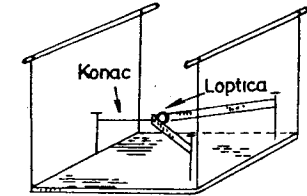
1. Inercija

a. Uzmite novčić i čašu; stavite kartu na čašu, a na kartu novčić. Kada prstom udarite kartu i smaknete je sa čaše, novčić će pasti u čašu.

b. Uzmite dve metalne posude (ako je moguće približno prečnika 4 inča). Jedna je puna olova, a druga prazna. Obesite ih kao klatna. Pojam o inerciji steći ćete kada svaku od njih pokrenete guranjem.



Sl. 101.



Sl. 102.

c. O čvrsto ugrađenu kuku privežite tešku čeličnu kuglu, ili kamen, pomoću vrpce koja je dovoljno snažna da nosi kuglu. Drugu vrpicu pričvrstite ispod kugle. Postupno povlačenje donje vrpce izazvaće pucanje gornje. Brzi trzaj o donju uzicu izazvaće samo njeno prekidanje (sl. 101).

d. Stavite dečji automobil na sto i pričvrstite za njega oprugu. Za automobil pričvrstite s prednje strane uzicu kojom ćete ga vući. Istezanje opruge prilikom pokretanja automobila pokazuje inerciju koju treba savladati.

e. Posmatrajte inerciju ljudskog tela dok se čovek meri na vagi. Efekat inercije na vagu može se uočiti kada čovek stupa ili silazi sa nje.

f. Nabavite u trgovini vakuum cevi u kojima se nalazi mala količina žive ili vode. Kada protresete cev čućete oštre metalne zvuke od udara tečnosti o kraj cevi.

g. Uzmite težak nož, na primer kasapski, da odsecete mali komad jabuke. Kada se jabuka drži u vazduhu, a nož ispod nje i kada snažno udarite po ušici noža, nož će proći kroz jabuku.

h. Posmatrajte inerciju ljudskog tela u automobilu prilikom naglog polaska ili naglog kočenja.

2. Akcija i reakcija

a. Spojite dva dečja automobila različitih masa pomoću gumene trake, ili male opruge. Kada povučete automobile svaki na suprotnu stranu, opruga ili traka se razvlače. Kada ih pustite, zapazite brzinu i razmak koji pređe svaki od automobila.

b. Izmeneite postupak u (a) upotrebljavajući dva različita komada drveta zavrtnjima sa kukastom glavom, potopljena u vodu.

c. Napravite ljuljašku tako što ćete jednu drvenu dasku dimenzije 8 inča × 10 inča × 3/4 inča obesiti krajevima. U klackalicu ukucajte tri klina (sl. 102) i razvucite gumenu traku između dva od njih. Gumenu traku

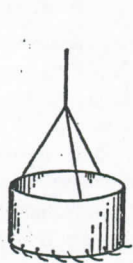
razvučite još više i pomoću uzice vežite je za treći klin. Postavite lopticu u udubljenje koje formira traka. Zatim, zapalite palidrvcem uzicu pa posmatrajte kako će reagovati loptica i klackalica.

d. Ako vam stoji na raspolaganju kuke u tavanici napravite ljuljašku sličnu onoj što smo je opisali u (c), ali dovoljno jaku da nosi osobu koja će vršiti razne operacije: na primer, bacati loptu i na taj način pokazati akciju i reakciju.

e. Delimično napunite bocu za bezalkoholno piće razblaženim rastvorom (6N) hlorovodonične kiseline. U filter-papir stavite tri grama natrijum karbonata, stavite to u bocu, a zatim je brzo začepite i postavite horizontalno na dva okrugla klina, ili dve okrugle olovke. Zapazite reakciju boce kada pritisak gasa zbije čep. Umesto hlorovodonične kiseline možete upotrebiti sirće, a umesto natrijum karbonata, sodu bikarbonu.

f. Pri dnu okrugle metalne posude (kao što je posuda u kojoj se drži kafa), na razdaljini od jednog inča, izbušite klinom otvore (sl. 103). Prilikom bušenja klin za svaku rupu uvek postavljate u istom smeru, paralelnom sa ravni dna posude. Zatim posudu obesite pomoću uzica i iz česme nalijete vodu. Reakciju posude možete da vidite u trenutku kada voda počinje u mlazevima da ističe iz otvora.

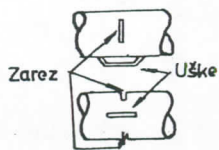
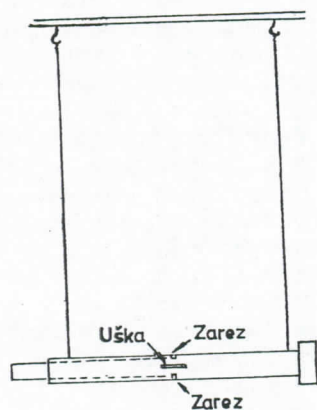
g. Da pokažete reakciju na isticanje vode okačite levak za čiji ćete uži kraj pričvrstiti savijenu cev (sl. 104).



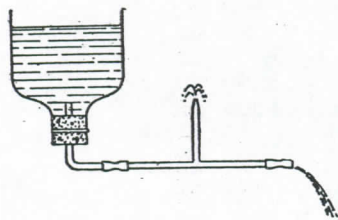
Sl. 103.



Sl. 104.



Sl. 105.



Sl. 106.

h. Pričvrstite dve pribadače na suprotne krajeve gumene trake. Povucite ih u stranu i istovremeno pustite. Zabeležite razdaljinu koju svaka od njih prelazi. Ako jedan kraj gumene trake opteretite tako što ćete pričvrstiti još jednu pribadaču, on će preći srazmerno manju razdaljinu.

i. Držite čvrsto dečiji brodić sa elisom u vodi i pustite mu motor u rad. Zatim pustite brod i posmatrajte odgovarajuće reagovanje.

j. Obavite kvantitativno proučavanje akcije i reakcije. Cev dužine 12 inča i prečnika $\frac{3}{4}$ inča ima poklopac na jednom kraju. Napravite snažnu helikoidalnu oprugu takve veličine da lako može da se stavi u cev. Jedan deo opruge pričvrstite za poklopac. U cevi, jedan naspram drugog, urežite dva zareza — žleba tačno na onom mestu gde se završava opruga kada je stisnuta. Kao što je pokazano na slici 105, pričvrstite za cev skobu. Napravite dva drvena cilindra kao projekte. Jedan je dug 6, a drugi 12 inča. Pritisnite oprugu, a zatim je na tom mestu pričvrstite pomoću uzice koja je provučena kroz žlebove i preko skobe. Kao što je prikazano, obesite cev i u njenu blizinu stavite metar. Zatim spalite uzicu koja drži oprugu, pa izmerite razdaljinu koju prelaze projektili, a takođe i razdaljinu koju prelazi cilindar u suprotnom smeru. Proračunajte odnos razdaljine prema masi kako projektila, tako i cilindra. Zatim upotrebite drugi projektil i uporedite rezultate.

Vidi stranu 234.

3. Uređaji za proučavanje zakona kretanja

a-1. Povežite polovinu boce ili kante pomoću komada staklene cevi, savijene pod pravim uglom, za cev T. (Sl. 106). Kratka gumena cev služi kao slavina. Sve dok je slavina otvorena, voda teško ističe iz otvorenog kraja cevi T. Kada se slavina naglo zatvori, voda ističe više od izvora, pokazujući na taj način hidraulični pritisak.

a-2. U trgovini nabavite radne modele pomoću kojih možete prikazati hidraulični pritisak.

b-1. Pokažite princip turbine pomoću zvrka koji pokreće vetar, ili izvor sabijenog vazduha. Zvrk se može nabaviti u trgovini, ili iseći iz lista celuloida.

b-2. Napravite model turbine i pokrećite ga sabijenim vazduhom, parom ili vodom (vidi stranu 171).

b-3. Nabavite u trgovinama turbine za demonstracije.

c. Spojite obrtni polivač travnjaka sa česmom pokažite njegovu akciju i reakciju.

TOPLOTA

Merenje temperature

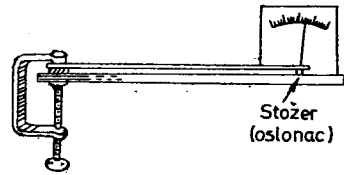
a. Pokažite da osećanje temperature nije pouzdano. Tri posude sadrže vodu. Jedna je hladna, druga je mlaka, treća vrela. Stavite jednu ruku u hladnu, a drugu u vrelu. Obe zatim stavite u mlaku vodu, pa uočite osećanje.

b. Pokažite razliku između temperature i toplote. Dve posude sadrže istu količinu vode, na istoj temperaturi. U jednu sipajte 5 ml, a u drugu 10 ml vrijuće vode. Zabeležite konačnu temperaturu u svakoj od posuda.

c. Napravite vazdušni termometar. Ovakve cevi mogu se nabaviti u trgovinama (sl. 107), ili se mogu napraviti pomoću plitke posude sa čepom sa jednim otvorom, ili staklene cevčice. Posudu začađajte plamenom sveće. Kraj cevčice stavite pod površinu vode, dok je posuda neznatno topla. Taj termometar reaguje na toplotu ruke, zapaljene sijalice, ili sunca. On takođe reaguje na promene vazdušnog pritiska.



Sl. 107.



Sl. 108.

d. Uporedite razne temperaturne skale, posebno Celzijusovu i Farenhajtovu.

Vidi str. 250.

Efekti temperaturnih promena

1. Toplota i širenje

a. Upotrebite živine ili alkoholne termometre, i jedan vazdušni termometar.

b-1. Zagrejte metalnu šipku koja je jednim krajem pričvršćena, a drugim krajem leži na obrtnoj osovini. Kazaljka na obrtnoj osovini pokazuje širenje. Šipku možete grejati plamenom (sl. 108).

b-2. Pomoću merke izmerite relativno kratku metalnu šipku (4–8 inča) kada je hladna, a zatim je zagrejte. Ona više ne može da se postavi između krajnjih tačaka merke.

c. Upotrebite aparat za linearni koeficijent širenja (vidi udžbenik fizike ili laboratorijski priručnik).

d. Uzmite kuglu i prsten. Kugla (ili cilindar) tesno prolazi kroz prsten kada su i kugla i prsten hladni. Kada zagrejte kuglu, suviše je velika da bi mogla da uđe u prsten, ali ako zagrejte i prsten, kugla može proći. Umesto toga možete upotrebiti dve opruge, tako što će manja biti sabijena do veličine da tesno može da se stavi u veću.

e. Posmatrajte konvekzione tokove u tečnostima. Njihovo stvaranje opisano je na strani 168.

2. Promena stanja

Vidi str. 250.

Apsorpcija toplote

a. Uzmite dva termometra. Termometarska loptica jednoga obavijena je tamnom, a drugoga belom tkaninom. Stavite oba termometra u eksperimentalnu cev i izložite je snažnoj sunčevoj svetlosti. Zabeležite temperaturne promene.

b. Uzmite dve kutije za cigare; jedna je prevučena belom, a druga crnom tkaninom. Izbušite rupe i stavite u svaku po jedan termometar. Iznad svake postavite stakleni poklopac. Izložite tkaninom prevučene unutrašnje delove direktnoj svetlosti. Zabeležite temperaturne promene.

c. Upotrebite termos-boce da biste prikazali efekte sjajnih i tamnih površina. Posrebrene boce mogu se nabaviti; posrebrene i neposrebrene boce mogu se dobiti u preduzećima koja prodaju naučnu opremu.

d. Napravite tušem crtež na beloj hartiji. Stavite hartiju naspram snažne sijalice ili blizu električnog luka, tako da crtež bude okrenut prema izvoru. Druga strana ugljeniša se u vidu crteža.

e. Uzmite sneg i neki apsorbujući materijal. Postavite kvadratni komad crne tkanine (ili hartije) i kvadratni komad bele tkanine (ili hartije) na sneg na suncu i uočite reagovanje snega ispod tkanine ili hartije.

f. Pokažite efekat na površinu zemlje. Na dva geografska globusa izrežite po jedan okrugli otvor, jedan blizu ekvatora, a drugi blizu severnog pola. Otvori su iste veličine. Lopticu vazdušnog termometra postavite u svaki od ovih otvora i zacrnite. Cevčica termometra stavi se u obojenu vodu. Na sredini između dva globusa postavite zapaljenu sijalicu. Videćete apsorpciju jednakih površina (sl. 109).

Vidi stranu 259.

Provodljivost toplote

a-1. Posmatrajte uticaj vazduha kao provodnika. Uzmite dva termometra; loptica jednoga obavijena je rastrešenom, a druga čvrsto stegnutom vatom. Držite obadva termometra na istoj razdaljini od zapaljene sijalice. Zapazite uticaj mrtvog vazdušnog prostora u rastrešenoj vati oko termometarske loptice.

a-2. Stavite dva termometra u posudu sa vodom blizu tačke ključanja. Jedan se nalazi direktno u vodi, drugi u praznoj epruveti, tako da je pomoću čepa odvojen od njenih zidova. Zapazite uticaj vazdušnog prostora.

b-1. Uzmite vodu. U gornjem delu epruvete, koji je u plamenu, voda ključa. Voda u donjem delu ostaje hladna.

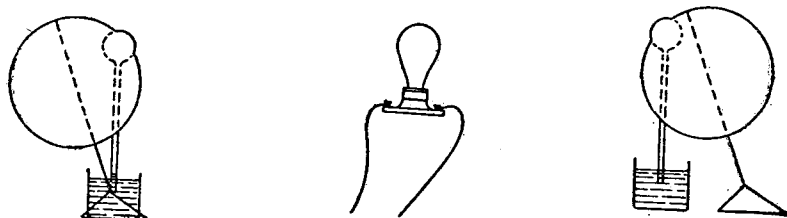
b-2. Delimično ispunite papirnatu kesu vodom i prinesite plamen plamenika donjem delu. Voda može da proključa, a da se hartija ne zapali. (Kesu napravite od teške hartije).

b-3. Stavite lopticu vazdušnog termometra u levak i pričvrstite je za manometar (sl. 110). Levak je gotovo pun vode. U vodu sipate sloj etara ili terpentina, pa zapalite. Vazdušni termometar neznatno reaguje, što dokazuje slabu provodljivost vode.

c-1. Uzmite žice od različitih materijala. Isecite komade dužine šest inča i podjednakovog prečnika. Jedan deo svake žice držite u ruci, a drugi

u plamenu. Relativnu provodljivost svakog materijala možete da poredite po trenutku kada žicu, koja je suviše vrela, ne možete da držite u ruci.

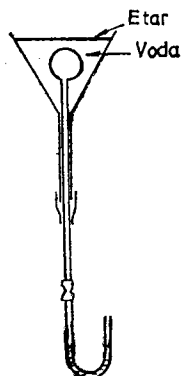
c-2. U trgovini nabavite uređaj kod koga su žice od različitih materijala postavljene u zajednički nosač. Na kraju svake žice stavite komadić parafina, ili drugog voska. Grejte nosač i istovremeno zabeležite trenutak kada vosak na pojedinim žicama počinje da se topi.



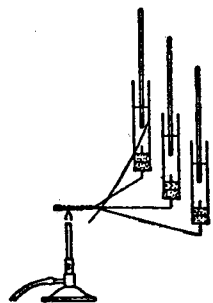
Sl. 109.

c-3. Upotrebljavajući uređaj (c-2), stavite nezapaljenu glavicu šibice na žicu kod njenog spoljnog kraja i pomerajte je ka zagrejanom središtu, sve dok se ne upali. Razdaljina središta je relativna mera provodljivosti.

c-4. Umotajte čvrsto na jednom kraju dve žice jednake dužine (15 inča), veličine br. 14 (ili veće), ali od različitih materijala (sl. 111). Svaku žicu savite pod pravim uglom na drugom kraju, i taj kraj provucite kroz otvor u čepu od tvrde gume. Dužina obe žice iznad čepa je podjednaka. Na svaki čep postavite epruvete sa odsečenim dnom. U njih sipajte podjednake količine vode. U svaku stavite termometar. Zagrejte savijeni deo. Za kratko vreme možete da uočite relativnu provodljivost.



Sl. 110.



Sl. 111.

d. Uzmite dve šipke, približno prečnika $\frac{1}{2}$ inča i dužine 6 inča; jedna je metalna, druga drvena.

Oko svake omotajte komad hartije. Stavite ih u donji deo plamena. Prvo će ugljenisati hartija obavijena oko šipke manje provodljivosti.

e-1. Prikažite kontrolu plamena. Uzmite hladnu žičanu mrežicu i stavite nad plamenik iz koga ističe nezapaljeni gas. Gas se može zapaliti iznad mrežice, ili ispod nje, ali zbog provodljivosti plamen neće prolaziti kroz nju.

e-2. Prikažite Dejvijeovu sigurnosnu lampu pomoću cilindra od pletene žice br. 30 (30 meša). Cilindar treba da je prečnika oko $1\frac{1}{2}$ inča, dužine 6 inča, a treba da ima i žičani poklopac. Stavite ga iznad zapaljene sveće. Iz nekog izvora, na ovu mrežu usmerite zapaljivi gas. Gas koji prođe kroz mrežu unutra gori, ali plamen ne prolazi kroz nju.

e-3. Savijte bakarnu žicu br. 14 na jednom kraju. Zahvaljujući visokoj provodljivosti pomoću ovog savijenog dela žice može se ugasiiti plamen sveće.

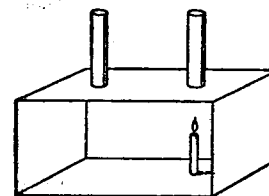
f. Upotrebite razne izolacione materijale koji se mogu nabaviti u trgovinama. Pokažite slabu provodljivost toplote držeći jedan kraj u plamenu, uočavajući relativnu temperaturu na suprotnom kraju. Možete za ovo upotrebiti i azbestne rukavice.

Konvekcija

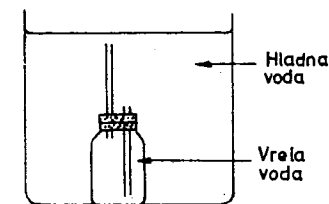
1. Demonstriranje konvekcije

a. Upotrebite konvekcionu kutiju (sl. 112). Dimenzije kutije su 8 inča \times 8 inča \times 16 inča (ili više). Čeoni deo kutije je od stakla. Izbušite otvore na gornjem delu kutije za velike staklene cevi, prečnika (1 ili više inča). Možete upotrebiti bešavne cevi, ali to nije u toj meri zadovoljavajuće. Pričvrstite metalne držače za kutiju da bi cevi bile u vertikalnom položaju. Stavite zapaljenu sveću ispod jedne od cevi. Držite izvor dima, kao što je na primer zapaljeni trud, iznad druge cevi, da bi mogla da se vide strujanja.

b. Uzmite gotovo napunjenu posudu sa vodom; kretanje vode biće vidljivo ako potopite male komadiće papira u vodu.



Sl. 112.



Sl. 113.

c. Uzmite hladnu i vrelu vodu. Jednu malu bocu začepite čepom sa dva otvora. U otvore stavite staklene cevčice, dugu na gore, a kraću na dole, gotovo do dna. (sl. 113). Napunite bocu bojenom vrelom vodom i stavite je u veliku posudu sa hladnom vodom, u kojoj je nivo vode nešto viši od gornjeg dela duge cevi. Ubrzo ćete videti konvekciona strujanja.

d. Iskoristite projekciju senke. Na 20 stopa od ekrana postavite električni luk bez sočiva. Na sredini između luka i ekrana postavite zapaljenu

šibicu. Jasno ćete videti ulazne vazdušne struje. Limena posuda napunjena ledenom vodom ili suvim ledom daće silazne struje.

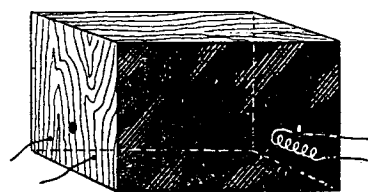
e. Uzmite projekcionu ćeliju, kao što je ona koja je opisana na stranici 76.

2. Konvekcija u odnosu na grejne sisteme

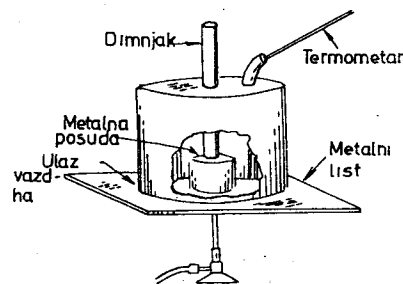
a. Pokažite potrebu konvekcije za sagorevanje. Stavite zapaljenu sveću u plitku posudu sa vodom. Na nju navucite veliku staklenu cev. Plamen će goreti sve dok cev ne uroni u vodu. Konvekciona strujanja mogu se zaustaviti i zatvaranjem gornjeg dela cevi (pre no što dno uroni u vodu).

b. Upotrebite konvekcionu kutiju. Kutija ima dimenzije 12 inča × 20 inča × 3 inča i na prednjem delu stakleni prozor. „Radijatori” se sastoje od niki-hromne žice br. 22 od 3 inča. Oni se greju električnom strujom od 4 do 8 volti. Kroz otvore iznad radijatora uvodi se lagano dim od zapaljenog truda (ili iz drugog izvora). Na unutrašnjoj strani kutija će postati mat crna.

c. Sklopite poznati model sistema grejanja vrele vode (sl. 115). Povratna cev je lako savijena tako da se zagrejana voda u njoj ne diže i usporava konvekciju. Staklena cev treba da bude prečnika 8 ili više milimetara. Materijal za bojadisanje (mastilo ili drugi) može se sipati u prelivni rezervoar kako bi se pokazao smer strujanja.

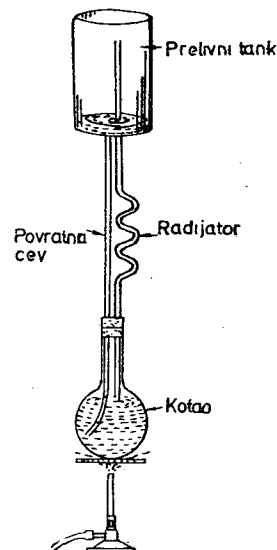


SI. 114.



SI. 115.

d. Uzmite model sistema grejanja vrelom vazduhu (sl. 116). Iznad otvora u metalnom omotaču u koji se stavljaju gorionik i plamen, stavite metalnu posudu sa cevi. Iznad ovog „ognjišta” postavite jednu veću po-



SI. 116.

sudu. Na dnu, ona ima otvor za ulazak vazduha, a na gornjem delu cev za topli vazduh. Izvor dima koji se stavi kraj otvora za ulazak vazduha pokazuje strujanja; u cev za topao vazduh može se staviti termometar pomoću koga ćete prikazati efekte.

e. Upotrebite grejne sisteme u školskim zgradama i u kućama.

Sagorevanje

1. Temperatura paljenja

a. Uzmite razne sagorljive — zapaljive materijale. Male komadiće sumpora, fosfora, hartije i drveta postavite kružno na komad metalne folije (sa fosforom pažljivo postupajte). Sa donje strane metala stavite toplotni izvor i utvrdite temperaturu paljenja za svaki materijal.

b. Prikažite efekat relativno visoke temperature paljenja. Na postolje sa prstenom stavite biretu sa kerozinom. U kerozin brzo stavite zapaljenu šibicu; ona će se ugasiti jer temperatura paljenja nije dostignuta.

2. Spora oksidacija

a. Oksidišite čeličnu vunu (vidi stranu 208).

b. Oksidišite olovo. Upotrebite piroforno olovo. (On se priprema zagrevanjem olovo acetata u eksperimentalnoj bireti do usijanja, ali ne do topljenja olova. Olovo prenesite u čistu eksperimentalnu biretu, stavljajući dve birete grlicem uz grlic. Ponovo ga ugrejte za trenutak i začepite biretu). Prilikom eksperimenta, olovo se sipa na list azbesta. Kada stavite ruku blizu olova dok oksiduje osetićete toplotu. Kada stavite na olovo koje oksiduje svežanj vate on će se zapaliti, sagorevajući spontano.

3. Efikasnost gasnog gorionika

Sipajte određenu količinu vode u posudu i izmerite temperaturu. Posudu stavite nad plamenik, i zapalite ga. Izmerite količinu upotrebljenog gasa kada se temperatura podigne za 120° F iznad prvobitne temperature. Broj Btu* koji je primila voda izračunava se iz težine i promene temperature. Raspoloživi broj se utvrđuje iz toplotne vrednosti gasa (koju daje prodavac) i utrošenih kubnih stopa. Iz ovih vrednosti proračunava se efikasnost.

Toplota, rad i motori

1. Odnos mehaničke i toplotne energije

a. Stavite komad čelika i gvožđa na točilo; posmatrajte pojavu varnica i zagrevanje metala.

b. Savijajte komad žice naizmenično u suprotnim pravcima, uočite promenu temperature.

c. Protrljajte šake.

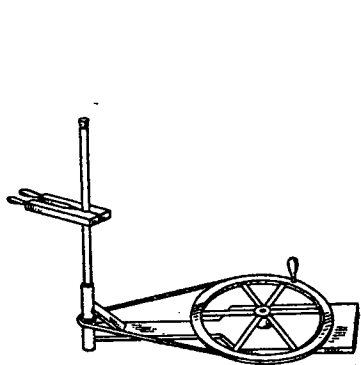
d. Pipnite klin pošto je iščupan iz daske.

* Privedba redaktora

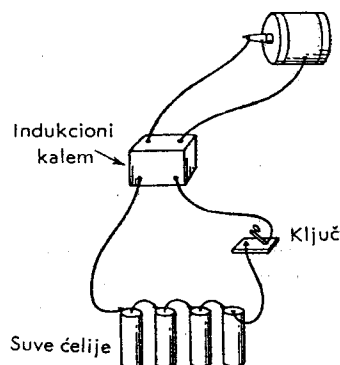
e. Uzmite mehanički rotator. (sl. 117). Delimično napunite cev etrom ili vodom, pa začepite. Vrtite je brzo; oko cevi stavite stezaljku da biste izazvali trenje. Sa zagrevanjem tečnosti, dolazi do isparavanja i porasta pritiska, pa čep biva izbačen.

f. Uzmite plamenik, koji se sastoji od cilindra sa slavinom, ili klipom. Ovaj klip ima prostor za komad vate ili drugog sagorljivog materijala. Na vatu kanite nekoliko kapi etra, a zatim u njega uvucite klip. Snažno potisnut klip pali etar i pamuk.

g. Upotrebite električnu mešalicu, koja se upotrebljava u domaćinstvu. Ispod nje stavite posudu sa vodom pa izmerite temperaturu. Pustite mešalicu da radi nekoliko minuta, pa ponovo izmerite temperaturu. Povećanje pokazuje povećanje energije.



Sl. 117.



Sl. 118.

2. Vrste toplotnih motora

a. Nabavite u trgovini modele u preseku parnih i benzinskih motora.

b. Upotrebite igračku — parnu mašinu. To su uglavnom recipročni motori. Oni se mogu grejati alkoholom ili električnom strujom.

c. Napravite model turbine. Točak se pravi od metalnog diska, prečnika 3 ili 4 inča. Napravite radijalne izreze na razmaku od pola inča, do dubine od pola inča. Njih savite do položaja pod pravim uglom u odnosu na disk. Takav disk postavite na osovinu i uravnotežite. Parni generator je kotao ili boca sa staklenim mlaznikom. Para se usmerava na noževe.

d. Napravite radni model cilindra benzinskog motora (sl. 118). Svećicu stavite na dno kutije za kafu. Jedan kraj indukcionog kalema vezaćete za svećicu, a drugi za kutiju. Stavite nekoliko kapi benzina u kutiju, koju zatim protresete. Primarno kolo zatvara se ključem. Kako prilikom mešanja benzin isparava, vazduh eksplodira i izbacuje poklopac sa kutije. Sa benzinom pažljivo da se postupa. Niko neka se ne nalazi na putu poklopca koji će izleteti sa kutije.

e. Posetite garažu u kojoj se popravljaju automobilski motori.

f. Posetite termoelektranu.

ZVUK

Izvori zvuka

1. Nož koji vibrira

a-1. Uzmite testeru, ili sličan komad čelika koji je jednim krajem pričvršćen u mengele. Kada slobodan kraj povučete na jednu stranu i naglo ga pustite on vibrira. Zapazite opšti odnos dužine otklona prema visini tona. Dužina se može povećavati sve dok se zvuk više ne čuje. Za proučavanje učestanosti noža koji vibrira možete upotrebiti stroboskop (vidi stranu 115).

a-2. Uzmite metalni metar, lenjir, ili komad drveta, kao što je savetovao u odeljku (a-1).

2. Membrane koje vibriraju

a-1. Rastegnite gumenu traku preko usana i duvajte vazduh kroz usta. Uočite odnos između visine tona i jačine duvanja.

a-2. Stavite dve gumene opne ili dva komada gumene trake preko otvorenih krajeva staklene cevi, tako da guma prelazi preko ivica cevi. Zatim pričvrstite gumu za cev. Pomoću posebne ugrađene gumene cevi, u staklenu cev duvajte vazduh.

b. Držite knjigu tako da su vam ivice stranica blizu usana. Knjiga je poluotvorena. Kada duvate na listove, stvaraće se zvuci raznih visina tona zbog vibriranja membrane od hartije različitih dužina.

3. Šipke koje vibriraju

Napravite niz šipki koje vibriraju; one treba da budu jednakog poprečnog preseka, a mogu se napraviti od tvrdog drveta ili čelika. Možete da napravite oktavu ako sećete šipke sledećih relativnih dužina: 1; 8,9; 4,5; $\frac{3}{4}$; $\frac{2}{3}$; $\frac{3}{5}$; $\frac{8}{15}$; $\frac{1}{2}$ inča; odnosno, možete uzeti, na primer, 8 šipki od 12 inča, jednu ostavite te dužine, a ostalih sedam skratite za gore pobrojane veličine. Šipke položite na dva zategnuta užeta, potavljena tako da se nalaze na oko $\frac{1}{5}$ dužine šipke od kraja šipke. Čekićem udarajte po šipkama.

b. Možete proučavati ksilofon ili marimbl; uporedite dužinu šipki sa visinom tona.

4. Zvona koja vibriraju

Proučite vibriranje zvona pomoću loptice od zovine srži. Lakim udarcem pokrenite klatno u zvonu, a zatim obešenom kuglicom od zovine srži dodirnite zvono u raznim tačkama. Primetićete da će u nekim tačkama kuglica od zvona da se odbija dok će u drugim ostati u miru.

5. Cevi koje vibriraju

a. Postavite osam epruveta podjednake veličine u ram za držanje epruveta. Svaku od njih napunite vodom do raznih nivoa; dunite iznad cevi. Dobićete tonove oktave. Umesto epruveta, možete da upotrebite obične boce.

b. Uzmite dečju „pticu-pištaljku“ i onda posmatrajte odnos između veličine vazdušnog stuba i visine tona koji se proizvodi.

6. Zvučna viljuška

a-1. Pomoću zvučne viljuške pokažite da je izvor zvuka telo koje vibrira; to ćete postići tako što ćete krake zvučne viljuške koji vibriraju potopiti u vodu, ona će početi da se komeša.

a-2. Stavite Petrijevu šolju, ili kakvu drugu plitku staklenu posudu ispred vertikalnog projektora (epidijaskopa) a zatim doterajte sočiva tako da projektuju sliku potopljenog palidrvca na ekran. Potom uronite u vodu zvučnu viljušku koja vibrira. Na projekciji posmatrajte efekat.

b. Pokažite kretanje krakova viljuške pomoću kuglice od zovine srži koju ćete prisloniti uz jedan krak. Zbog kretanja kraka, kuglica će se odbijati.

c. Posmatrajte zvučnu viljušku niske učestanosti i visoke amplitude u stroboskopskoj svetlosti (vidi stranu 115). Kada se učestanost svetlosti približno prilagodi učestanosti zvučne viljuške, kraci viljuške pokretaće se sasvim sporo; lako ćete zapaziti pomeranje. Ovo dejstvo se može projektovati na ekran.

7. Drugi izvori

Uzmite dečje muzičke instrumente, na primer, frulu, okarinu, harmoniku, ksilofon, drombulju i slično. To bi trebalo da bude sastavni deo stalne opreme školske laboratorije. Na svakom od ovih instrumenata učeniци mogu proučavati i demonstrirati principe stvaranja zvuka.

(Vidi stranu 261).

Prenošenje zvuka

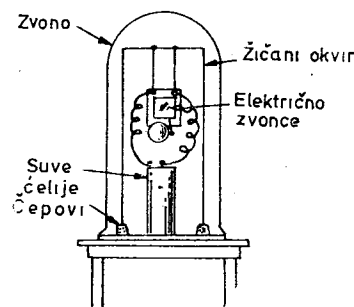
1. Efekti nedostatka vazduha

a-1. Uzmite stakleno zvono sa otvorom za stvaranje vakuuma, začepite ga, pa zatim kroz čep provucite žice do visećeg električnog zvonca. Žice su kružno zavijene da bi se smanjilo prenošenje vibracija od zvonca. Zvonce je vezano za baterije ili za transformator. Uključite zvonce, pa zatim počnite da crpate vazduh iz staklenog zvonca. Slabljenje jačine zvuka srazmerno je smanjenju količine vazduha u staklenom zvonu. Zatim u stakleno zvono pustite vazduh. Zvuk će se ponovo čuti.

a-2. Umesto staklenog zvonca sa otvorom opisanog u (a-1), koje po katkad nije hermetički zatvoreno čepom, koristite obično stakleno zvono. Pomoću gumene trake obesite električno zvonce o ram čvrste žice koji se oslanja na gumeni čep pričvršćen za drvenu posudu. Pod stakleno zvono stavite bateriju čije su žice direktno spojene za zvonce (st. 119).

2. Efekat raznih provodnika

a. Upotrebite baštensko crevo ili vodovodnu cev (dužine 50 do 100 stopa) pa ćete videti da ona prenosi slabe zvuke sa jednog kraja do drugog, putem odbijanja talasa o zidove cevi.



Sl. 119.

b-1. Uzmite dečji telefon načinjen od plehskih kutija da biste pokazali efekat prenošenja kod metala. Pomoću klina izbite rupu u dnu dve konzerve. Jedan kraj žice (dužine 25 do 50 stopa) provucite kroz rupu konzerve, a zatim je omotajte oko klina. To isto uradite i sa drugim krajem žice i drugom konzervom. Zatim žicu dobro zategnite. Glas osobe koja govori u jednu kutiju moći ćete čuti ako uho prislonite drugoj kutiji.

b-2. Stavite uho na relativno dugačku metalnu šipku kao što je, na primer, nosač koji se upotrebljava u građevinarstvu ili komad željezničke šine. Ako neko lako bude udarao po drugom kraju šipke, ili šibe, vi ćete čuti taj zvuk.

c. Pokažite provodljivost drveta tako što ćete nasloniti uho na kraj dugog stola. Jasno ćete čuti grebanje ili lako lupkanje po drugom kraju stola.

d. Posmatrajte provodljivost vode. Potopite komad drveta u posudu sa vodom i drškom zvučne viljuške koja vibrira dodirujte drvo. Zapazite da se zvuk pojačava. Ovaj efekat može se uporediti sa efektom koji se dobija kada položite komad drveta na meku tkaninu i dodirujete ga zvučnom viljuškom koja vibrira.

e. Pokažite sposobnost raznih supstanci da prenose zvučne talase pomoću uzoraka različitih materijala, kvadratnog oblika sa stranicom dužine 3 inča. Oni mogu biti od kartona, šper-ploče, stakla, metala, drveta, i slično. Osim toga, svaki ovakav komad možete staviti na uho i prisloniti na njega dršku zvučne viljuške koja vibrira. Videćete razliku u prenošenju zvuka.

3. Apsorpcija zvučnih talasa

Stavite sat koji glasno otkucava u kartonsku kutiju, čija je otvorena strana okrenuta prema slušaocu. Utvrdite na kojoj se maksimalnoj razdaljini može čuti kucanje sata. Izvadite sat, pa na dno kutije stavite pamuk ili drugi materijal koji apsorbira zvuk. Ponovo stavite u kutiju sat, pa onda uporedite maksimalnu razdaljinu na kojoj se kucanje može čuti, sa razdaljinom koju ste utvrdili kada je sat bio stavljen u kutiju bez pamuka.

MAGNETIZAM

Magnetizam zemlje

1. Upotreba magnetita

Uzmite komad magnetita i pomoću njega sakupljajte гвозdene opiljke, skrećite iglu kompasa i okačivši ga o vrpцу, pokažite uticaj Zemljinog magnetnog polja.

2. Efekti Zemljinog magnetnog polja

a. Okačite šipku magneta kao u (1) da demonstrirate kompas. Polovi treba da budu jasno obeleženi. (Jedan od polova možete obeležiti pomoću obojene providne lepljive trake.

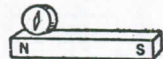
b. Uzmite osetljivi kompas da u laboratoriji utvrdite magnetni sever. (To vam možda neće poći za rukom ako su u konstrukciji zgrade upotrebljeni magnetski materijali, ako je odstupanje od pravog severa dovoljno veliko, razlika se može pokazati pomoću dva niza linija na severnom i južnom zidu, pri čemu jedan pokazuje magnetni sever, a drugi, obližnji, pravi sever. Isto tako, da bi pokazali pravi i magnetni sever možete linije izvući bojom po podu. Pravi sever može se utvrditi pomoću magnetnog za dati položaj upotrebom karte magnetnih odstupanja, ili posmatranjem zvezde Severnjače noću u čemu vam može pomoći mesni astronom).

c. Pokažite inklinaciju tako što ćete kompas u zatvorenoj okrugloj kutiji pomerati duž magnetne šipke (sl. 120); posmatrajte šta će se dogoditi. Umesto toga može se upotrebiti inklinaciona igla.

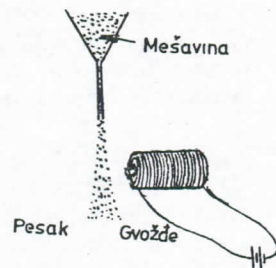
d. Odredite inklinaciju za dato mesto postavljajući inklinacionu iglu u smeru sever—jug, utvrđujući položaj kompasa.

e. Namagnetišite gvozdenu šipku (za koju ste pomoću osetljivog kompasa utvrdili da nije magnetisana) kuckajući po jednom njenom kraju, dok se ona nalazi u smeru Zemljinog magnetnog polja (paralelno sa iglom u poglavlju (2-d)).

Kompas će registrovati njeno magnetisanje.



Sl. 120.



Sl. 121.

3. Model Zemlje sa magnetnim poljem

a. Proučite deklinaciju i inklinaciju pomoću kupovnog globusa, kod koga ugrađena magnetna šipka daje magnetne efekte odgovarajuće Zemljinom polju.

b. Napravite magnetni globus tako što ćete postaviti magnetnu šipku ili elektro-magnet u običan globus od nemagnetičnog materijala. Za ovo se može upotrebiti i namagnetisana čelična šipka koja može da stane u staklenu cev. Dužina staklene cevi je jednaka prečniku globusa, dok je dužina magneta nešto manja. Na položaju magnetnih polova globusa izbušite rupe veličine staklene cevi. Šipka će biti učvršćena u cevi pomoću komada drveta, a zatim cev postavite na pripremljeno mesto u globusu. (Umesto stalnog magneta možete upotrebiti dugačku gvozdenu žicu u cevi; žica treba da je bakarna, broj 24, 100 do 200 namotaja; krajeve ove žice pričvrstite za bateriju koja se nalazi na dnu globusa. Da biste nju mogli da postavite, u donjem delu globusa morate izbušiti veću rupu).

Vidi stranu 274.

Priroda magnetičnih materijala

a. Stavite nekoliko malih magnetnih kompasa u grupu. Videćete odbijanje i privlačenje polova. Prinošenje magnetne šipke u blizinu kompasa izazvaće da se oni postave u isti položaj, ukazujući ovim na postojanje magnetičnog stanja.

b. Stavite čelične opiljke u epruvetu i začepite je. Zatim epruvetu postavite u soleonid koji se napaja jednosmernom strujom, ili pređite preko nje jakim, permanentnim magnetom, ili elektromagnetom. Zatim uklonite izvor namagnetisanja. Kada prinesete osetljivi kompas epruveti, videćete da je materijal u njoj i dalje u izvesnoj meri namagnetisan. Kada cev protresete, magnetno polje se gubi.

c. Stavite na objektiv vertikalnog projektora nekoliko kratkih komada čelične žice ($\frac{1}{4}$ inča, ili manje), pa onda uključite projektor. Nepravilno raspoređeni komadi čelične žice prikazuju nemagnetično stanje. Zatim približite snažan magnet. Magneti će se pravilno „poredati“, prikazujući magnetično stanje.

d. Prelomite relativno tanak komad namagnetisanog čelika; videćete polaritet svakog od komada; ovakvi magneti mogu da se kupe, ili naprave.

e. Pokažite da su neki materijali magnetski, a drugi ne. Za ovo možete da upotrebite uzroke čelika, nikla, aluminijuma, bakra, stakla, drveta, plastične mase i slično.

f. Pokažite princip magnetnog separatora. Mešavina peska i čeličnih opiljaka ističe iz levka u blizini pola nekog elektromagneta (sl. 121). Na jednoj strani vertikalno postavljenu listu kartona dobija se pesak a na drugoj čelični opiljci.

g. Posmatrajte magnetnu permeabilnost materijala kao što su oni pomenuti u poglavlju (e), upotrebljavajući takve materijale u listovima. Pomoću čeličnih opiljaka možete proučavati prisustvo magnetnog polja na strani koja se nalazi suprotno magnetu.

Priroda magnetnog polja

a. Posmatrajte način na koji će se u raznim slučajevima rasporediti gvozdeni opiljci koje ćete staviti na staklenu ploču približnih dimenzija 8 inča \times 10 inča. Pomoću drvenih nosača ploča je izdignuta iznad stola tako da ispod nje možete da stavite magnetne. Pribeležite položaj ovih opiljaka. Upotrebljavajući magnetne na razne načine, (1), magnet sa jednom šipkom (2), magnet u obliku potkovice (3), dve paralelno postavljene magnetne šipke, na razmaku od jednog inča, sa polovima na istoj strani, (4) i sa polovima na suprotnim stranama, pa ćete moći da proučavate gustinu, pravac i neprekidnost linija.

b. Zabeležite raspodelu opiljaka raspoređujući ih kao u (a) na list hartije prevučene parafinom. (Hartija se može potopiti u rastopljeni parafin i postaviti na staklenu ploču kada parafin očvrstne. Kada ste opiljke postavili, list pažljivo zagrevajte postavljajući ga na topao metal.

c. Pomoću lista hartije i malog kompasa napravite kartu magnetskog polja. Kompas pokrećite crtajući liniju u smeru igle u svakom njenom položaju. Te linije mogu se spojiti u neprekidne linije.

d. Upotrebite nekoliko magnetnih polova istovremeno. Šest (ili više) namagnetisanih igala za platenje provucite kroz zapušače, pri čemu će se jedna trećina svake igle (isti pol u svim slučajevima) nalaziti na strani zapušača. Zapušače potopite u vodu tako da kraći delovi igala budu gore. Približite suprotni pol magnetne šipke. Igle će formirati heksagon i približiće se magnetu. Ako magnet okrenete, igle će se razdvojiti.

e-1. Projektujte dijapozitive, opremljene stalnim magnetima. Ovo se može nabaviti u trgovinama.

e-2. Napravite takve dijapozitive od kratkih, tankih čeličnih traka, na primer, od opruge za časovnik. Njih namagnetišite i stavite između staklenih prozorčića dijapozitiva. Dijapozitivi mogu biti razni: sa jednim magnetom, sa dva paralelna magnetna kojima su isti polovi jedan kraj drugog, sa dva paralelna magnetna sa približenim suprotnim polovima.

e-3. Pomoću voska ili lepljive trake pričvrstite male cilindrične kobaltne magnete, za donji deo staklenog prozorčića dijapozitiva. Možete praviti iste kombinacije kao i u (e-2).

U svakom od ovih slučajeva stvarate magnetno polje posipajući opiljke gvožđa po prozorčiću rama za dijapozitiv. To zatim prikazite kao projekciju.

Akcija magnetnih polova

a. Okačite magnetske šipke pomoću konca vezanih oko njihovih središta. Privlačenje i odbijanje raznih polova može da se posmatra kada se u blizinu šipke prinosi permanentni magnet.

b. Posmatrajte indukciju polova tako što ćete postaviti jednu šipku od mekog gvožđa na sto i to tako da njen jedan deo prelazi preko ivice stola (sl. 122). Približite severni pol snažnog magnetna u obliku šipke; gvoždena šipka privlačiće klin. Zatim uzmite još jedan snažan magnet u obliku šipke pa približite njegov južni pol prvom magnetu. Klin će pasti zbog neutralizacije magnetnog dejstva.

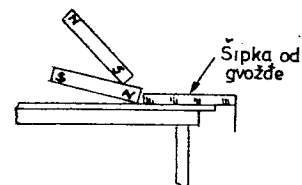
c. Nabavite ili napravite magnete od cilindričnih šipki. Dva takva magnetna postavite paralelno na glatku površinu. Kada su im isti polovi susedni, šipke će se otkotrljati jedna od druge. Ako se šipke nalaze na razdaljini od jednog ili više inča, sa međusobno, naspramnim, suprotnim polovima, šipke će se dokotrljati jedna do druge. Kada je reč o malim magnetima, ovo se može projektovati pomoću vertikalnog projektora.

d. Nabavite u trgovini takozvani „ploveći magnet“. Magneti pokazuju takvo odbijanje istih polova da jedan magnet, sa vođicama „pliva“ iznad drugog.

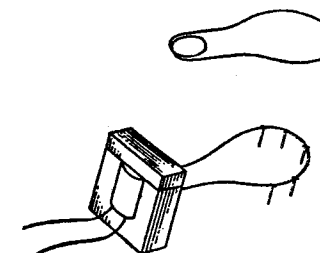
e. Pokažite odbijanje indukovanih polova tako što ćete obesiti dve gvoždene šipke (dužine tri inča i prečnika $\frac{1}{4}$ inča) vertikalno i paralelno, iznad snažnog elektromagneta. Kada propustite struju kroz elektromagnet, šipke će se razdvojiti.

f. Opremite uređaj za proučavanje elektromagnetizma (vidi stranu 278) navojem načinjenim od debele bakarne žice (broj 8 ili još deblje). Navoj je napravljen od dva namotaja i to tako da može da se postavi nad centralni deo strujnog kalema i da ima jedan veliki namotaj prečnika približno 6 inča (slika 123). Brižljivo spojite i zalemite krajeve žice. Upotrebite naizme-

ničnu struju 110 V. Po unutrašnjoj strani navoja postavite klinove. Oni se međusobno odbijaju zbog indukovanih magnetnih polova, koji su jednaki u svakom datom trenutku.



Sl. 122.



Sl. 123.

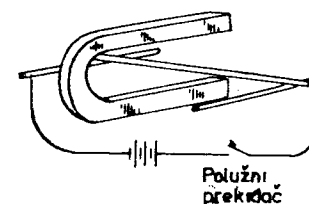
g. Napravite drugi navoj sa dva namotaja tako da se može postaviti kao i gornji i da ima četiri namotaja prečnika 3 inča. Obesite dve šipke (kao u e) u kalem. Kada kroz kalem propustite struju zbog indukovanih polova šipke se odbijaju.

(Vidi stranu 274.)

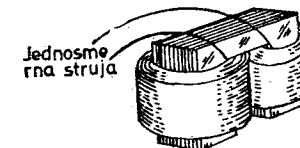
Magnetni efekti električne struje

a. Stavite namagnetisani komad čelika, na primer veliku iglu, na plutajući čep koji pliva po vodi. Iznad magnetna držite žicu kroz koju teče jednosmerna struja, posmatrajte kako će se ponašati magnet.

b. Uzмите veliki navoj od nekoliko namotaja bakarne žice broj 20, kroz koju propustite jednosmernu struju. Navoj može biti približno oblika kvadrata, stranica 12 inča. Provucite ga kroz komad kartona. Magnetno polje možete proučavati pomoću kompasa i gvoždenih opiljaka koja ćete posuti po kartonu.



Sl. 124. i 125.



c. Uzмите transformator koji je opisan na strani 278 čije listasto jezgro može biti stavljeno u sekundar. Kada uključite struju, jezgro privlači magnetne materijale.

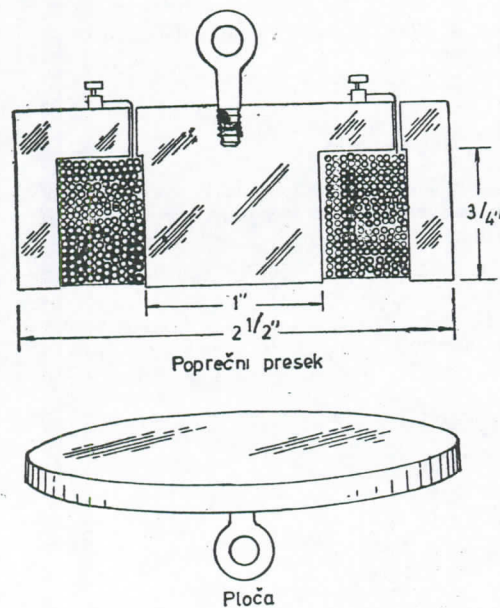
d-1. Posmatrajte međudejstvo magnetnih polja. Postavite zapaljenu sijalicu između suprotnih polova snažnih magnetna. Kada se menja njeno magnetno polje videćete malo, ali konačno vibriranje žice u sijalici.

d-2. Uzmite tri mesingane šipke; jednu položite na druge dve pod pravim uglom, u odnosu na polje, između polova potkovičastog magneta (slika 124). Dve šipke koje služe kao nosači vežite u kolo jednosmerne struje. Treća šipka će se kotrljati zbog reakcije magnetnih polja.

d3. Okačite dve prave, elastične žice, na udaljenosti od oko pola inča. Svaka je vezana za posebno kolo jednosmerne struje. Uključite struju, prvo u istom, a zatim u suprotnom smeru. Posmatrajte reakciju u oba slučaja.

e-1. Proučite elektromagnete i njihovu primenu. Posmatrajte efekat prisustva jezgra upotrebljavajući gvozdeni klin sa kartonskim cilindrom (nešto većim) koji služi kao kalem za namotavanje. Na kalem namotajte 100 namotaja žice za magnete broj 18 i spojite je za bateriju. Kada izvadite jezgro iz kalema i uzmete samo kalem, možete uočiti kakav je bio efekat jezgra u privlačenju sitnih predmeta kao što su klinovi.

e-2. Posmatrajte efekat materijala jezgra upotrebljavajući dva jezgra iste veličine, ali načinjenih od različitih materijala. (Na primer, od gvožđa i čelika.) Broj klinova koje svako od ovih jezgra nosi daje vam sliku o efikasnosti pojedinih materijala.



Sl. 126.

e-3. Pokažite efekat broja namotaja načinivši dva magneta na jezgrima iste veličine, jedan sa 40 namotaja, a drugi sa 80 namotaja. Oba se napajaju iz istog izvora jednosmerne struje napona od 4 V. U svako kolo postavite jedan ampermetar i jedan reostat, u seriji, i podesite ga da struja oba kola bude ista. Broj klinova koje će svaki od magneta privući daje vam meru njegove snage.

e-4. Posmatrajte efekat struje prebrojavajući broj klinova koje magnet drži pri različitim snagama struje.

e-5. Postavite lamele transformatorskog jezgra zajedno, kao jezgro elektromagneta (slika 125). Jezgro treba da bude što je moguće veće. Svaka nožica obmota se sa šest ili osam slojeva žice za magnete broj 18. Namotaji treba da budu u takvom smeru da se na krajevima transformacije nalaze suprotni polovi. Napajanje se vrši izvorom jednosmerne struje.

e-6. Obradite na strugu jezgro od mekog gvožđa (slika 126). Oba dela izbušite u središtu tako da u te otvore možete postaviti zavrtnje sa prstenastom glavom. Gornji deo je probušen za vodove kalema. Cilindrični predmet veličine centralnog ležaja obmotan je sa onoliko namotaja žice broj 26, koliko je potrebno da se ispuni otvor. Stavite kaleme na mesto, a vodove vežite za priključnice. U kalem nalijte rastopljeni parafin, koji će prevući kalem. Kalem povežite sa izvorom, jednosmerne struje napona 4 do 5 V.

Na donju ploču može da se postavi kuka za vešanje tegova; dodavanjem tegova videćete koliko je opterećenje potrebno da se odvoji armatura od jezgra.

(Vidi strane 184 i 275.)

ELEKTRICITET

Statički elektricitet

1. Dobijanje statičkog elektriciteta

a. Hodajte preko debele prostirke po hladnom, suvom vremenu. Kada dodirnete drugu osobu, elektroskop ili uzemljeni predmet, opazićete naelektrisanje.

b. Protrljajte olovkom list hartije koja je oslonjena na zid držeći olovku ravno uz nju. Posle nekoliko prevlačenja hartija će se priljubiti uz zid. Umesto olovke možete da upotrebite tkaninu ili kožu.

c. Pokušajte da odvojite dva lista hartije koji su priljubljeni zajedno, vukući ih jedan preko drugog.

d. Protrljajte komad tvrde gume, ili provucite plastični češalj kroz suhu kosu.

e. Protrljajte šipku od tvrde gume vunenom tkaninom, ili staklenu šipku svilenom tkaninom.

f. Provucite staklenu šipku kroz otvor u plutanom zapašacu; otvor treba da bude toliko širok da šipka jedva kroz njega prođe.

g. Protrljajte mačkino krzno (posmatrajte eksperiment u zamračenoj sobi).

h. Protrljajte komadom gume odeću neke osobe koja stoji na staklenoj ploči (u daljem tekstu opisali smo kako ćete opaziti efekat).

i. U zamračenoj sobi brzo odmotajte rolnu lepljive trake.

k. Rastegnite gumenu traku i pomoću elektroskopa utvrdite naboj u rastegnutom položaju.

l. Proizvedite statički elektricitet promenom stanja; rastopite sumpor u jednoj posudi za isparavanje; potopite staklenu cev u tečni sumpor i izvucite je. Sumpor će očvrnuti. Elektroskop će vam pokazati naboj.

m-1. Uzmite elektrofor. Sipajte istopljeni sumpor ili pečatni vosak u plitku posudu, do dubine pola inča. Napravite metalni disk nešto manji no

što je posuda. Njegova debljina treba da iznosi oko $\frac{1}{8}$ inča; ivice treba da budu dobro zaobljene. Pričvrstite izolovanu dršku. Udarite po sumporu vunenom tkaninom ili krznom, ili ga naglo njima promešajte. Diskom dodirnite površinu, a zatim disk dodirnite prstom. Uklonite ploču i upotrebite je kao izvor elektriciteta.

m-2. Isecite list od plastične mase, na primer od kutije starog radio-aparata, tako da odgovara posudi i upotrebite je kao u poglavlju (m-1). (Vidi stranu 278.)

2. Detekcija statičkog elektriciteta

a. Prevucite kuglicu od zovine srži metalnom bojom i okačite je pomoću svilenog konca. Predajte joj poznati naboj (na primer, pomoću naelektrisane šipke od tvrde gume). Kada kuglici približite druge naelektrisane predmete, ona će se od njih odbijati, ili će je oni privlačiti.

b. Prekrijte komad plute tankom metalnom folijom i upotrebite ga umesto kuglice od zovine srži.

c. Prevucite dve loptice za stoni tenis bronзанom ili aluminijumskom bojom i obesite ih pomoću izolacione trake, tako da vise jedna uz drugu. Naelektrisane, one će se odbijati.

d-1. Uzmite naduvane gumene balone. Okačite ih na sličan način kao što ste u prednjem poglavlju okačili loptice za stoni tenis.

d-2. Napunite jedan balon vodonikom, tako da je samo neznatno teži od vazduha. On će reagovati na male naboje na razdaljini.

e. Okačite jednu prevučenu lopticu za stoni tenis (vidi poglavlje [c]) tako da dodiruje vertikalnu mesinganu ploču, koja se nalazi na izolovanom nosaču. Prilikom naelektrisanja ploče, loptica će se odbijati.

f. Izrežite komad novina dimenzija 3 inča \times 20 inča. Presavijte ga po sredini, tako da imate dva komada od 3 inča \times 10 inča. Postavite ga na zid i prevucite nekoliko puta olovkom, prislonjenu uz papir. Postavite zatim taj komad hartije preko ivice lenjira pa ćete videti da dva lista reaguju na prisustvo naelektrisanih predmeta koje ćete staviti između njih.

g-1. Upotrebite elektroskop. Postoje komercijalni modeli.

g-2. Napravite elektroskop tako što ćete okačiti savijen komad u aluminijumske folije preko pravouglo kuke na žici, koju nosi gumeni čep u boci. Kraj savijene žice presavite tako da nema oštar vrh. Kod indukcije listovi folije reaguju na naelektrisan predmet spajanjem, ili se razdvajaju kada im se prinese naelektrisan predmet provođenjem.

g-3. Stavite dve pravougaone staklene ploče (za prozore) u ram napravljen od metalnog lima. To može da zameni bocu iz poglavlja (g-2).

g-4. Napravite projekcioni elektroskop, tako što ćete elektroskop postaviti što je moguće bliže sabirnim sočivima dija-projektora, a zatim projektujte sliku na ekran (vidi stranu 79).

Vidi stranu 279.

3. Priroda statičkog elektriciteta

a-1. Savijte kratak komad žice oko šipke tvrde gume. Savijena žica visi o koncu preko jedne šipke i može slobodno da rotira. Šipku ćete naelektrisati tako što ćete protrljati tkaninom i ostaviti je da miruje. Dejstvo naelek-

trisanih šipki od tvrde gume, ili stakla, možete da uočite kada ih prinesete blizu obešene šipke.

a-2. U eksperimentu (a-1) upotrebite lakovani, dobro osušeni drveni metar.

b. Naelektrišite elektroskop dodirrom, na primer, negativnim naelektrisanjem iz šipke od tvrde gume. Nepoznato naelektrisanje možete da odredite po tome da li se listovi elektroskopa skupljaju ili razdvajaju.

c. Pomoću naelektrisanog elektroskopa pokažite suprotna naelektrisanja na šipki od tvrde gume i na tkanini kojom ste šipku protrljali.

(Vidi stranu 279.)

4. Sugestije za proučavanje statičkog elektriciteta

a. Statički elektricitet teško se proučava u toplim, vlažnim atmosferama. Treba stvoriti što je više moguće suve, hladne uslove.

b. Zagrevanje staklene šipke pre no što se ona protrlja svilom, najčešće pomaže u stvaranju pozitivnog elektriciteta.

c. Kvarcna šipka zagrejana na plamenu dobra je zamena za staklenu šipku.

d. Pre upotrebe osetljive elektrostatičke opreme, naelektrisanje tela nastavnika ili učenika može se otkloniti ako se telom dodirne uzemljen predmet, kao što je česma.

e. Nastavnik treba da ima na umu da je neophodan potencijal od približno 30.000 v/cm da se proizvede varnica između dobro uglaćanih kugli.

Elektricitet iz ćelija i baterija

a-1. Postavite trake od bakra i cinka (ili drugih različitih materijala) u zarez načinjene u pomorandži ili limunu. Žice povezane sa ovim trakama spojite sa galvanometrom da biste utvrdili struju.

a-2. Stavite ove trake u usta i povežite ih sa galvanometrom.

a-3. Držite trake u ruci (za utvrđivanje elektriciteta potreban je veoma osetljiv galvanometar).

b. Uzmite limenu posudu sa slanom vodom. Zatim potopite u nju trake od različitih metala, ali tako da one ne dodiruju posudu. Žice spojene za posudu i za traku povežite sa galvanometrom.

c. Upotrebite novčiće. Komad upijaće hartije, koji ste pre toga zamočili u slanu vodu, postavite između dva novčića načinjena od različitih metala. Za svaki novčić pričvrstite po jednu žicu galvanometra.

d. Uzmite trake od različitih metala i stavite ih u rastvor kiseline. Trake mogu da budu od bakra, cinka, gvožđa, aluminijuma, olova i ugljenika (šipka). Na njihovim gornjim delovima provrtite rupe. Radi lakšeg rada opremite ih malim zavrtnjima sa maticama. Drvena šipka širine jednog inča, sa snažnim opružnim držačima može da posluži kao dobar nosač elektroda.

e. Ispitajte suve elemente akumulatora. Možete ih rastaviti da biste proučili njihove delove. Takođe možete upotrebiti bateriju za džepnu lampu.

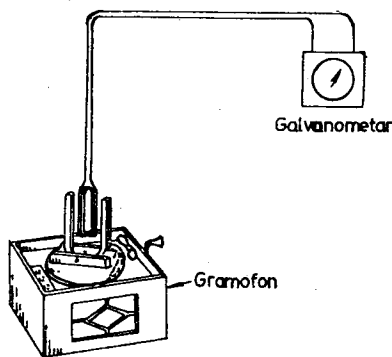
f. Napravite akumulatorsku ćeliju. Dve trake čistog olova, (dimenzije 2 inča \times 6 inča) stavite u rastvor sumporne kiseline (jedan deo kiseline na 10 delova vode). Trake su na šipki kao u (d). Povežite to sa izvorom

jednosmerne struje napona od 6 ili 12 V pa punite ćeliju 10 minuta. Kada proverite napon, pogledajte izgled ćelije. Po dovoljnom punjenju, ćelija će moći da pokreće električno zvonce.

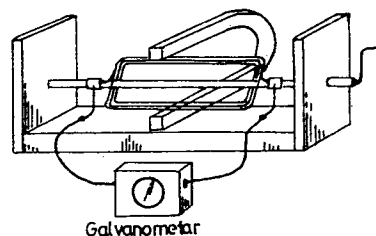
g. Uzmite sheme koje pokazuju strukturu i delovanje suvih elemenata i akumulatora. Takve sheme mogu da naprave učenici dok ispituju elemente i akumulatore. Dobre sheme možete da zadržite u laboratoriji za stalnu upotrebu. Ovakve sheme suvih elemenata i akumulatora mogu da se nabave i u trgovinama.

Elektricitet iz mehaničkih generatora

a. Uzmite kalem i magnetnu šipku, ili potkovičasti magnet. Namotajte 20 namotaja bakarne žice, br. 22 do br. 30 oko kartonske cevi, u kojoj magnetna šipka ili jedna nožica potkovičastog magneta može slobodno da se kreće. Zatim kalem povežite sa galvanometrom. Pomeranje igle videćete (1) kada magnet brzo uvlačite u kalem; (2) kada ga brzo izvlačite iz kalema; (3) kada upotrebite različite polove magneta; (4) kada povećate brzinu kretanja; (5) kada upotrebite snažnije magnete (vidi [c]); (6) kada pokrećete kalem, a ne magnet.



Sl. 127.



Sl. 128.

b. Zapazite šta će se desiti kada imate više namotaja. Napravite 40 namotaja na cevi iste dužine kao u (a). Održavajući brzinu što je više moguće istom i upotrebljavajući isti magnet, videćete odgovarajući efekat broja namotaja.

c. Uzmite elektromagnet (vidi stranu 185) umesto magnetne šipke. Struja može da varira u elektromagnetu, a efekte posmatrajte pri kretanju elektromagneta kroz kalem ili pri udaljavanju od kraja kalema.

d. Uzmite induktor (u ovu svrhu može da se upotrebi laboratorijski induktor, induktor starog telefona, ili sa skladišta starih auto-delova). Za njegove krajeve povežite sijalicu male snage, na primer argonsku tinjalicu. Uočite kolika je energija potrebna za rad induktora.

e. Prikažite ručnu indukcionu baterijsku lampu. Prikažite prenošenje energije sa ruke na telo baterije i sijalicu.

f-1. Upotrebite demonstracioni generator. Pomoću dva komada drveta, osigurana zavrtnjima, učvrstite potkovičasti magnet sa polovima naviše. (Slika 127). Magnet postavite u središte obrtne ploče gramofona. (Ovde je poželjan zastareli gramofon, sa oprugom [vidi stranu 115].) Napravite kalem sa 50 do 100 namotaja izolovane bakarne žice broj 30, tako da on može slobodno da se kreće između magnetnih polova. Povežite ga za galvanometar i obesite između polova. Kako se ploča gramofona okreće, pokazuje se smer struje. Takođe se može videti i transformacija energije.

f-2. Napravite kalem sa 50 namotaja izolovane bakarne žice Br. 28, tako da može lako da se okreće između polova potkovičastog magneta. Osovinu čini čivija dužine 6 inča. Lepljiva traka povezuje namotaj sa osovinom. Osovina prolazi kroz otvore u ramu (slika 128). Na čiviju postavite dva prstena načinjena od bakrene folije, za svaki od njih pričvrstite krajeve kalema. Za krajeve pričvrstite kratke komade žice, i položite ih na prstenove kao četkice. Krajevi su povezani sa galvanometrom. Okrećite kalem i zapazite smer struje. Možete da napravite i komutator sa dvopolnim prstenom i demonstrirati jednosmernu struju.

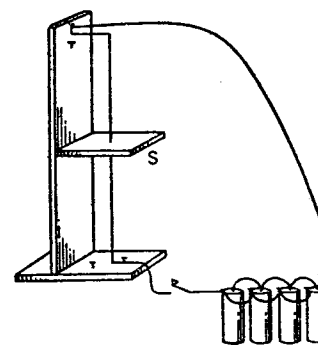
g. Uzmite motor „Sent Luis”. Povežite galvanometar sa krajevima. Okrenite rotor. Ako ste ispravno doterali četkice, možete utvrditi proizvedenu struju.

Vidi stranu 284.

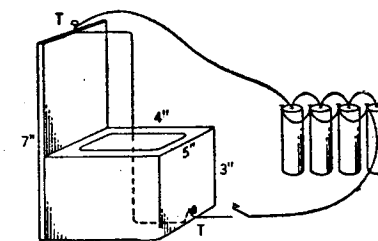
Magnetni efekti električne struje

1. Magnetno polje oko provodnika kroz koji teče struja

a. Postavite jednu žicu sa horizontalnim delom iznad kompas. Stavite čvrstu bakarnu žicu (br. 16 i veću) na ploču, tako da se žica nalazi oko 1/2 inča iznad igle demonstracionog kompas. Za ovu svrhu može poslužiti i kompas u kutiji, ali se eksperiment ne vidi tako dobro. Vežite



Sl. 129.



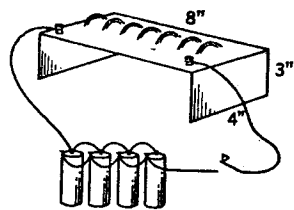
Sl. 130.

dva ili više suvih elemenata paralelno, sa prekidačem u kolu. Videćete reagovanje kompas pri proticanju struje. Iglu kompas možete postaviti i neposredno iznad žice, pa onda posmatrajte efekat.

b. Postavite vertikalno žicu i napravite sekciju polja. Za ovaj eksperiment napravite postolje visine dve stope, sa bazom otprilike 8 inča \times 8

inča (sl. 129). Polica (S) je postavljena na polovini postolja. Kruta bakarna žica prolazi kroz središte police i završava se u T i T. Radi proučavanja polja upotrebite mali kompas u kutiji, ili gvozdene opiljke. Upotrebite jednosmernu struju.

c. Projektujte položaje gvozdenih opiljaka. Napravite projekcionu jedinicu za projektor koji je opisan na strani 71.) Provrtite rupu u središtu staklenog poklopca projektor, ili u komadu prozirne plastične mase iste veličine ($3\frac{1}{4}$ inča \times 4 inča). Napravite ram dimenzija prikazanih na slici 130, pa odozgo postavite staklo. Za jednu stranu pričvrstite vertikalni komad. Kruta bakarna žica prolazi kroz rupu i završava se na priključnicama kod T i T. Postavite celu jedinicu ispred projektor. Povežite paralelno četiri i više suvih elemenata, sa prekidačem u kolu kada je kolo zatvoreno, gvozdene opiljci će se raspršiti, a na ekranu ćete moći da vidite sliku.



Sl. 131.

d. Proučite efekte nekoliko raznih namotaja žice. Napravite postolje sa dimenzijama koje su prikazane na slici 131. Izbušite dva paralelna niza rupa. Nizovi su međusobno udaljeni 3 inča. Rupe se nalaze na razmaku od 3 do 4 inča. Kroz rupe provucite bakarnu žicu, praveći helikoidalni kalem prečnika 3 inča. Postavite priključnice. Struja iz četiri ili više suvih elemenata vezanih paralelno stvara polje, koje se može ispitivati malim kompasima ili gvozdenim opiljcima.

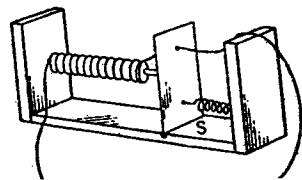
e. Napravite jednostavan elektromagnet. Obmotajte težak klin (kome ste uklonili zašiljeni kraj), ili gvozdeni zavrtnanj sa 20 do 50 namotaja izolovane bakarne žice br. 24. Povežite dva ili tri suva elementa i posmatrajte efekat na kompasu i na nenamagnetisanom gvožđu. Na metalni zavrtnanj navucite cilindar od kartona, pa oko njega omotajte žicu. Efekat jezgra može se prikazati uvlačenjem i izvlačenjem zavrtnja pošto je elektromagnet uključen.

Vidi stranu 290.

2. Sugestija za proučavanje magnetskih efekata elektriciteta

a. Povezivanje suvih elemenata paralelno daje bolje magnetno polje no što se dobija pomoću istog broja elemenata vezanih u seriju.

b. Struju treba uključiti veoma kratko da bi se izbeglo oštećenje ćelija. Taster prekidač pomaže da se zašтите ćelije.



Sl. 132.

Jednostavni elektromagnetni uređaji

1. Električno zvonce i zujalica

a. Upotrebite veliko demonstraciono električno zvonce, koje se može nabaviti u trgovini.

b. Nacrtajte električno kolo zvonca ili zujalice.

c. Uzmite kompas da proverite polaritet elektromagneta zvonca, kada je kolo zatvoreno.

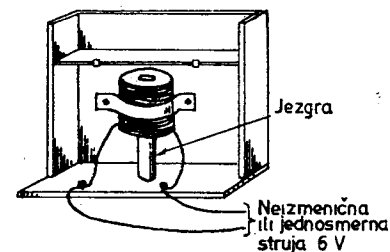
d. Sklopite demonstracionu zujalicu. Kalem od 50 do 100 namotaja izolovane bakarne žice br. 22 omotajte oko jezgra mekog gvožđa, koje je ugrađeno u okvir. (Vidi sliku 132). Kod S u bazi napravite udubljenje. Postavite jednu gvozdenu ploču vertikalno, tako da je njen kraj u udubljenju. Opruga joj ne dozvoljava dodir sa elektromagnetom. Strujno kolo kroz kalem je zatvoreno kada je kraj žice u kontaktu sa gornjim delom ploče. Doterivanjem opruge i menjanjem broja ćelija, ploča se kreće napred i nazad.

2. Princip solenoida

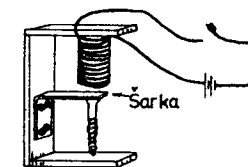
a. Sklopite jedno električno gong-zvonce. Solenoid se sastoji od 250 namotaja izolovane bakarne žice br. 22 na kartonskoj cevi prečnika $\frac{1}{2}$ inča i dužine 4 inča. Kalem drži ram, koji se nalazi približno na 2 inča iznad baze (sl. 133). Klip je sačinjen od gvozdene šipke prečnika $\frac{1}{4}$ i dužine 4 inča. Pomoću drvenih klinova, postavljenih na jednu petinu dužine šipke, sa oba kraja, pričvrstite jednu čeličnu šipku dobrog zvučnog kvaliteta, neposredno iznad solenoida. Na gornji kraj klipa možete prilepiti parče tkanine da bi se ublažio ton i sprečilo prljanje klipa za šipku.

b. Pretvorite uređaj iz (a) u elektroprekidač. Čeličnu šipku zamenite običnim jedнопolnim prekidačem, kod koga se preklopni pomični deo direktno nalazi iznad klina solenoida. Prekidač pričvrstite za ram i povežite sa kolom. Upotrebite jednosmernu struju. Doterajte reostat tako da pojačava struju sve dok klin ne skoči naviše i ne prekine kolo.

c. Prikazite kupovna električna gong-zvona i elektroprekidače.



Sl. 133.



Sl. 134.

3. Princip telegrafa i releja

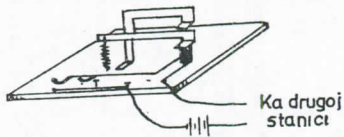
a. Napravite prost model tastera. Načinite ram visine oko 6 inča. Dva zavrtnja postavljena su kao što je prikazano na slici 136, pri čemu je oko gornjeg zavrtnja namotano 25 ili više namotaja žice. Šarku postavite

tako da jedan njen krak stoji između glava dva zatvrtnja. Pomoću jednog ili dva suva elementa, sa prekidačem, načinite kolo.

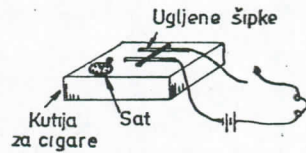
b. Upotrebite jednostavnu kupovnu telegrafsku postaju.

c. Napravite jednostavnu telegrafsku stanicu kao što je ona prikazana na slici 135. Komadi A i B su od mekog čelika. Oni su isečeni i savijeni kao što je prikazano na slici. Na zavrtanj za elektromagnet E namotajte 50 namotaja izolovane bakarne žice br. 22. Jednu oprugu stavite kod P i podesite njenu zategnutost. Jednopolni prekidač postavite u S, a polužni prekidač u T. Dodajte priključnice. Ovakve dve stanice možete postaviti u kolo, tako da je prekidač S zatvoren za prijem, a otvoren za odašiljanje poruka.

d. Upotrebite kupovni relej. On se može postaviti u telegrafsko kolo opisano u (b).



Sl. 135.



Sl. 136.

4. Telefonski odašiljači i prijemnici

a. Rasklopite odašiljač i prijemnik starog telefona, ili slušalice za radio-aparat, pa proučavajte funkciju pojedinih delova.

b. Posmatrajte reagovanje komada gvožđa na promenljivo magnetno polje. Elektromagnet sa 100 do 200 namotaja povežite sa izvodom iz radio-aparata (umesto zvučnika). Jezgro elektromagneta nalazi se u vertikalnom položaju. Pomoću lake opruge obesite komad tankog lista gvožđa iznad njega. Uključite radio-aparat pa posmatrajte reakciju tog diska.

c. Sklopite telefonski prijemnik. Postavite list tankog, ali relativno čvrstog čelika u okvir, u blizini kraja stalnog magneta ($\frac{1}{16}$ inča). Oko magneta omotajte kalem od 150 namotaja izolovane bakarne žice, br. 32. Uređaj stavite u kolo sa komercijalnim odašiljačem i jednosmernom strujom. Struju podesite za rad.

d-1. Uzmite radio-slušalice kao odašiljače i prijemnike. Njih povežite u seriju, na razdaljini oko 20 stopa.

d-2. Na većim razdaljinama upotrebite dva suva elementa, kod kojih se prilikom upotrebe kolo zatvara pomoću polužnog prekidača.

e. Napravite jednostavan odašiljač. Koristite ugljene šipke, slične onima koje se upotrebljavaju za lučnu lampu. Jednu postavite preko dve druge, koje su u kolu sa slušalicama, sa jednim ili dva suva elementa i polužnim prekidačem (sl. 136). Slušalice su na priličnoj razdaljini. U slušalicama se može čuti kucanje sata koji ćete staviti u kutiju za cigare.

Transformatori i indukcija

Vidi stranu 294.

Radio

Vidi stranu 300.

Termo, foto i pijezo elektricitet

Vidi strane 304 i 305.

Električni motori

1. Uzajamna delovanja magnetnih polja

a. Upotrebite magnetnu ljuljašku. Tešku bakarnu žicu savite u obliku ljuljaške. Na krajevima napravite kuke koje se mogu postaviti na kuke slične žice koja je na staklenoj šipki iznad. Ljuljašku postavite u kolo sa izvorom jednosmerne struje i prekidačem (sl. 137). Potkovičasti magnet postavite tako da se horizontalni deo žice nalazi između polova. Kada je kolo zatvoreno, žica reaguje na uzajamno delovanje magnetnih polja. Promenite smer struje ili okrenite magnet za 180° , ili učinite obe stvari, i posmatrajte efekat.

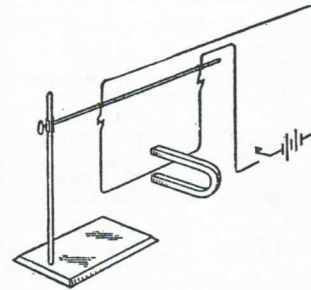
b. Elastičnu žicu vertikalno obesite između polova jednog magneta. Propustite jednosmernu struju kroz žicu. Promenite smer struje i posmatrajte efekat.

2. Elektromotori

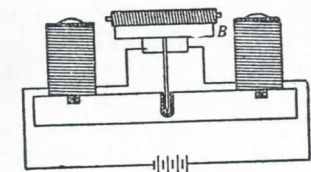
Nabavite u trgovini motore koji se mogu sklapati. Obično je to motor tipa „Sent Luis”. Ovakvim motorom možete da:

a-1. Prikažite razne delove: rotor, polje, komulator, četkice, itd.

a-2 Prikažite i stalne magnete i elektromagnete. Snaga magnetskog polja može se menjati i istovremeno proučavati njen efekat.



Sl. 137.



Sl. 138.

a-3. Menjajte položaj četkica da biste videli efekat.

a-4. Promenite smer struje odvojeno kroz polje i rotor ili kroz obe istovremeno.

a-5. Menjajte strujno kolo, radi proučavanja serijski vezanih elemenata, šantova i složenih namotaja.

a-6. Prekinite polja magneta i pomoću kompasa utvrdite polaritet kraja rotora, kada se svaki njegov kraj približava određenom položaju, ili se od njega odmiče.

b. Upotrebite motore koje možete nabaviti u trgovinama ili industrijske motore; proučite njihove delove i vrste namotaja.

c. Napravite jednostavan elektromotor (sl. 138). Zavrtnje koji se nalaze na razdaljini od $2\frac{1}{2}$ inča i koji su dugi 3 inča, omotajte žicom br. 20 u dva sloja, ali tako da smer namotavanja izaziva na glavama zavrtnjeva suprotan polaritet. Jezgro rotora je klin dužine tri inča. On je omotan jednim slojem žice br. 20. Kroz središte komada drveta B provucite mali klin. Za ovaj komad pričvrstite namotaj rotora. Kroz osovinu zaglavice (dužine 1 inč i $\frac{1}{2}$ inča prečnika probušite otvor, u koji ćete staviti klin. Zaglavica je spojena sa šipkom B, a za nju su pričvršćene dve bakarne trake, koje se pružaju gotovo do polovine zaglavice. Trake su segmenti komutatora. Za svaku od njih pričvrstite jedan kraj namotaja rotora. U sredini ploče izbušite otvor u koji ćete staviti nosač, napravljen od staklene cevi (dužine jednog inča) zatopljene na donjem kraju. Postavite rotor na mesto. Izbušite rupe na razdaljini od nosača, tako da gornji krajevi kalema dolaze sasvim blizu krajeva rotora. Jedan kraj svakog od namotaja kalema savijen je tako da služi kao četkica i pomoću stezaljke drži se u odgovarajućem položaju. U kolo spojite niz suvih elemenata i doterujte položaj četkica sve dok motor ne počne da radi.

Vidi stranu 293.

Osigurači

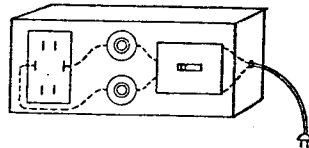
a. Napravite nekoliko raznih tipova osigurača i izložite njihove delove: utikač, telo osigurača, provodna žica. Tome možete dodati termostatski i elektromagnetni prekidač.

b. Upotrebite osiguračku tablu za zaštitu glavnih osigurača i lakšu zamenu. Napravite kutiju u koju možete staviti prekidač strujnog kola, dve patrone za izmenjive osigurače i izlaznu kutiju (sl. 139). Kutija je dovoljno duboka da u nju mogu da stanu prekidačka i izlazna kutija. Postavite dve patrone tako da vire samo gornji delovi, dok su žice i spojevi ispod. Postavite osiguranje linije; osigurači upotrebljeni na ploči imaju snagu za 5 A manje od osigurača dovodne strujne linije.

c. Demonstrirajte pregorevanje osigurača sa suvim elementom. Jedan kraj bakarne žice br. 36 do br. 40, dužine 6 inča, čvrsto je privezan za priključnicu dobrog suvog elementa. Drugi oko druge priključnice — kleme. Kraj žice povucite tako da smanjite dužinu žice između klem. Dok otpor opada, žica se zagreva do crvenog usijanja, a zatim topi.

d. Napravite uređaj pomoću koga ćete pokazati kako osigurač pregoreva. Stavite snažan reostat u seriju sa ampermetrom za nizmieničnu struju, koji je predviđen za struje veće od maksimalno dozvoljene struje osigurača. (Na primer, stavite osigurač od 5 A u kolo sa opsegom od 10 A). Otpor smanjujte sve dok osigurač ne prepore.

e. Ispitajte razne vrste osigurača u školskoj zgradi, u kući i na drugim mestima.



Sl. 139.

Električna kola

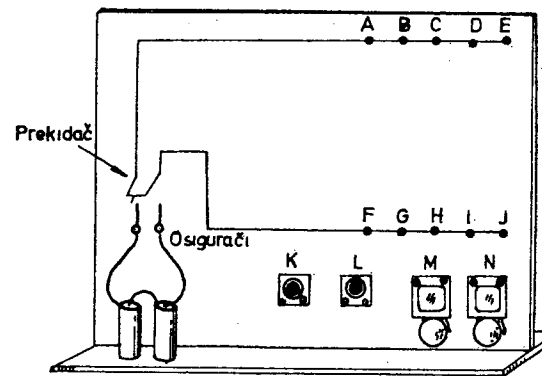
a. Upotrebite jednostavnu ploču sa električnim kolom. U ploču ugradite četiri ili više minijaturnih sijaličnih grla. Pored svakog grla montirajte veznu tačku i povežite je sa odgovarajućim priključkom grla. Možete upotrebiti priključnice starih suvih elemenata). Ploču opremite sijalicama, i povežite je sa suvim elementima. Kao dovodnice služe izolovane bakarne žice, sa čijih krajeva je skinuta izolacija. Promenom mašina vezivanja možete prikazati serijska i paralelna kola, i njihove kombinacije. Napon kombinacije suvih elemenata ne sme da pređe nominalni napon pojedinih sijalica u slučaju kada su one vezane paralelno, osim ukoliko ne želite preopterećivanje.

b. Menjajte kombinacije suvih elemenata upotrebljenih u (a).

c. Upotrebite voltmetre i ampermetre u eksperimentima (a) i (b) za merenje napona izvora, pada napona i struje u raznim delovima kola.

d. Upotrebite grupni otpornik (vidi stranu 105).

e. Upotrebite demonstracionu ploču za jednosmerna kola. Na postolje stavite komad šperploče, ili uzmite zidnu ploču, približnih dimenzija 3 stope \times 4 stope. Nju opremite grlima za osigurače i dvopolnim prekidačem. Za ploču privežite izolovanu bakarnu žicu br. 18 ili žicu većeg broja, i



Sl. 140.

povežite je sa prekidačem (Sl. 140). U mesta od A do J postavite priključke. Ploče (K i N) imaju priključna grla i električna zvona, priključke i otvore za kuke. Kao u (a) napravite dovodnice. Možete proučavati raznovrsna strujna kola. Na ploče možete da ugradite i druge jednostavne uređaje za jednosmernu struju (releje, itd.).

Vidi stranu 286.

Jednostavna sredstva

a. Prikažite sredstva kao što su električne lampe, aparati za pečenje hleba, električne pegle.

b. Koristite raznovrsne sheme uređaja koji se mogu nabaviti u trgovinama.

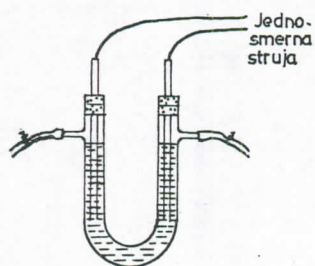
c. Napravite model električne sijalice. Napravite od fine bakarne (br. 30 ili manje) gvozdene ili nikl hromne žice kalem i stavite ga u bocu. Čep sa jednim otvorom drži kalem na mestu. Iz boce iscrpите vazduh, a zatim priključite kalem za kolo struje od 110 V. Pomoću reostata, struju pojačavajte sve dok žica ne počne da sjaji.

d. Rasklopite baterijsku lampu radi proučavanja. Ovakvu lampu možete da napravite ako postavite ćelije u bešavnu cev. Obezbedite dovode struje kroz reflektor.

Elektroliza i elektroprevlačenje

1. Elektroliza vode

a. Nabavite u trgovini Hofmanov aparat. Ako aparat nije opremljen zapušačima oni se mogu zameniti gumenim cevima sa stezaljkama. Napon jednosmerne struje može da bude od 3 do 12 volti.



Sl. 141.

b. Upotrebite cev za sušenje oblika U (sl. 141). Sa ovim uređajem kvantitativna analiza je nešto teža nego u (a) ili (c).

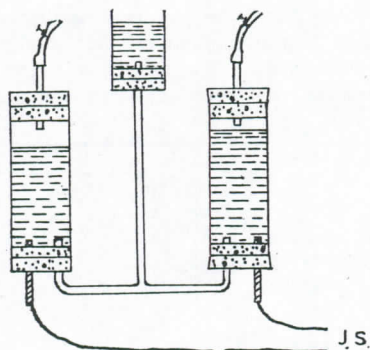
c. Uzmite dve otvorom nadole okrenute epruvete, graduisane cevi ili birete. Ovim ćete teže rukovati, ako upotrebite kiseli elektrolit, osim ako se kiselina ne doda pošto su ispunjene cevi okrenute. Dovodi elektroda moraju se prevući parafinom, lepljivom trakom ili voskom, ili zatvoriti u staklene cevi. Da u ovom postupku brže dobijete rezultate, upotrebite staklene cevi od 6 ili 7 mm.

d. Upotrebite tri staklene cevi spojene pomoću cevi oblika T (sl. 142).
e. Upotrebite projekcionu ćeliju opisanu na strani 78.

2. Sugestije za elektrolizu vode

a. Elektrode od grafita (ugljenika) su dobre ukoliko je elektrolit rastvor natrijum hlorida. Elektrode mogu biti šipke ćelija baterijskih lampi.

b. Platinske elektrode treba upotrebljavati sa rastvorom sumporne kiseline.



Sl. 142.

c. Pri kvantitativnom proučavanju elektrolize zapremina kiseonika manja je od polovine zapremine vodonika, i to zbog veće rastvorljivosti kiseonika u vodi, formiranja ozona i persumporne kiseline.

d. Odnos vodonika prema kiseoniku je bliži 2:1, ako se u elektrolitu nalazi natrijum hidroksid; rastvor se elektrolizira dva ili tri minuta pre prikupljanja gasova, a koristi manja gustina struje.

3. Galvanoplastika

Uzmite neku so bakra. Pomoću abraziva, ostružite metal koji treba prevući. Ulje se može otkloniti vrelim rastvorom natrijum karbonata, a oksidi pomoću 3 N (normalnog) rastvora azotne kiseline. Upotrebljeni rastvor treba da bude sastavljen od:

bakar sulfata	35 grama
sumporne kiseline	7 ml
etil alkohola	12 ml
destilisane vode	250 ml

U kolo jednosmerne struje ugradite ampermetar i promenljivi otpornik. U zavisnosti od veličine predmeta koji se prevlači, za postizanje dobre prevlake, struja treba da bude 0,5 A ili manja.

Vidi stranu 396.

SVETLOST I VID

Primedba: Nastavnik i učenici treba da imaju na umu da gotovo svaki eksperiment sa svetlošću i vidom treba da se obavlja u dobro zamračenoj, ili u nekim slučajevima, u potpuno mračnoj laboratoriji (ili učionici).

Prenošenje svetlosti

1. Rasprostiranje svetlosti

a. Obojte veliku kutiju za cigare (ili neku drugu, nešto veću kutiju po unutrašnjim stranicama mat crno). Jedna stranica kutije neka bude od stakla, tako da može da posluži kao ulaz. (Sl. 143). Na dve suprotne strane izbušite kružne rupe prečnika 1 do 2 inča. U te otvore stavite cevi, takođe po unutrašnjim zidovima obojene mat-crno. Kroz kutiju usmerite svetlost iz baterijske lampe, ili sijalice sa maskom. Unutar kutije se ne vidi nikakva svetlost, premda je predmet koji je postavljen u X osvetljen. Na ovaj način svetlost je, sama po sebi, navidljiva, ali osvetljava predmet.

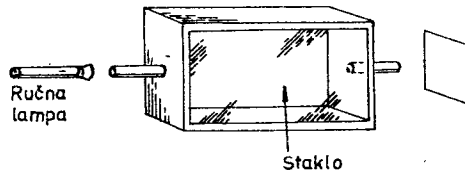
b-1. Stavite plitak disk, sa hartijom ili trdom koji tinja u dimnu kutiju sličnu onoj u (a). Dim postaje vidljiv, a put svetlosnih zrakova kroz kutiju je prav. Baterijska lampa, sa maskom od hartije (koja ima otvor u sredini) postaljenom preko sočiva daje uski trag svetlosti, što omogućava proučavanje pravolinijskog prostiranja svetlosti.

b-2. Upotrebite dimnu kutiju opisanu na stranama 345 i 346.

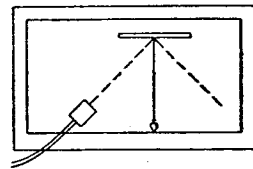
b-3. Ispitajte senku koja se dobija pomoću upaljene sijalice i sferičnog ili drukčijeg predmeta i sastavne delove senke (senka, polusenka), kao dokaz (oblik siluete) da svetlost putuje pravolinijski.

2. Refleksija svetlosti

a-1. Na tablu stavite ogledalo u metalnom ramu. Pomoću refleksije od ogledala pokažite da su ugao odbijanja svetlosti i ugao njenog upadanja jednaki. U ovu svrhu mogu se upotrebiti vakuum-kuka ili gvozdена kuka pričvršćeni za gore opisani ram (sl. 144). Da biste dobili položaj normale, za oslonac ogledala prikačite visak, ili na tabli nacrtajte vertikalnu liniju. Svetlosni izvor može da bude sijalica ugrađena u metalno kućište (sl. 145). Pregrada, sa prorezom širine $\frac{1}{4}$ inča daje vam zrak odgovarajućih dimenzija. Sočiva (žižna daljina 5 do 6 inča) postavite na kraju metalnog cilindra, koji se stavlja na kućište. Menjajući položaj sočiva, možete da fokusirate zrak. Umesto ovoga, možete upotrebiti baterijsku lampu kojoj ste preko „sočiva” prilepili trake međusobno udaljene $\frac{1}{4}$ inča. Vakuum-kuka, pričvršćena za sijalicu, ili baterijsku lampu, drži svetlosni izvor na tabli u željenom položaju. Možete posmatrati i meriti odbijene i upadne zrakove.



Sl. 143.



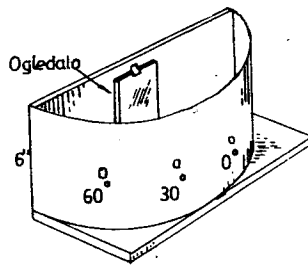
Sl. 144.

a-2. Posmatrajte put upada i odbijanja upotrebljavajući ogledalo koje je postavljeno ličem prema dnu posude sa vodom, kao što je na primer akvarijum sa staklenim zidovima. Voda je obojena fluoresceinom. Možete da upotrebite svetlosni izvor kao onaj u (a-1). Sa strane posmatrajte put svetlosti.

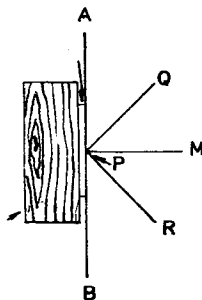
a-3. Pričvrstite ravnu staklenu ploču za ogledalo pod pravim uglom, duž njegove ivice. Osvetlite uskim zrakom ili trakom svetlosti ploču tako da svetlost pogodi ogledalo na rastojanju od jedne stope od normale (obeležiti). Izmerite ugao upadanja i odbijanja.



Sl. 145.



Sl. 146.



Sl. 147.

a-4. Pomoću metalnih štipaljki pričvrstite za komad drveta ogledalo sa malim otvorom koji je probušen u njegovom geometrijskom centru. Kroz otvor provucite klin, i zabijte ga u drvo da predstavlja normalu. Na

stranici komada izbušite rupu i na ovom mestu spojite zaglavnicu koja će služiti kao drška. Ona treba da bude dužine 6 inča. Ogledalo se može držati u bilo kom položaju; upadne zrake svetlosti možete dobiti na način opisan na strani 193. Ovaj uređaj pomoći će vam da pokažete značenje izraza normale i upadnog i odbojnog ugla.

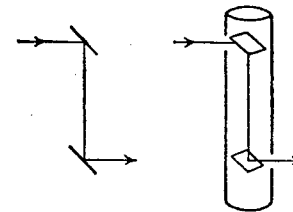
a-5. Za dve daske spojene pod pravim uglom pričvrstite polukružni komad kartona (sl. 146) i tako napravite reflektometar. U središtu vertikalne daske pričvrstite ogledalo širine 1 i dužine 5 inča. Vrelim klinom provrtite rupe kroz karton na sredini između gornjeg i donjeg dela, u intervalima od 30 stepeni. Svetlost sveće koja stoji ispred jednog otvora, može se videti pomoću odbijanja u ogledalu, samo kod odgovarajućeg otvora u drugom kvadrantu.

a-6. Uzmite optički disk (vidi stranu 344), koji u svom geometrijskom središtu ima ogledalo. Beležeci položaj nulte, ili normalne linije i okrećući disk proučite uglove upadne i odbijene svetlosti.

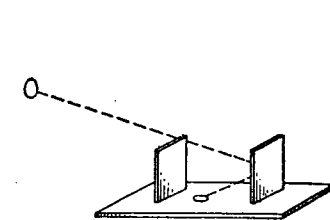
a-7. Pričvrstite ogledalo za komad drveta pomoću gumenih traka ili gumenih čepova sa vakuumom (sl. 147). Na listu hartije obeležite liniju AB. Komad drveta postavite tako da ogledalo stoji vertikalno u odnosu na liniju. Jednu pribadaču postavite u P, a drugu u Q. Gledajući iz R, pribadača može da se postavi tako da se poklapa sa slikom i pribadačom P. Sklonite ogledalo, i nacrtajte PM uspravno na AB. Nacrtajte PQ i PR, pa proučite uglove upadanja i odbijanja.

a-8. Prilikom proučavanja uglova upadanja i odbijanja uzmite periskop. Podesite ogledala koja su u cevima postavljena na nosače i proučavajte put svetlosti (sl. 148). Postavite ogledala međusobno pod pravim uglom, pa onda posmatrajte rezultat.

a-9. Posmatrajte efekte višestrukog odbijanja kada između dva paralelna ogledala, postavite nekakav predmet, na primer novčić (sl. 149). Posmatrač gleda iz tačke O, upravo iznad jednog ogledala.



Sl. 148.



Sl. 149.

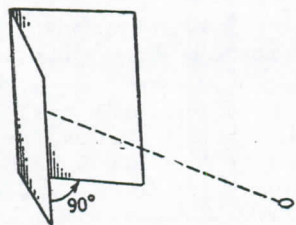
a-10. Ivice dva ogledala dodiruju se pod uglom od 45° . Postavite između njih novčić. Obratite pažnju na broj slika koja ćete dobiti kada menjate ugao između ogledala.

b-1. Na listovima belog kartona ispišite reči tok, pak, rat itd., postavite ih ispred ogledala, tako da su reči okrenute ka ogledalu. Proučavajte put svetlosti.

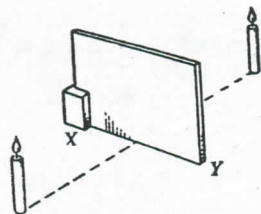
b-2. Stavite levu ruku pred ogledalo; zbog odbijanja čini vam se da je to desna ruka. To isto dešava se sa delovima glave i lica.

b-3. Stavite dva ogledala približne veličine 8 inča \times 12 inča, tako da im se ivice dodiruju tačno pod uglom od 90 stepeni. Posmatrač u tački O vidi svoj lik, ali se izokrenuti lik ne vidi u položenom ogledalu. Proučite put zrakova koji daju taj efekat (sl. 150).

c-1. Poduprite komad ravnog stakla 8 inča \times 10 inča na ivici pomoću jednog komada drveta sa urezanim prorezom. Zapaljenu sveću stavite na jednu stranu, na razdaljinu od nekoliko inča. (Slika 151). Na staklu se obeleži položaj slike sveće. Postavite drugu zapaljenu sveću iza stakla, na mesto lika. Povucite liniju duž ivice stakla (XY). Sklonite staklo, i izmerite upravnu razdaljinu između svake sveće i linije. Zapazite da se one nalaze na istoj razdaljini od ogledala.



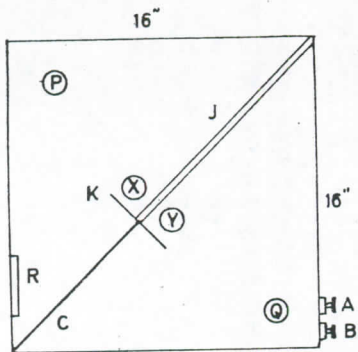
Sl. 150.



Sl. 151.

c-2. Stavite čašu sa vodom iza stakla (c-1). Upotrebljavajući kratku sveću pred staklom, ona se može zapaliti prividno ispod vode. Uređaj postavite na obrtno postolje tako da efekat mogu svi u učionici da vide.

c-3. Napravite drvenu kutiju sa dijagonalnom pregradom J i sa zastorom kod K. Pregradu produžite pomoću staklene ploče do C. U tački X postavite sijalicu od 60 W a u tački Y sijalicu od 20 W (sl. 152). Predmete postavite kod P i Q. U tački R napravite prozor. Paleći naizmenično svetlost u X i Y, predmet kod P može se promeniti u predmet kod Q, i obrnuto. Paleći sijalice istovremeno slike se mogu spojiti. Upotrebom reostata kod prekidača A i B, jedan predmet može postepeno da se pretvori u drugi.



Sl. 152.

d-1. Proučite odbijanje od konkavnog i konveksnog ogledala. Možete da upotrebite prednju i zadnju površinu kašike, pa ćete videti uvećanu i smanjenu sliku istog predmeta.

d-2. Upotrebite retrovizorsko ogledalo sa automobila i proučite njegovu neznatno konveksnu krivinu.

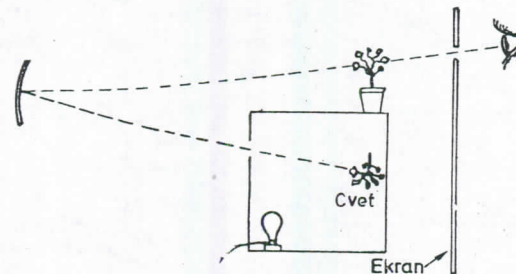
d-3. Pratite svetlosne zrake u konkavnom ogledalu za brijanje.

d-4. Uzmite posrebrene kugle za božićnje drvo kao konveksna ogledala. Sa predmetom kao što je plamen sveće, koja se drži na razdaljini od nekoliko stopa od kugle, možete proučavati veličinu, oblik i kretanje lika (kada se predmet pomera).

d-5. Upotrebite konveksne i konkavne cilindrične delove ogledala na optičkom disku. Pomoću njih možete proučavati principe odbijanja svetlosti uključujući u to i položaj normale.

d-6. Izvedite eksperiment sa „fantomskim cvećem“. Za ovo upotrebite konkavno ogledalo tako da se predmet i lik nalaze na razdaljini od ogledala približno dvostruko većoj od žižne daljine ogledala. (Slika 153).

Cvet postavite nešto ispod optičke osovine ogledala, pa će slika biti nešto viša. Ako cvet držite u tom položaju, možete postići da on prividno stoji u čaši sa vodom. Ako napravite otvor za posmatranje, iluzija će biti još stvarnija. Svetlost u kutiji mora da bude pažljivo zaklonjena. Konkavno ogledalo treba da bude prilično velikog prečnika. Ovu dobro poznatu iluziju, možete prikazati i u drukčijem vidu.



Sl. 153.

e. Pomoću svetlih i tamnih tkanina, ili listova hartije u dobro zamračenoj prostoriji, proučite difuziju svetlosti izazvanu odbijanjem od neravne površine. Sa svetlijim materijalima jasno se može videti količina rasute svetlosti. Projekcionom svetiljkom osvetlite ekran; razlika je jasno uočljiva kada je osvetljeni ekran prekriven prvo belom, a zatim tamnom tkaninom; prostorija postaje uočljivo tamnija.

Prelamanje svetlosti

1. Upotreba vode i stakla

a. Stavite novčić ili neki drugi mali predmet na dno neprozirne posude. Posmatrača postavite tako da ne može da vidi novčić. Novčić će videti ako gleda preko ivice posude, zatim neka se povlači dok mu se novčić ne izgubi iz vidnog polja. Tada pažljivo sipajte vodu u posudu, tako da se novčić ne pomera. Kako se nivo vode podiže novčić ulazi u vidno polje.

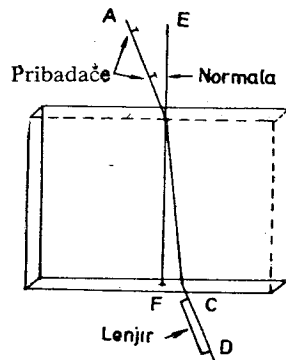
b. Demonstrirajte fenomen prelamanja prividnim „savijanjem“ štapa na površini vode, kada ga uronite u tečnost.

c. Stavite pravougaonu staklenu prizmu dimenzije približno 3 \times 4 inča, na jednu od njenih širih površina. Na komadu hartije, po ivicama prizme, iscrtajte njen oblik. Konstruišite liniju AB i na nju postavite dve pribadače (sl. 154). Postavite lenjir duž CD tako da je njegova ivica u liniji sa AB, pošto posmatrač u tački A posmatra staklo u liniji pribadača. Nacrtajte liniju koja predstavlja izlazni zrak. Konstruišite normalu na upadni zrak, pa spojite B i C. Na ovaj način je prikazan ceo put. Proučite odbijanje svetlosti na dvema površinama.

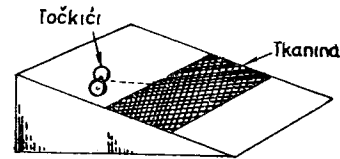
2. Upotreba analoga

Uzmite široku dasku, koja je nagnuta pod uglom od 10° do 20° u odnosu na horizontalu. Za dasku pričvrstite traku od tkanine (sl. 155). Postavite dva točkica prečnika $1\frac{1}{2}$ do 2 inča na osovину dužine 2 do 4 inča, i pustite ih da se kotrljaju niz strminu. Kada par točkova dođe do tkanine, smer puta će se promeniti, osim ako točkovi ne pogode ivicu tkanine pod uglom od 90 stepeni. Umesto tkanine, u odgovarajući položaj možete staviti pesak. Pesak možete oblikovati kao sočivo, i pri tom posmatrajte promenu puta.

Vidi strane 321 do 324.



Sl. 154.



Sl. 155.

Sočiva i upotreba sočiva

1. Kamera sa tačkastim otvorom (kamera obskura)

a. Skinite jednu stranicu velike kutije za cigare (kutije za krede, ili neke druge kutije slične veličine) i stavite ekran od brušenog stakla. Lepljiva traka dovoljna je da drži staklo na mestu. Na stranici nasuprot ekranu izbušite veliku rupu i pokrite je komadom tankog metala, u kome ćete napraviti malu rupu (pomoću šivaće igle). Usmeravajući kameru prema dobro osvetljenim oblastima, likovi mogu jasno da se vide na ekranu, naročito ako je kutija dobro zaklonjena.

b. Napravite sliku pomoću kamere obskure. Stavite nosač filma blizu objektivu. Film mora da bude zaštićen od prodiranja svetlosti u unutrašnjost. Vreme ekspozicije je približno pola časa.

c. Pokažite efekat tačkastog sićušnog otvora u velikoj, dobro zamračenoj sobi; napravite na zamračenom prozoru otvor (prečnika približno 1 inč), kroz koji će prodirati svetlost. Dobro osvetljeni predmeti spolja mogu se videti na suprotnom zidu. Lik je izvrnut.

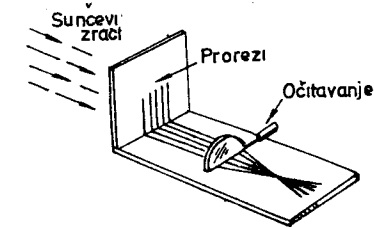
2. Osobine konveksnih sočiva

a-1. Konistite deo konveksnog sočiva u optičkom disku. Paralelni zraci svetlosti dolaze kroz proreze, osvetljene jakim izvorom svetlosti. Posmatrajte konvergenciju zrakova.

a-2. Uzmite lupu za čitanje (ili neko drugo slično sočivo) i stavite je na karton savijen pod pravim uglom. Na delu koji je povijen nagore napravite proreze na razdaljini od jedne polovine inča. Na daljini od 4 inča od ovog zastora isecite zarez u koji možete staviti lupu (sl. 156). Za proučavanje efekta sočiva potrebna je jaka svetlost, na primer sunčeva.

a-3. Stavite bocu ili posudu sa vodom, slično sočivu u (a-2), u kartonski okvir i posmatrajte konvergirajuće osobine sočiva.

a-4. Posmatrajte efekte krivine sočiva fokusirajući datim sočivom lik jednog predmeta na ekran. Rastojanje između predmeta i ekrana je konstantno. Menjajte sočiva podešavajući im položaj tako da lik bude u žiži. Pomoću ovog eksperimenta proučavajte odnose između položaja sočiva, veličine njihove krivine, i odgovarajuće veličine predmeta.

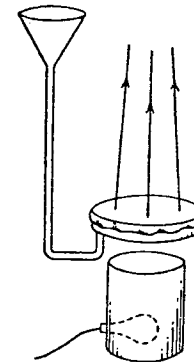


Sl. 156.

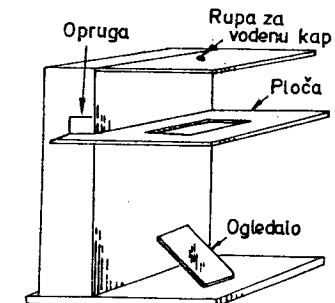
a-5. Pomoću dva stakla za sat (prečnika 7 do 10 cm) priljubljena jedno uz drugo tako da su im konkavne strane unutra napravite vodeno sočivo. Odvojte ih u jednoj tački pomoću rascepke. Rastopite pečatni vosak vodeći računa da prilikom upotrebe ne bude suviše vreo. Ivce stakala za satove potopite u vosak u svim tačkama, izuzev one tačke u kojoj se nalazi rascepka. Kada se vosak ohladi, izvadite rascepku i pomoću medicinske kapaljke nalijte vodu između stakla. Kada je ovako napravljeno

sočivo ispunjeno, otvor zalijte voskom. Sočivo možete upotrebiti u uobičajene svrhe, na primer, za paljenje hartije ili fotografisanje. Pomoću sličnog para stakala za satove, bez vode, pokažite da je prisustvo vode bitno.

a-6. Napravite vodeno sočivo pomoću staklenih ili plastičnih diskova prečnika 3 do 4 inča. U blizini periferije provrtite rupu i u nju stavite staklenu cev i zaptite. Disk prevucite tankim listom lateksa, koji je pomoću lepila pričvršćen za ivicu (sl. 157). Jedna gumena cev vezuje staklenu cev za levak. Propustite svetlost kroz aparaturu koja se nalazi niže. Dodajte vodu iz levka, pa ćete videti da se sočivo ispućuje i žižna daljina smanjuje.



Sl. 157.



Sl. 158.

a-7. Uzmite kap vode kao sočivo. Izbušite malu rupu prečnika $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{16}$ inča na metalnoj ploči. Pomoću zaobljene šipke oko rupe napravite malo ugnuće. Posle bušenja, ivice rupe treba potpuno zagladiti. Ploču obojite crno. Pošto se osuši, uklonite boju koja je ispunila rupu. U rupu sipajte kap vode. U visećem položaju, ona formira konveksno sočivo. Ispod sočiva postavite ekran, koji može da se podešava a ispod njega ogledalo pod uglom od 45° (sl. 158). Na ovaj način predmet je jasno osvetljen. Pažljivim doterivanjem nivoa ekrana možete dobiti dobar mikroskop. S vremena na vreme, morate napraviti novo sočivo.

3. Žižna daljina sočiva

a-1. Utvrdite žižnu daljinu ravno-konveksnih ili dvostruko konveksnih sočiva. Fokusirajte sunčevu svetlost na list hartije. Prateći efekti grejanja su prilično jaki.

a-2. Fokusiranjem lika nekog predmeta koji se nalazi na nekoliko stotina metara od ekrana možete prilično tačno utvrditi žižnu daljinu. Optičku klupu (metarski štap sa delovima za držanje optičke opreme) sa pomičnim sočivom i zaklonom upotrebite u delimično zamračenoj odaji, Odabrani predmet treba da bude dobro osvetljen. Razdaljina između sočiva i zaklona se menja, sve dok se dobije oštra slika. Ta razdaljina predstavlja približnu žižnu daljinu.

a-3. Postavite ravno konkavno, ili dvostruko-konkavno sočivo na optičku klupu. Predmet stavljate u različite položaje, a posmatrač neka pokuša da zapazi sliku na zaklonu sa druge strane sočiva. Ne može se dobiti realni lik. Postavite sočivo blizu štampane stranice. Zatim ga postepeno udaljavajte. Zapazite položaj i veličinu slike.

Vidi stranu 324.

Izvori svetlosti

1. Vrste izvora

a. Nabavite i upotrebite što je moguće više raznih vrsta izvora svetlosti. Možete proučavati sledeće razne vrste:

Petrolejska lampa
Voštana sveća
Kerozinska lampa
Gasna lampa
Benzinska lampa

Električna sijalica
Sijalica sa užarenom ugljenom niti i sa žicom od volframa
Neonska sijalica
Svetlost ugljenog luka
Fluorescentna svetlost

b. Povedite računa o sledećem:

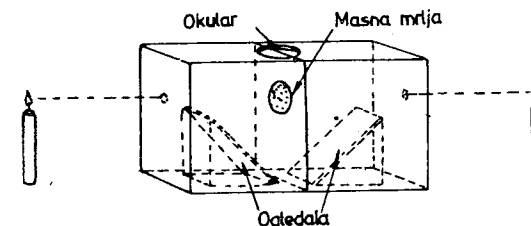
- (1) izvoru energije;
- (2) intenzitetu izvora (kvalitativni)
- (3) troškovima rada.

2. Relativni intenzitet

a. Postavite instrument za merenje jačine svetlosti (fotoelektričnog tipa) na određenu razdaljinu (približno na 10 stopa) pa poredite svetlosne izvore.

b. Upotrebite fotometar sa masnom mrljom za poređenje izvora. Ovaj uređaj može se kupiti, ili se može napraviti tako što ćete pričvrstiti komad belog papira za drveni okvir, kojim će te prekriti otvor u okviru (slika 159). Na hartiju stavite kap prozračnog ulja („masna mrlja“). Ram postavite u centralni položaj u kutiji, kao što je, na primer, kutija za cigare. U zidovima izbušite rupe prečnika 1 inč, tako da budu u liniji i naspram masne mrlje. To omogućava da se svetlost iz izvora poredi. Isecite za posmatranje na gornjem delu otvor prečnika 3 inča. Taj otvor isecite tako da ga ivica rama seče po polovini. U oba dela kutije stavite ogledala tako da se odbijena svetlost od masne mrlje može videti odozgo i to sa obe strane istovremeno. Možete od drveta da izrežete trostrane piramide i za njih zalepите ogledala.

Izvori koji se poredе postavljaju se na suprotnim krajevima fotometra. Njihovu razdaljinu menjajte sve dok se lik masne mrlje ne bude video podjednako osvetljen sa obe strane. Razdaljinu svakog od izvora od masne mrlje izmerite i utvrdite relativni intenzitet dizanjem na kvadrat ovih razdaljina. Intenziteti izvora direktno su proporcionalni vrednostima ovih kvadrata. Ako se kao jedan izvor upotrebi standardna sveća, direktno se može utvrditi snaga drugog izvora u svećama.



Sl. 159.

Za ovaj eksperiment prostorija treba da bude dobro zamračena, tako da spoljni izvori svetlosti ne utiču na merenje.

c. Pomoću fotometra uporedite sijalice sa užarenom niti koje ste već upotrebljavali i koje su potamnele sa novijim sijalicama.

Vidi strane 305 do 307, na kojima su izložene druge metode fotometrije.

3. Osobine svetlosti

a-1. U dobro zamračenoj sobi, uporedite izgled raznih obojenih tkanina osvetljenih raznim svetlosnim izvorima.

a-2. Proučite razne uzorke zidne površine (površine različitih boja i kvaliteta boja, zidove prevučene tapetima), kada su osvetljene različitim svetlosnim izvorima. Kao izvor možete da upotrebite i sijalice sa užarenom niti; one mogu biti nove i stare i manje i veće snage. Isto tako, možete da upotrebite fluorescentne sijalice i sveće.

Vidi stranu 335.

Osvetljenje

1. Zakon recipročne zavisnosti od kvadrata

a. Stavite komade tvrdog, belog kartona, stranice jedne stope, na postolja tako da stoje vertikalno na istim visinama prema stolu (slika 160). Na jednom od ovih kvadratnih komada kartona u geometrijskom centru kartona isecite kvadratnu rupu stranice 1 inč. Na drugim kartonima, u njihovim geometrijskim centrima, iscrtajte kvadrate stranice 2 inča, 3 inča, itd. Da bi se jasnije prikazala površina svakog kvadrata, možete ucrtati i poprečne linije.

Na jednu stopu od kartona sa otvorom stavite izvor svetlosti, relativno niskog intenziteta (kao što je sveća). Karton sa iscrtanim kvadratom od četiri inča postavite na razdaljinu od dve stope od sveće tako da svetlost koja dolazi kroz otvor prekriva iscrtanu površinu. Poređenje svetlosti koja se odbija od površine prvog kartona može se uporediti (kvalitativno) sa onom koja se odbija od opcrtane površine drugog kartona.

Sada sklonite karton na kome ste imali ucrtan kvadrat stranice 4 inča, pa na razdaljinu od tri stope od sveće postavite karton sa kvadratom površine 9 kvadratnih inča. Kao i gore, podesite kartone i vršite ista posmatranja.

b. Uzmite instrument za merenje intenziteta svetlosti i vršite očitavanje postavljajući ga uzastopno na razdaljinu od jedne, dve, tri stope itd., od sveće. Možete upotrebiti i druge svetlosne izvore, vodeći računa da se čelija instrumenata ne ošteti izlaganjem suviše intenzivnoj svetlosti.

Vidi strane 305 do 307.

2. Merenje osvetljenja u sobi

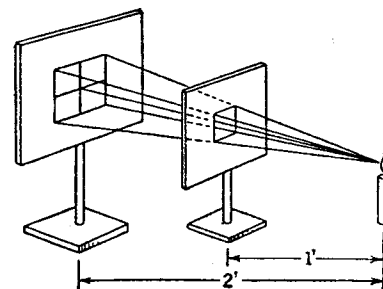
a-1. Pomoću instrumenata za merenje intenziteta svetlosti horizontalno postavljenih na vodoravne površine klupa i stolova u učionici, sa otvorom čelije nagore, proučavajte svetlost koja pada na ove površine. Napravite skicu prostorije i unesite na crtež očitavanja u odgovarajućim tačkama, u sledećim uslovima:

- (1) zavese navučene i svetlost ugašena,
- (2) zavese polonavučene i svetlost upaljena,
- (3) tmurni dan i upaljena svetlost.

a-2. Izmerite svetlost koja pada na tablu i dijagrame stavljajući svetlomer u vertikalni položaj ispred table i dijagrama, tako da je otvor čelije okrenut prema posmatraču. Ovo možete činiti u različitim uslovima osvetljavanja.

a-3. Proučite osvetljenje u drugim prostorijama škole (u auli, u radionici, u čitaonici).

a-4. Posmatrajte osvetljenje raznih prostorija u kući; uočićete vezu između osvetljenja i funkcije prostorije (kuhinja, trpezarija, soba za rad, itd.).



Sl. 160.



Sl. 161.

3. Merenje reflektivnosti površina

a. Stavite svetlomer blizu zida, sa otvorom čelije prema zidu. Treba voditi računa da senka čelije ne ometa očitavanje. Na razdaljini od oko 6 inča, očitavanje treba da bude konstantno. Zatim svetlomer okrenite tako da je otvor čelije okrenut napred, na istoj razdaljini od zida. U tom položaju očitajte. Deljenjem očitavanja za reflektovanu za očitavanjem za upadnu svetlost dobijate faktor refleksije. Možete ga odrediti za raznovrsne površine.

b. Proučite reflektore za lampe mereći svetlost koja pada na svetlomer-kada je lampa sa reflektorom i kada je bez njega.

4. Uslovi koji daju bljesak

a. Izbušite rupu (prečnika 2 inča) u listu kartona stranice oko dve stope. U redovima ispišite reči, a nasumce odabrana slova upišite oko rupe (slika 161). Iza rupe, na razdaljini od jedne stope, stavite sijalicu od 100 W. Posmatrajte efekat na pojavu štampanih redova.

b. Stavite nezapaljenu sijalicu od 100 W na razdaljinu od četiri stope od oka, tako da vidite objekte iza nje. Zatim upalite sijalicu i uporedite izgled istih predmeta sa onim pre no što je sijalica bila zapaljena.

c. Uporedite efekte u (b) sa efektom koji se dobija kada upotrebite sijalicu od 25 W.

d. Služeći se postupkom koji smo opisali u (b), uporedite količinu bljeska koju proizvodi sijalica sa užarenom niti od 40 W sa bljeskom koji daje fluorescentna sijalica od 40 W.

e. Držite zapaljenu lampu sa užarenom niti bez abažura u direktnoj liniji vida. Pomerite je na jednu stranu sve dok se predmeti u direktnoj liniji vida ne mogu jasno videti (to je najčešće oko 30 stepeni). Objasnite primenu ovoga na osvetljavanje.

f-1. Posmatrajte smanjenje bljeska osvetljene, abažurima nezaštićene sijalice kada joj stavite opalescentnu kuglu. Možete primeniti postupak opisan u (b).

f-2. Utvrdite transmisioni faktor prozračnih materijala. Pustite da svetlost direktno pada na svetlomer i zabeležite očitavanje. Prozračni i providni materijali (bistro staklo, celofan, plastika, opalescentno staklo itd.),

stavlja se na put svetlosti ka svetlomeru pa onda vrše očitavanja. Odnos propuštene svetlosti prema ukupnoj svetlosti na površini predstavlja transmisioni faktor.

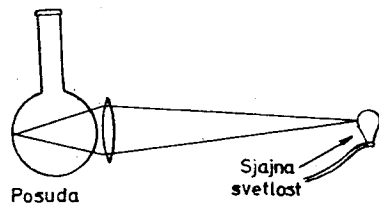
g. Prekrite štampani list listom nabranog celofana. Štampani tekst se može teško čitati. Zatim sklonite list celofana ne menjajući položaj štampanog lista pa uporedite lakoću čitanja bez celofana sa čitanjem kroz celofan.

Oko i njegov rad

1. Modeli oka

a. Napunite sferičnu bocu vodom koja je unekoliko mlečnog izgleda. (Pet grama natrijum tiosulfata rastvorite u litru vode i dodajte dva mililitra hlorovodonične kiseline da biste dobili „mlečnu vodu“.) Postavite sočivo u blizinu boce tako da se lik sjajne svetlosti fokusira na zadnjoj stranici boce (slika 162). Kako svetlost pokrećete gore-dole, kreće se i slika na mrežnjači, ali u suprotnom smeru, pokazujući inverziju lika. Pokretanjem predmeta (svetlosti), bliže ili dalje „od oka“, pokazuje se potreba za akomodacijom. Sočivo se može približavati ili udaljavati od oka da biste demonstrirali kratkovidost ili dalekovidost. Možete ovde uvesti i korekciona sočiva radi demonstracije principa korekcije. (To je detaljno opisano u udžbeniku fizike).

b. U posudi od jednog galona na jednoj stranici otvorite prozor, i tu postavite bikonveksno sočivo da predstavlja kristalno sočivo, a pokretnu mrežnjaču nasuprot sočivu (slika 163). Posuda može da se ispuni dimom pomoću zapaljenog truda tako da vam put svetlosti bude vidljiv. Svetlost iz izvora svetlosti fokusira se na mrežnjaču pomeranjem napred i nazad (mrežnjača je postavljena na šipku koja klizi kroz drugi otvor). Ispred posude postavite vodice za korekciono sočivo i jedan otvor bez sočiva (za normalan vid). Na vodice stavite konveksna i konkavna korekciona sočiva. Uslovi kratkovidosti ili dalekovidosti, a takođe i potreba za akomodacijom, mogu se stvoriti pomeranjem mrežnjače od žižne oblasti sočiva. Korekcija se postiže na taj način što se okretanjem tačno postavlja odgovarajući tip korekcionog sočiva na odgovarajuće mesto.



Sl. 162.

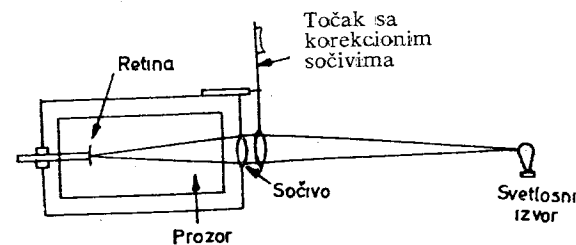
c. Demonstrirajte delove oka pomoću konveksnog sočiva, „zaklona“ umesto mrežnjače i osvetljenog predmeta. Relativni položaj sočiva i zaklona možete menjati da biste pokazali defekte oka, kao što je pomenuto u (a) i (b), a zatim postavite odgovarajuća korekciona sočiva.

d. Nabavite u trgovini modele oka za ispitivanje i poučavanje.

2. Karakteristike oka

a. Posmatrajte ponašanje zenice oka druge osobe ili životinje, na primer mačke, kada u nju usmerite svetlost iznenadnih promena intenziteta. Zenica se vidljivo širi i skuplja.

b. Utvrdite mesto slepe mrlje na mrežnjači pomoću kartona na kome su na razdaljini od tri inča napravljeni krug i krst. Kada je jedno oko zatvoreno, pogled drugog koncentrisan je na krug. Posmatrajte karton sve dok se krst ne izgubi. U ovom položaju, uređujte položaj slepe mrlje na mrežnjači.

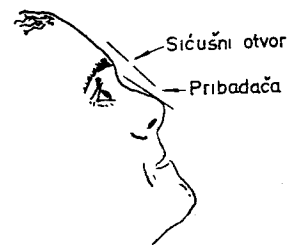


Sl. 163.

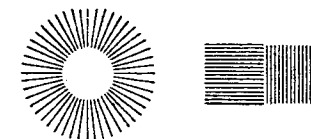
c. Pomoću prave pribadače i lista sa rupicom pokažite inverziju lika na mrežnjači oka. List postavite tako da je rupica direktno pred okom na razdaljini od 1/2 inča. Posmatrač gleda u nebo (slika 164). Glavica pribadače kreće se između lista i oka. Čini se da se ona kreće iz suprotnog pravca i da je u obrnutom položaju. Senka koju baca pribadača suviše je blizu oka da bi mogla da se obrne, a nju tumači mrežnjača kao izvrnutu.

3. Defekti oka

a-1. Proučavajte astigmatizam oka pomoću paralelnih ili radijalnih linija (slika 165). Ako niz zrakastih linija rotirate, videćete da su linije u jednom položaju u najoštrijoj žiži prema oku kada je ono astigmatično. Odgovarajući efekti dobijaju se upotrebom niza paralelnih linija.



Sl. 164.



Sl. 165.

a-2. Pokažite korekciju astigmatizma upotrebljavajući sočivo koje je brušeno za osobu s ovim defektom. Sočivo se postavlja u snop paralelne svetlosti (proizvedene lukom, sijalicom ili suncem), i svetlost se fokusira na zaklon. Razdaljina zavisi od krivine sočiva. Pojava fokusirane svetlosti ukazuje na potrebnu krivinu koja ispravlja sočivo oka.

a-3. Rotirajte sočivo ispred oka kroz svih 180 stepeni da biste zapazili efekat na izgled predmeta.

b. Ispitajte sočiva naočara koja se upotrebljavaju za korekciju kratkovidnosti i dalekovidnosti. Njihova sočiva stavite jedno naspram drugog i uočite njihovu relativnu zakrivljenost.

c. Proučite bifokalno sočivo. Svaki pojedinačni deo sočiva možete ispitati, pa ćete uočiti odnos njegove krivine i uloge.

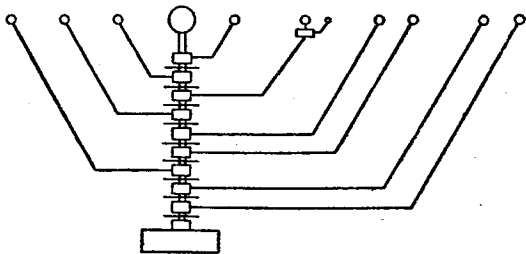
Vidi stranu 340.

ASTRONOMIJA

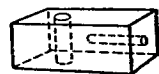
Sunčev sistem

1. Predstavljanje

a. Postavite mlečnu sijalicu od 60 W u sredinu dobro zamračene sobe. Ona će predstavljati Sunce. Globus Zemlje, čija je osovina uvek naklonjena ka imaginarnom polu, nosi se oko „Sunca“ u velikim kružnim putanjama. Globus se okreće oko svoje osovine da bi se prikazalo okretanje Zemlje. Jedna teniska lopta, koju ćete nositi oko Zemlje, predstavlja Mesec. (Za postolje globusa možete pričvrstiti žicu koja će vam služiti kao nosač „Meseca“.) Na ovaj način možete da posmatrate Mesečeve faze, pomračenja, godišnja doba, dan i noć. Ako ove lopte prevučete aluminijumskom bojom, njihova refleksivnost će se pojačati, što će učiniti posmatranja još jasnijim. I druge planete možete prikazati pomoću lopti koje ćete nositi na pogodnim razdaljinama.



Sl. 166.



Sl. 167.

b. Izgradite model Sunčevog sistema oko vertikalne osovine, koja stoji na čvrstom postolju (slika 166). Prečnik osovine je $\frac{1}{4}$ inča. Na vrhu osovine nalazi se bela ili žuta kugla, koja predstavlja Sunce. Svaku planetu predstavlja kugla koja se nalazi na kraju čvrste žice. Pripremićete gvozdene blokove (veličine $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ inča) tako što ćete ih vertikalno izbušiti da mogu da se postave na osovину, a horizontalno tako da se u otvor može staviti žica koja nosi planetu (slika 167).

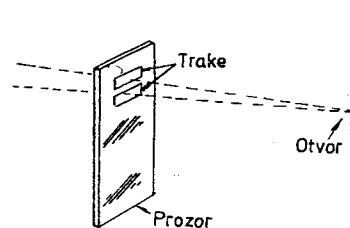
Napravite odgovarajuće postolje za prikazivanje kretanja Meseca oko Zemlje. Metalni blokovi na osovini međusobno su odvojeni pomoću podloški. „Planete“ možete obeležiti. Prikaz veličine, položaja i orbite je nužno sasvim aproksimativan. Ukupna veličina je određena materijalom i prostorom kojim se raspolaže.

c. Nabavite u trgovini odgovarajuću opremu koja prikazuje kretanje nekih članova sunčevog sistema.

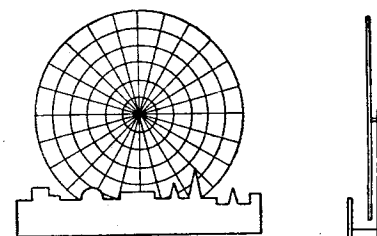
d. Upotrebite kombinaciju sočiva i ogledala koja prikazuje principe teleskopa. (Vidi stranu 327).

2. Posmatranja

a. Izračunajte veličinu Meseca, kada vam je poznata njegova udaljenost od Zemlje. Na međusobnoj razdaljini od $\frac{3}{4}$ inča prilepite dva komada lepiljive trake na prozorsko okno, ili komad stakla. To postavite između posmatrača i punog Meseca. Komad kartona, sa malom rupicom stavite pred oči i posmatrajte Mesec kroz rupicu i između traka. (Slika 168). Posmatrač se povlači unazad sve dok Mesec ne ispuni prostor između traka. Izmerite



Sl. 168.



Sl. 169.

razdaljinu između kartona i traka. Pretpostavljajući da je udaljenost do Meseca 239.000 milja, možete izračunati prečnik Meseca. Upozorenje: ova metoda ne treba da se upotrebljava za izračunavanje prečnika Sunca zbog mogućnosti povrede oka.

b. Izračunajte veličinu Sunca, kada znate njegovu udaljenost od Zemlje. U komadu kartona, koji ćete postaviti na prozor, čiodom probušite rupu. Prostor je inače zamračen, tako da svetlost ne može da uđe u sobu. Lik pada na karton postavljen pod pravim uglom u odnosu na zrak svetlosti. Na kartonu nacrtajte dve paralelne linije, na razmaku od jednog inča. Krećite karton sve dok lik ne ispuni prostor između linija. Izmerite razdaljinu od kartona do rupice na prozoru. Pretpostavljajući da se Sunce nalazi na udaljenosti od 93 miliona milja, proračunajte njegov prečnik.

c. Posmatrajte Mesec u periodu od nekoliko dana da biste zapazili njegove faze i položaj na nebu.

d. Upotrebite snažne durbine i teleskope za posmatranje planeta i površinu Meseca. Možete se poslužiti opremom opservatorije.

Zvezde

1. Mape zvezda

a-1. Postavite kružni komad šperploče ili panela (prečnik 4 stope) tako da može rotirati oko svog središta, postavljen na čvrstom vertikalnom osloncu. Obojite ga tamnoplavo. U razmacima od 4 inča ucrtajte koncentrične krugove, pri čemu će svaki predstavljati 10 stupnjeva udaljenosti od pola, obuhvatajući tako oblast od 60 stupnjeva. Radijuse ucrtajte u intervalima od 15 stupnjeva. (Slika 169).

Zvezde koje pripadaju sasvežđu u oblasti sa polom u središtu prikazane su tačkicama bele boje, čije su veličine proporcionalne veličini zvezda. Postavite veštački horizont ispred prednje strane kruga, tako da dodiruje krug u visini posmatrača.

a-2. Izmenite uređaj u (a-1), tako što ćete probušiti otvore kroz glavne „zvezde”. Veličina rupa su $\frac{1}{4}$ inča, $\frac{3}{8}$ inča, $\frac{1}{2}$ inča, u zavisnosti od veličine zvezde. Ukrasne sijalice za jelku (ili bilo kakve druge male sijalice) i prekidače ugradite na poleđini, tako što će se sijalice nalaziti ili u otvoru, ili neposredno iza njega. Sijalice zvezda svakog sasvežđa vezane su u nizu a u svako kolo postavljeni su odvojeni prekidači.

b-1. Prikažite posebna sasvežđa, ili oblasti kao što je bio slučaj u (a-1) na kartonu ili na čvrstoj hartiji.

b-2. Mape zvezda mogu se nabaviti u trgovinama. Neke su u vidu karti, neke kao sasvežđa osvetljene sa zadnje strane, a druge kao zvezdane sfere.

b-3. Napravite karte kao što je ona u (b-1) na tvrdoj hartiji, a zatim kartu postavite na valjak prozorske roletne. Kartu postavite na prozor u dobro zamračenoj sobi.

b-4. Obojite stari geografski globus tamnoplavo. Ucrtajte sasvežđe po njegovoj površini.

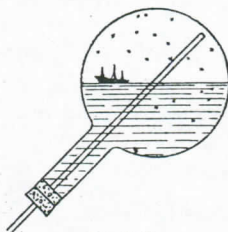
2. Modeli i projekcije

a. Bocu sa okruglim dnom začepite čepom sa otvorom, kroz koji ćete provući staklenu cev koja se pruža do dna boce. U bocu nalijte vodu do polovine i obojite je tamnoplavim mastilom. Ubacite u bocu mali brodić i začepite bocu. U izvrnutom položaju, ucrtajte sasvežđa po spoljnoj površini boce (slika 170). Takođe po ovoj površini možete ucrtati i zvezdani ekvator i ekliptiku. Staklenu cev postavite u položaj koji je paralelan Zemljinoj osovini. Izvođač ogleada posmatra sa palube „broda” koji se nalazi u boci.

b. Projektujte sasvežđa i kretanje zvezda koristeći komad kartona sa rupama koje su izbušene na mestima koja označavaju položaje zvezda. Karton stavite iznad snažnog izvora svetlosti i okrećite ga da biste prikazali prividno kretanje zvezda.

c. Napravite mape zvezda pomoću komada crne hartije veličine dijapozitiva $3\frac{1}{4} \times 4$ inča. Na ovim komadima hartije prikazana su sasvežđa rupicama željene veličine koje su izbušene oštrom klinom. Ovakav dijapozitiv može se napraviti za svako sasvežđe ili se nekoliko sasvežđa može staviti na jedan dijapozitiv. Ove možete projektovati u zamračenoj sobi. (Vidi stranu 76.)

d. Dijapozitiv sasvežđa za upotrebu u običnom projektoru može se nabaviti u trgovini. Ovakvi dijapozitivi prave se u vidu diska, kod koga je pol u središtu. Njih možete rotirati, naznačujući prividno kretanje zvezda.



Sl. 170.

KLIMA

Sastav vazduha

1. Sadržina kiseonika

a. Izvrnite dve velike epruvete, ili graduisane cevi u posudu sa vodom i učvrstite ih pomoću stezaljki. Stavite komad sveže očišćene čelične vune u jednu, a u drugu (kontrolnu) ništa. Postavite cevi tako da je nivo vode isti spolja i iznutra. Posle nekoliko časova uporedite rezultat u cevi u koju ste stavili čeličnu vunu sa rezultatom u kontrolnoj cevi. Uronite cev sve dok nivo vode ne postane isti i spolja i iznutra. Uporedite prvobitne i konačne zapremine.

Očistite čeličnu vunu neposredno pre upotrebe tako što ćete je na kratko potopiti u blagi rastvor azotne kiseline i odmah je prebaciti u posudu sa destilovanom vodom gde ćete je dobro isprati. Stavite je u razblaženi rastvor sirćetne kiseline radi aktiviranja. Otrсите suvišak kiseline sa čelične vune i stavite je u cev.

b. Pričvrstite relativno tanku, malu sveću pomoću nekoliko kapi voska za dno posude. Sipajte vodu u posudu, zapalite sveću i preko nje postavite izvrnuti stakleni cilindar. Uporedite prvobitnu i konačnu zapreminu.

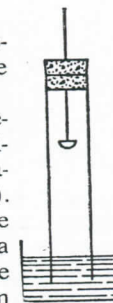
c. Uzmite staklenu cev prečnika od 1 do 3 inča, dužine 18 inča. Pripremite čep za nju, ali tako da kroz njega provučete dršku kašike za sago-revanje (slika 171). Potopite cev u posudu sa vodom. Stavite malu količinu crvenog fosfora u kašiku i zapalite je krajem vrele žice. Odmah zatim čepom začepite bocu. Posle prestanka reakcije, izjednačite nivo vode i uporedite prvobitnu i konačnu zapreminu.

2. Sadržina azota

a. Glavni sastavni deo koji ostaje posle određivanja kiseonika iz poglavlja 1. je azot. Možete proučavati njegove osobine (vidi laboratorijski priručnik za opštu hemiju).

b. Prikažite prisustvo azota u vazduhu njegovom upotrebom za pripremanje amonijaka. Stavite 4 do 5 grama magnezijumove žice u otvorenu bocu i jako zagrejte. (Treba voditi računa da plamen ne dođe u direktan kontakt sa magnezijumom). Jedan od dobijenih produkata je magnezijum nitrit. Pošto se boca ohladi, kanite nekoliko kapljica vode. Razlaganjem nitrata stvara se amonijak, čije se dobijanje može utvrditi tako što ćete staviti otvorenu bocu ili posudu sa hlorovodoničnom kiselinom u blizini boce i dunuti iz pravca jedne boce ka drugoj. Formiranje amonijum hlorida (beli talog) ukazuje na prisustvo amonijaka. Stavite traku vlažne crvene lakmus hartije na grlić boce, pa posmatrajte promenu boje.

c. Proizvedite azot reakcijom amonijum hlorida i natrijum nitrata. Stavite zasićen rastvor amonijum hlorida u levak za izdvajanje i sipajte ga kap po kap u rastvor natrijum nitrata (20 grama nitrata na 100 mililitara vode) koji se nalazi u blizini temperature ključanja. Prikupite azot iznad vode.



Sl. 171.

3. Vodena para u vazduhu

a. Stavite bezvodni bakar sulfat na satno staklo i izložite ga atmosferi nekoliko časova. Beli prah postepeno postaje plav; formiraju se kristali hidratizane soli.

b. Stavite nekoliko grama natrijum hidroksida u obliku granula ili anhidrovanog kalcijum hlorida na satno staklo ili na posudu za isparavanje. Posle nekoliko časova oba ova hemijska jedinjenja apsorbiraju dovoljno vlage iz vazduha i postaću veoma vlažna.

c. Pomoću Toričelijevog barometra (vidi strane 214 i 356) prikažite pritisak vodene pare. Napunite barometar suvom živom i izvrnite ga nad otvorenim posudom sa živom. Živa pada na onu visinu na kojoj je atmosferski pritisak drži. Napunite vodom medicinsku kapaljku sa savijenim vrhom; u veoma malim količinama unosite je u cev vrhom kapaljke ušavši ispod kolone. Voda će isparavati na površini žice, čiji će nivo opasti, pokazajući povećani pritisak (zbog vodene pare) u cevi.

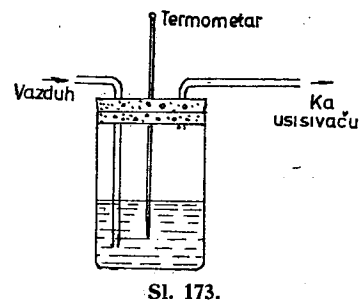
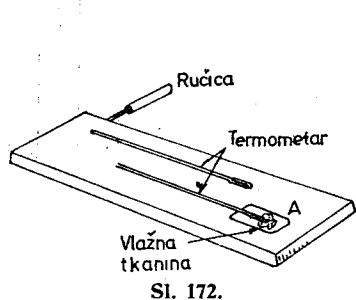
4. Ugljen dioksid u vazduhu

a. Stavite bistru krečnu vodu ako je potrebno (filtriranu da bi bila bistra) u plitku posudu, kao što je satno staklo. Izložite tečnost vazduhu. Posle nekoliko sati skrama kalcijum karbonata pojavice se na površini, ukazujući na reakciju sa ugljen dioksidom.

b. Izvedite bržu demonstraciju od one u (a), stavljajući krečnu vodu u bocu u koju ćete uduvati vazduh pomoću crpke, kao što je, na primer, vodeni aspirator. Posle relativno kratkog vremena, voda će se zamutiti.

Relativna vlažnost vazduha

a. Napravite obrtni psihrometar pričvršćujući dva termometra za dasku dimenzije $2 \times \frac{1}{2} \times 12$ inča. (Slika 172).



Odvojte rezervoare termometara da biste sprečili da vlažni rezervoar utiče na drugi. Probušite rupu prečnika 1 inč kod tačke a; postavite rezervoar termometra preko rupe i obmotajte tanku tkaninu oko rezervoara žive. Izbušite rupu prečnika $\frac{1}{4}$ inča ili $\frac{3}{8}$ inča u tački b u koju ćete staviti ručku, koja može biti gvozdene šipke. Probušite rupe da biste mogli na

svakoj strani okvira staviti klinove. Umesto gvozdene šipke možete da upotrebite klin.

Navlažite tkaninu na jednom rezervoaru vodom i brzo okrećite psihrometar sve dok očitavanja termometra ne postanu konstantna. Zabeležite očitavanja termometra i utvrdite razliku temperatura. Da biste utvrdili relativnu vlažnost, pogledajte tablicu 3 u kojoj je temperatura suvog termometra data u levoj koloni, a razlika temperature suvog i vlažnog rezervoara (smanjenje) u gornjem redu. Pođite redom u kome su ubeležene temperature suvog rezervoara ka desnoj strani, sve do kolone pod kojom ćete pronaći temperaturnu razliku. Vrednost koju ćete ovako naći je relativna vlažnost. Na primer, očitavanje suvog termometra je 70° Farenhajta, a termometar sa vlažnim rezervoarom 62° Farenhajta. Razlika je osam stepeni. Pođite redom od 7° u levoj koloni, do kolone sa osam stepeni u gornjem delu. Na preseku nalazite cifru 64. Relativna vlažnost je 64%.

b. Okačite dva termometra o šipku. Pomoću ventilatora duvajte vazduh kraj njih. Očitavanja i proračune vršite kao u (a).

c. Obrtni psihrometar može se nabaviti u trgovini, a takođe i higrometar, instrumenat koji, u nekim slučajevima, direktno pokazuje relativnu vlažnost.

Tabela 3. — Procenat relativne vlažnosti

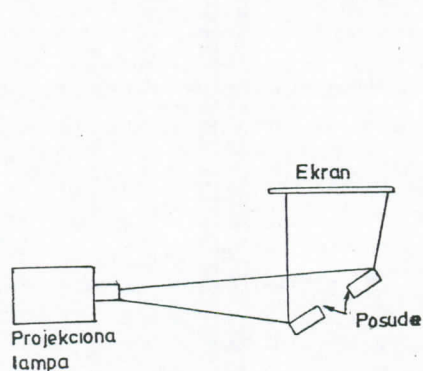
Čitanje suvog termometra	Razlika između čitanja suvog i vlažnog termometra														
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
50	93	87	81	74	68	62	56	50	44	39	33	28	22	17	12
52	94	88	81	75	69	63	58	52	46	41	36	30	25	20	15
54	94	88	82	76	70	65	59	54	48	43	38	33	28	23	18
56	94	88	82	77	71	66	61	55	50	45	40	35	31	26	21
58	94	89	83	77	72	67	62	57	52	47	42	38	33	28	24
60	94	89	84	78	73	68	63	58	53	49	44	40	35	31	27
62	94	89	84	79	74	69	64	60	55	50	46	41	37	33	29
64	95	90	85	79	75	70	66	61	56	52	48	43	39	35	31
66	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	49	45	41	37	33
68	95	90	85	81	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35
70	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	52	48	44	40	37
72	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	46	42	39
74	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	51	47	44	40
76	96	91	87	83	78	74	70	67	63	59	55	52	48	45	42
78	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	57	53	50	46	43
80	96	91	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	51	47	44
84	96	92	88	84	80	77	73	70	66	63	59	56	53	50	47
88	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49
90	96	92	89	85	82	78	75	72	68	64	62	58	56	53	50

Tačka rose atmosfere

a. Uzmite posudu od sjajnog metala i ledenu vodu. Posuda može biti stara konzerva, sud za merenje tačke rose ili kalorimetar. Stavite vodu u posudu i dodajte komadiće leda. Izmešajte ih šipkom za mešanje i zabeležite temperaturu (upozorenje: ne upotrebljavajte termometar kao šipku za mešanje; on je lako lomljiv). Možete dodati soli da biste potpomogli hlađenje. Očitajte temperaturu kada se zamagli spoljni zid posude. Izvadite led i dodajte polako zagrejanu vodu; zabeležite temperaturu na kojoj iščezava rosa. Nađite srednju vrednost te temperature i temperature na kojoj se formirala rosa.

b. Umesto ledene vode, uzмите etar. Kada u tečnost uvodite vazduh, doći će do isparavanja, i na taj način do pada temperature. Možda je najbolje da se vazduh uduva pomoću vodenog aspiratora (slika 173).

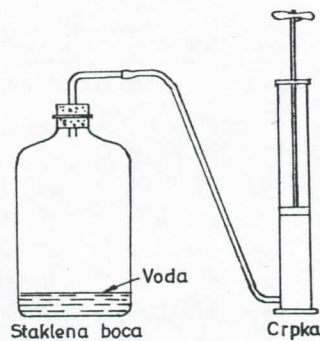
c. Projektujte određivanje tačke rose pomoću ledene vode kao u (a). Da biste mogli da vršite poređenja upotrebite dve metalne posude ravnih stranica, jednu sa ledenom vodom, a drugu bez nje (slika 174). Projekciona lampa reflektuje svetlost sa površine posuda na zaklon. Projektovani lik postaje mračniji kako se zamagljuje površina posude.



Sl. 174.

d. Upotrebite podatke iz utvrđivanja relativne vlažnosti (vidi stranu 209). Pomoću tabele 4, očitajte kapacitet vazduha u kapljicama po kubnoj stopi za temperaturu suvog termometra na kojoj je izvršeno očitavanje. Pomnožite procenat koji stvarno sadrži (relativna vlažnost) kapacitetom da biste dobili količinu koju zaista sadrži. Pronađite tu količinu u koloni sa naslovom „kapljice po kubnoj stopi”. Očitajte temperaturu na kojoj je ta količina kapacitet u koloni sa leve strane.

Za primer sa strane 209, dobijamo da je kapacitet vazduha na 70 stepeni za vodu 7.980 kapljica po kubnoj stopi. Relativna vlažnost je 64%; tako jedna kubna stopa vazduha stvarno sadrži 64% od 7.980 kapljica ili 5.107 kapljica. Kada pogledamo tablicu, 5.107 pada između 56 i 58 stepeni. Pomoću interpolacije, nalazimo da je temperatura na kojoj je 5.107 kapacitet u kapljicama po kubnoj stopi — približno 56,5 stepeni. Ovo je približno tačka rose.



Sl. 175.

Tabela 4. — Kapacitet vazduha u kapljicama vode po kubnoj stopi

F°	Čitanje suvog termometra	F°	Čitanje suvog termometra	F°	Čitanje suvog termometra	F°	Čitanje suvog termometra
10	0.776	46	3.539	66	7.009	86	13.127
20	1.235	48	3.800	68	7.480	88	13.937
30	1.935	50	4.076	70	7.980	90	14.790
32	2.113	52	4.372	72	8.508	92	15.689
34	2.279	54	4.685	74	9.066	94	16.634
36	2.457	56	5.016	76	9.655	96	17.626
38	2.646	58	5.370	78	10.277	98	18.671
40	2.849	60	5.745	80	10.934	100	19.766
42	3.064	62	6.142	82	11.626	102	20.917
44	3.294	64	6.563	84	12.356	104	22.125

Oblaci i talog

1. Formiranje oblaka

a-1. Uzmite maglenu komoru. Spojte veliku bocu (ako je moguće za premine 5 galona), u kojoj se nalazi mala količina vode, za izvor komprimovanog vazduha, kao što je pumpa za bicikl (slika 175). Uskomešavši vodu nakvasite zidove posude. Povećajte pritisak, a zatim ga naglo smanjite, vadeći čep. Neznatna magla pojavice se sa smanjenjem temperature. Bacite zapaljenu šibicu u bocu da biste stvorili kondenzaciona jezgra, posle čega će se izraziti oblak pojaviti pri naglom smanjenju pritiska.

Ako nemate pumpu, duvajte u bocu i naglo smanjite pritisak, da biste dobili pomenuti efekat. Izbegavajte preterani vazdušni pritisak, kakav možete dobiti na primer pomoću motornog kompresora, zbog opasnosti da boca ne izdrži visoki unutrašnji pritisak.

a-2. Nabavite u trgovini aparat za magljenje, sačinjen od boce za koju je pričvršćena gumena kugla. Stegnite kuglu da povećate pritisak i otpustite je da biste dobili oblak.

a-3. Upotrebite vakuum-crpku i stakleno zvono. Kada iscrpate vazduh iz zvona stvoriće se oblak. Pre demonstracije, pomoću otvorene posude sa vodom obezbedite da vazduh u zvonu bude relativno vlažan, a jezgra kondenzacije stvorite pomoću dima od šibice. Kada iz zvona iscrpate vazduh javice se magla; kada vazduh ponovo pustite magla će iščeznuti.

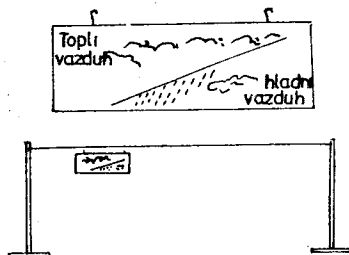
a-4. Kada otvorite ohlađenu bocu bezalkoholnog pića, stvoriće se oblak. Magla će se pojaviti u boci iznad tečnosti, budući da temperatura zbog ekspanzije opada.

b. Utvrdite relativnu vlažnost za vreme guste magle i za vreme kiše.

c. Upotrebite slike oblaka i dijagrame koje možete dobiti iz meteorološkog zavoda.

d. Upotrebite mape frontova. Te mape su poprečni preseki fronta (ili frontova). Nacrtajte svaku od njih na list belog kartona dimenzija 12 × 36 inča. Pričvrstite od pozadi na gornjem delu kartona drvenu letvicu. U nju ušrafite dva zavrtnja-kuke. Između dva držača razvucite žicu dužine neko-

liko stopa (slika 176) i okačite mapu o žicu. Krećite je sa jednog ka drugom kraju, da biste pokazali sekvencu oblaka u datoj tački, pošto su one povezane sa pokretnim frontom. Mapa može da se kopira ili nacрта na osnovu direktnog posmatranja. Na dnu mape unesite barografske krive i podatke o talozima.



Sl. 176.

e. Nabavite u trgovinama trodimenzionalne karte frontova, koje pokazuju taloge, a takođe i druge karakteristike frontova.

2. Taloženje

Uzmite kišomer (merač vodenog taloga). To može da bude kišomer zvanične meteorološke stanice, može se nabaviti u trgovini, ili se može napraviti od epruvete. Napravite ram koji će držati epruvetu, pomoću otvora koji ćete izbušiti na gornjem delu. Uzmite stakleni ili metalni levak koji će prikupljati kišu. (Slika 177). Precizno izmerite prečnike levka i cevi. Da biste utvrdili skalu za kišomer upotrebite formulu:

$$h_t = \frac{(r_f^2)}{(r_c^2)}$$

gde su:

h_t = visina vode u cevi

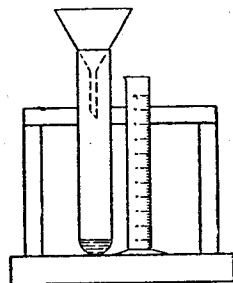
r_f = prečnik levka i

r_c = prečnik cevi.

Ako su vam h_t , r_f i r_c u inčima, padavine se mere direktno u inčima. Primenjujući ovu formulu, h_t postaje dubina u cevi koja predstavlja 1 inč padavina. Ovu veličinu podelite u desete i u stote delove u skladu sa sistemom koji upotrebljava meteorološki zavod.

Napravite dno epruvete ravno tako što ćete staviti mali komad parafina na dno i pažljivo ga grejati dok se parafin ne istopi. Držite epruvetu u vertikalnom položaju dok parafin ne očvrstne. Površina parafina je nulta tačka na pridodatoj skali.

Umesto staklene, možete upotrebiti metalnu posudu. U ovom slučaju upotrebljavate pokretnu skalu. Pri kalibrisanju uzmite u obzir povećanje zapremine izazvano samom skalom.



Sl. 177.

3. Zaleđivanje aviona

a-1. Demonstrirajte efekte brzog isparavanja. Potopite tkaninu u vodu na sobnoj temperaturi. Očitajte temperaturu i iscedite vodu iz tkanine. Mašite tkaninom po vazduhu oko 1 minut. Zatim je obavite oko kuglice termometra i ponovo očitajte temperaturu. Uočite hlađenje izazvano isparavanjem.

a-2. Pokažite na koži tela efekat hlađenja pri isparavanju vode, alkohola ili etra.

a-3. Stavite etar u manju od dve epruvete; ona jedva može da stane u veću. U većoj se nalazi mala količina vode. Pomoću aspiratora uduvajte vazduh u etar. Usled efekta hlađenja voda se zamrzava. Umesto iz aspiratora, možete u etar uduvavati vazduh iz kompresora.

a-4. Stavite satno staklo na komad drveta tako da se između njih nalazi kap vode. Stavite etar u satno staklo. To sve postavite ispod zvona i iz zvona brzo iscrpите vazduh. Isparavanje etra zamrzava kap vode između satnog stakla i komada drveta.

b-1. Posmatrajte prehladivanje. Bolje upotrebite prehladenu tečnost nego prehladjeni vazduh koji sadrži vodenu paru. Istopite sto grama hidratisanog natrijum acetata u boci od 250 mm. (Ako upotrebljavate bezvodni acetat, rastvorite ga u 62 mililitra tople vode). Pustite da se tečnost ohladi; ako je ostavite na miru, ona će se prehladiti. Ubacite jedan kristalčić natrijum acetata da bi otpočeo proces kristalizacije.

b-2. Hladite glacijalnu sirćetnu kiselinu u ledenoj vodi u toku jednog sata. Protresanjem započnete kristalizaciju, trljajući stakleni zatvarač u njegovom ležištu, prevlačeći po unutrašnjosti boce staklenom šipkom ili, u krajnjem slučaju, ubacivši nekoliko kristala kiseline iz drugog suda.

Pokažite u tim uslovima odnos između faktora taloženja prehladenog vazduha.

Vazdušne mase i kretanja

1. Vazdušni pritisak i njegovi efekti

a. Napravite živin (Toričelijev) barometar. Isecite staklenu cev spoljnog prečnika od 6 do 8 mm, dužine 36 inča i brižljivo je zatopite na jednom kraju, okrećući cev dok se njen kraj nalazi u vreloom plamenu. Uzmite jednu malu bocu za rezervoar. Napravite zarez u blizini donjeg kraja ploče u koju ćete staviti bocu i omogućite da se cev postavi ravno nasuprot ploči. Ploča na koju se barometar postavlja ima dimenzije 40 x 4 inča (slika 178). Dodatni komad drveta ispod zareza služi kao policica za bocu.

Cev napunite čistom živom (vidi stranu 158). Za sipanje žive u cev upotrebite medicinsku kapaljku. Pažljivo zagrevajući cev celom njenom dužinom pomoću Bunzenovog plamenika otklonite sav vazduh ili vlagu iz žive. Bocu ispunite živom približno do polovine. Ako je grlić dovoljno širok, zatvorite cev stavljajući prst iznad njenog otvorenog kraja, a zatim je okrenite, pa sklonite prst pošto ste uronili cev ispod površine žive. Ukoliko je grlo boce suviše malo za ovaj postupak, pričvrstite komad tanke gume (kao što je gumeni balon) na kraj napunjene cevi i gumenom trakom ga obavite. Pošto kraj cevi uronite ispod površine žive, pomoću staklene

šipke uklonite gumeni čep. Pazite da vazduh ne uđe u barometarsku cev. Ako on u cev dospe, operacija se mora ponoviti.

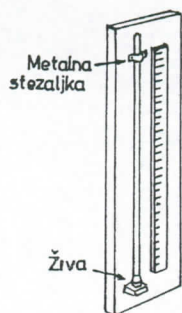
Živa pada na položaj u kom je uravnotežena atmosferskim pritiskom. Izmerite visinu žive stavljajući metar uz bocu, tako da je njegov donji kraj u visini nivoa žive u boci. Metar možete da ugradite na ploču paralelno sa bocom. Napravite zareze u metru kako biste ga mogli prilagođavati promenama nivoa žive u posudi. Položaj metra možete menjati i pomoću zavrtnejeva.

Živini barometri mogu se nabaviti u trgovinama. Radi lakšeg očitavanja pritiska, oni su obično sa nonijusnom podelom.

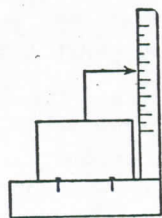
b. Uzmite aneroidni barometar. Ovaj instrument može se nabaviti u trgovini. Napravite demonstracioni instrument koristeći limenku kao ćeliju. Pričvrstite je pomoću tri mala klina za komad drveta. Zaletujte glavice klinova da bi ćelija bila nepropustljiva za vazduh. Preko otvorenog kraja posude zalemite tanak list lima. Pričvrstite vertikalni stubac (slika 179). Zalemite žičanu kazaljku za središte limenke i savite je tako da bude u blizini skale na stupcu. Stavite ćeliju pod zvono i iscrpите iz nje vazduh. Na skali možete očitati promenu pritiska.

c. Pokažite princip aneroidnog barometra. Prekrijte malo stakleno zvono, koje može da stane u veću staklenu posudu (kao što je činija za voće) rastegnutim komadom gume koji je oko otvora zvona pričvršćen sa nekoliko namotaja kanapa (slika 180). Na stupcu koji je pričvršćen za osnovicu nalazi se skala sa kazaljkom čija je osovinica u središtu luka. Savite malu žicu (broj 28 ili broj 30) da prođe kroz kraj pokazivača — kazaljke. Pomoću kapi gumenog lepila pričvrstite donji deo žice za gumeni poklopac. Izbušite rupu u zatvaraču veće posude i komad staklene cevi zalite iznad rupe pečatnim voskom.

Stavite demonstracionu aneroidnu ćeliju u posudu i postavite zapašać na svoje mesto. Izazovite promenu pritiska orpljenjem vazduha iz veće posude, ili uduvanjem vazduha u nju.



Sl. 178.



Sl. 179.



Sl. 180.

d. Upotrebite registrujući barometar, ili barograf, koji možete da nabavite u trgovini. Ovaj instrument je dragocen jer obezbeđuje stalno registrovanje atmosferskog pritiska.

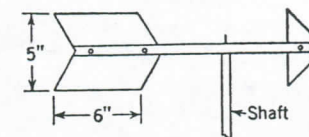
Pogledajte demonstracije efekta vazdušnog pritiska na strani 156.

2. Konvekcione struje

a. Uzmite konvekcionu kutiju (vidi stranu 168).

b. Upotrebite vrelu i hladnu vodu (vidi stranu 168).

c. Posmatrajte efekat širenja gasa na njegovu temperaturu. Okačite termometar ispod zvona koje se nalazi na ploči vakuum-crpke. Pošto temperatura postane stalna, iscrpите vazduh iz zvona i zabeležite pad temperature. Proučite odnos pada temperature prema širenju koje prati strujanje vazduha naviše.



Sl. 181.

3. ApSORPCIJA toplote

(Vidi stranu 166).

4. ProvoDljivost toplote

(Vidi stranu 166).

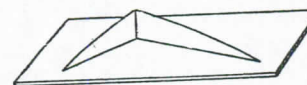
5. Vetrovi

a. Posmatrajte pravac vetra pomoću vetrokaza i zabeležite ga. Vetrokazi se mogu nabaviti u trgovinama, ili se mogu napraviti od metala. Pomoću zavrtnejeva pričvrstite komade metalnog lima za metalnu šipku dugu dve stope (slika 181). Od drveta ili metala napravite osovinicu, sa klinom na gornjem delu, koji prolazi kroz šipku vetrokaza u njenom težištu. Ova osovinica treba da bude najmanje šest stopa visoka, i treba da je bezbedno pričvršćena na relativno visokom mestu, kao što je vrh krova.

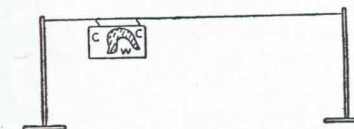
b. Utvrdite brzinu vetra. Anemometri se mogu nabaviti u trgovinama. Jedan ovakav anemometar postavite na nekom visokom mestu; drugi, prenosni, mora se prenositi do merne tačke.

6. Mape vazdušnih masa i frontova

a. Konstruišite trodimenzionalne modele mapa raznih vazdušnih masa (slika 182). Obeležite modele da biste pokazali izoterme, izobare, skalu razdaljina, taloge i druge atmosferske podatke.



Sl. 182.



Sl. 183.

b. Trodimenzionalne mape koje pokazuju prirodu frontova mogu se nabaviti u trgovinama.

c. Za proučavanje vazdušnih masa upotrebite mape oblaka, opisane na strani 212.

d-1. Nacrtajte kretanje vazdušnih masa i odgovarajuće vremenske promene, crtajući vertikalni presek oblasti niskog barometarskog pritiska, ili ciklona. To nacrtajte na listu celuloida ili druge plastične mase. Pričvrstite

list za drvenu šipku na njegovom gornjem delu, a zatim u drvenu šipku ušrafite dve kuke sa zavrtnjima (slika 183). Na ovaj način mapu možete pokretati do date tačke na donjoj površini a vreme u toj tački utvrdite iz podatka na karti. Obesite mapu kao pozadinu za mapu koja će se kretati pokraj nje, pri čemu ćete razne tačke mape iskoristiti za proučavanje. U ovom slučaju, veličine mapa treba da budu proporcionalne. Elementi mape mogu da budu: plava linija za hladni front, crvena za topli front, zelena zasenčena oblast za taloge, linije izobara i slično.

d-2. Nacrtajte presek ciklona na dijapozitivu i projektujte ga na obešenu mapu. Ako upotrebljavate vertikalni projektor, dijapozitiv krećite od jedne strane ka drugoj da biste dobili kretanja na ekranu (mapi). Ako upotrebljavate horizontalni projektor, dijapozitiv krećete sa leva na desno.

d-3. Nacrtajte presek ciklona na listu belog kartona i projektujte ga pomoću projektora sa mutnim stakom kao u (d-2).

Vidi stranu 83.

ODELJAK 2.

FIZIKA

MEHANIKA

Proste mašine

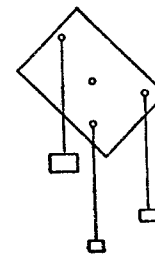
1. Momenat sile

a. Uzmite prostu polugu, u bilo kojoj njenoj formi, pa za proračun upotrebite krak sile i veličinu sile.

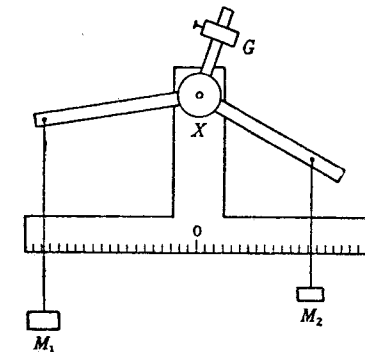
b. Uzmite dizalicu sa čekrkom opisanu na strani 231, gde krak X i sila koja deluje nadole daju momenat u jednom smeru, dok krak sile od osovine do linije sile i sila na osloncu daju momenat u suprotnom smeru.

c. Uzmite crtaču tablu i pričvrstite je za vertikalnu ravan pomoću klina kroz rupu u njenom geometrijskom centru. (To mora, takođe, da bude njen centar gravitacije).

Pomoću kanapa prikačite na određena mesta tegove (slika 184). Kada postignete ravnotežni položaj, proračunajte moment sile za svaki teg. Momenti u suprotnim smerovima su jednaki.



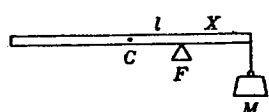
Sl. 184.



Sl. 185.

d. Proračunajte momenat sile savijene poluge, kojoj su osovina (kod velikog kalema) u tački X (slika 185), a kraci u intervalima od 120° (možete izbušiti rupe za druga rastojanja.) Masa kod tačke G je protivteg, postavljen tako da će poluga stajati u bilo kojem položaju. Ispod toga stavite metar.

Na krakove poluge pomoću vrpce okačite mase, ali tako da vrpce dopiru ispod metra. Ovim uređajem lakše ćete pokazati krak sile i proračun.



Sl. 186.

e. Ispitajte princip poluge upotrebljavajući težinu poluge kao protivteg. Centar gravitacije je utvrđen i poluga izmjerena. Na kraj okačite nepoznatu masu i pomerajte oslonac F dok ne postignete ravnotežu (slika 186). Tada je težina poluge pomnožena sa l jednaka X pomnoženom sa M .

f. Uzmite čekić za vađenje klinova. Išćupajte klin i pomoću opružene vage utvrdite potrebnu silu na kraju drške. Mehanički „dobitak” izračunava se na osnovu krakova sile i tereta (ako postavite šipku kao oslonac ispod čekića, olakšaćete izračunavanje. Iz ovih podataka utvrdite silu koja je potrebna da bi se išćupao klin. (Vidi stranu 153).

Mehanika tečnosti

1. Odnos dubine prema pritisku

a. Uzmite cev čiji je jedan kraj proširen i hermetički zatvoren ne suviše rastegnuto gumenom trakom, pa je spojite pomoću gumene cevi sa manometrom (slika 187). Pritisak koji na taj zatvarač vrši voda na različitim dubinama u jednoj dubokoj posudi kao što je visoki, građuisani cilindar, utvrđuje se pomoću razlike u očitavanjima na skali pokraj krakova manometra.

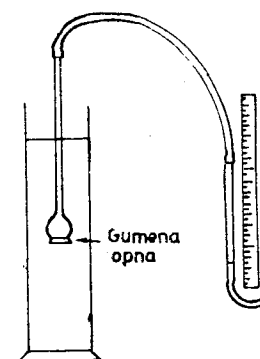
b. Pokažite da je pritisak na datoj dubini isti u svim smerovima, upotrebljavajući cev sa proširenjem, na jednom kraju; menjajući njen položaj, možete da utvrdite pritisak odozgo, odozdo i bočno. Manometar iz odeljka (a) pokazuje pritisak.

Pomoću tri staklene cevi, iste dužine koje su zatvorene na jednom kraju pokažite da je pritisak u datoj tački tečnosti jednak u svim smerovima. Jedna od cevi je prava, druga savijena u obliku slova J, a treća u obliku slova L. Kada sve tri cevi potopite u vodu, tako da su im otvoreni krajevi na istom nivou, videćete da će se sve tri cevi napuniti vodom do iste visine.

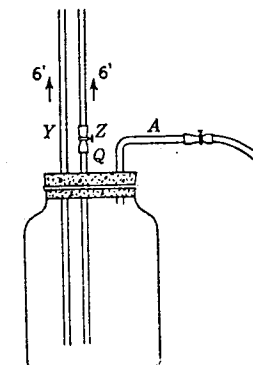
d. Stavite u vodu dve cevi, dužine po oko šest stopa. Jedna od njih treba da ima komad gumene cevi iznad čepa. U tački (a) napravite poseban otvor za vazduh (slika 188). Bocu do polovine ispunite vodom, a štipaljku Q zatvorite. Pomoću duvaljke uduvajte vazduh u bocu dok se voda u cevi Y ne podigne za četiri stope. Zatim zatvorite slavinu kod A, a otvorite onu kod Q. Voda će se podići na istu visinu kod Z, kao i u Y. Cev Z se može nagnuti, ali će nivo vode ostati isti.

e. Uzmite metalnu posudu zapremine jednog galona, na kojoj su izbušene dve rupe iste veličine; jedna je izbušena u dnu, u blizini jedne strane, a druga u stranici, što je moguće bliže dnu. Prstima zatvorite rupe i ispunite posudu vodom. Postavite građuisane cilindre tako da prikupljaju vodu iz rupa, pa onda istovremeno otvorite rupe. U datom trenutku sklonite oba cilindra i uporedite količinu vode u svakom od njih. Horizontalni i vertikalni pritisak su isti u granicama ograničenja uređaja.

f. Rastegnite list gume preko grla polu-boce, ili gornjeg dela metalne posude, pa to zalepite i pouzdano pričvrstite (slika 189). U nekoliko gumениh čepova, koji se mogu staviti u otvor sa unutrašnje strane, kao što je prikazano na slici kod X, stavite staklene cevi različitih veličina i oblika. Uređaj je postavljen tako da se oslonjena kazaljka jednim krajem naslanja na dijafragmu. Na kraju kazaljke postavite skalnu. Mjerajte cevi i registrujte pritisak u zavisnosti od nivoa vode u svakoj od njih.



Sl. 187.



Sl. 188.

2. Primena Paskalovog zakona

a. Napunite posudu ili bocu od jednog galona, do vrha vodom i začepite je. Snažan udarac čekićem o čep izbija dno, ili razbija zidove posude.

b. U gvozdari ili kod limara nabavite šuplju metalnu kuglu i pričvrstite za nju cilindar sa klipom. Za kuglu, u kojoj je izrezana rupa veličine cilindra zavarite ili zalemite pumpu za bicikl bez donjeg dela. Na raznim mestima kugle izbušite rupe prečnika $\frac{1}{16}$ inča (slika 190). Kuglu i cilindar napunite vodom. Sada stavite klip i primenite pritisak. Terana jednakim pritiskom voda će isticati iz kugle u raznim smerovima. Ovakav uređaj može da se kupi.

c. Zalemite metalnu cev za otvor u bočnom zidu konzerve. Cev savite tako da za tri ili više stopa bude iznad gornjeg dela konzerve. Konzervu napunite vodom i sipajte vodu u nju, ili pričvrstite cev za slavinu. Na opnu stavite težak teret. Sipanjem vode u cev podići ćete teret (slika 191).

d. Pričvrstite gumenu cev dužine oko 10 stopa za termofor, koji leži na podu (slika 192). Na termofor stavite dasku dimenzije 6×8 inča. Uspravite gumenu cev i sipajte vodu u nju, ili pričvrstite cev za slavinu. Na ovaj način možete podići čoveka.

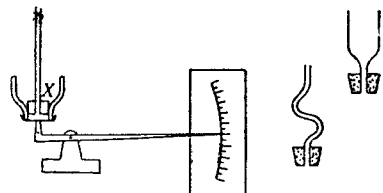
e. Stavite savijenu kesu od hartije pod veću knjigu. Duvajući u kesu možete lako da podignete knjigu. (Slika 192).

f. Pričvrstite gumene kruške za staklene cevi; svaku ovakvu cev uvucite u otvor gumениh čepova sa dva otvora (slika 193). Dva kolena staklene cevi i cev T napunite vodom. Kruške napunite obojenom vodom, tako

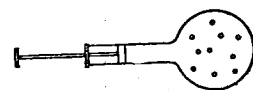
da je nivo isti u svim cevima. Sklopljene delove stavite po jedan u svaku bocu koje prethodno napunite vodom. Duvanjem u X povećavate pritisak; povećanje pritiska registruje se na svakoj vertikalnoj boci.

g. Posmatrajte uobičajenu primenu Paskalovog zakona, kao što je, na primer, u slučaju stolica u frizerskoj radnji ili hidraulične dizalice u automobilskom servisu.

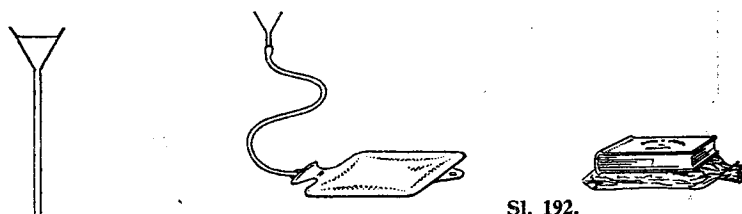
Vidi stranu 155.



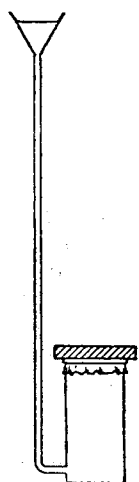
Sl. 189.



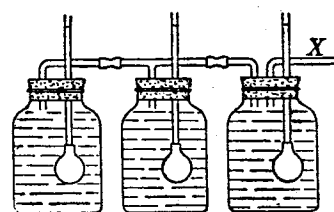
Sl. 190.



Sl. 192.



Sl. 191.



Sl. 193.

Gustina i specifička težina

1. Gustina tečnosti i poređenje gustina

a. Stavite jaje na dno duboke posude (veliki građevinski cilindar) koja je skoro potpuno ispunjena vodom. Dodajte 200 do 300 grama soli. Zbog povećane gustine tečnosti jaje će se podići.

b. Pripremite slične tečnosti različitih gustina mešanjem malih komada ili odrezaka plute ili balsamovog drveta sa suvim peskom. Kada posudu protresete, drvo će se podići i „plutati“ na površini.

c. Pokažite relativnu gustinu raznih supstanci stavljajući živu, vodu, eter i komade bronze ili plute u epruvetu koju ćete zatim začepiti. Kada

epruvetu protresete, položaj koji zauzima svaka od supstanci pokazuje njenu relativnu gustinu.

d-1. Zagrevajući gornji deo epruvete sa hladnom vodom pomoću plamena pokažite odnos gustine vode i temperature. U gornjem delu voda će početi da ključa, na dnu ostaje hladna. Ako izvor toplote stavite dole, razlika u gustini izaziva cirkulaciju i voda se greje u celoj epruveti.

d-2. Pomoću sijalice za čiju osnovu je zalemljena kratka žica pokažite odnos gustine vode i temperature. Secite malo komade žice sve dok sijalica upravo ne počne da tone u vrelu vodu. Kada vodi dodate led, sijalica će početi da isplivava.

(Vidi strane 168 i 256).

e-1. Nabavite u radnji kartezijanski gnjurač u staklenom cilindru sa vodom. Za detalje pogledajte udžbenik ili laboratorijski priručnik.

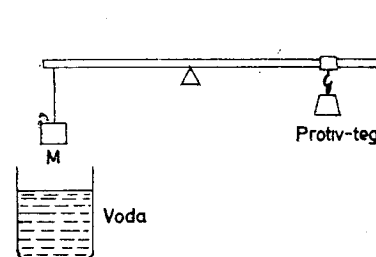
e-2. Stavite kartezijanski gnjurač u pljosnату široku bocu, napunjenu vodom. Začepite bocu pritiskom na njene zidove i povećajte pritisak.

e-3. Improvizirajte kartezijanski gnjurač pomoću prazne bočice (za fotografski plan ili boju), ili medicinske kapaljke. Bočicu pripremite oduvanjem vazduha pomoću savijene cevi; medicinsku kapaljku, stezanjem njenog gumenog zatvarača.

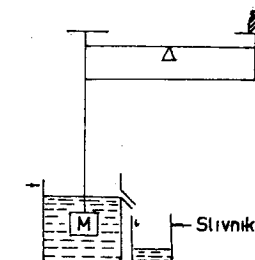
e-4. Podignite kartezijanske gnjurače koji teže da ostanu na dnu svojih posuda smanjujući pritisak na vrhu, što će reći pod staklenim zvonom iz koga ste iscrpli vazduh.

f. Napravite veoma gustu tečnost rastvarajući živin oksid u koncentrovanom rastvoru kalijum jodida, sve dok se jodid ne zasiti oksidom. U ovom rastvoru plaviće malo kamenje.

g. Napravite metalnu kutiju stranica jedne stope i otvorite je sa jedne strane. Ivice zavarite. Izmerite kutiju, napunite je vodom, pa zatim ponovo izmerite.



Sl. 194.



Sl. 195.

2. Arhimedov princip

a. Pokažite efekt potiska vode upotrebljavajući masu M, sa protivtegom na poluzi (slika 194). Dok masa tone, protivteg ćete morati da pomerate sa desna na levo.

b. Prikažite podizanje teškog kamena pod vodom i podizanje kamena iznad površine.

c. Uzmite dve identične posude, na primer, manje konzerve; jednu napunite rastopljenim olovom, a drugu testom od pečenog gipsa. Prvo izmerite svaku od njih. Zatim ih potopite u vodu i ponovo ih izmerite.

d-1. Uzmite prelivnu posudu i izmerite ili utvrdite zapreminu istisnute vode. Ovo uporedite sa prividnim gubitkom težine na tasu vage (slika 195) kada potopite predmet M. Za direktno poređenje, posudu za prikupljanje istisnute vode možete staviti na tas druge vage.

d-2. Uzmite domaću vagu (slika 196) i za nju pričvrstite šipku, pa zatim doterajte skalu na nulu, da biste ovim u proračunu izbegli korekciju za težinu šipke. Možete da upotrebite vagu sa metričkim ili sa engleskim jedinicama.

d-3. Umesto vage opisane u (d-1), možete da upotrebite opružnu vagu i prividni gubitak težine direktno očitavate na skali.

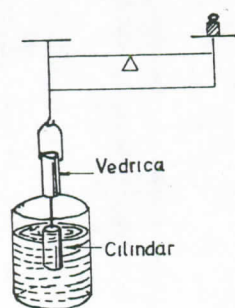
e-1. Nabavite u trgovini vedricu sa cilindrom, kao što prikazuje slika 197. Izvadite cilindar, koji tesno staje u vedricu i obesite ga za njeno dno.

Ovaj sistem okačite o vagu i onda je uravnotežite. Zatim cilindar potopite u vodu. Ravnotežu ćete povratiti punjenjem vedrice vodom, što će vam pokazati veličinu sile potiska.

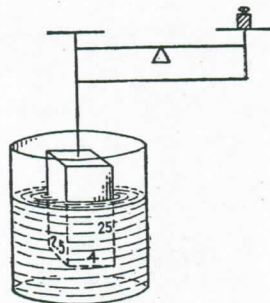
e-2. Uzmite suvi elemenat pa uklonite bez oštećenja njegov kartonski prekrivač. Prevucite ga parafinom. Uporedite ovaj postupak sa postupkom u (e-1).

f-1. Pokažite efekat potiska vode na predmet koji je manje gustine od vode, tako što ćete izmeriti komad drveta, a zatim ga potopite u prelivnu posudu sa vodom. Težina istisnute tečnosti (koja je uhvaćena u posudi) može se uporediti sa težinom drveta.

f-2. Umesto prelivne posude uzмите veliki graduisani cilindar. Na ovaj način možete direktno da izmerite zapreminu tečnosti koju je istisnuo potopljeni komad.



Sl. 197.



Sl. 198.

f-3. Potopite u vodu komad drveta približnih dimenzija $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$. Deo koji ste potopili izmerite metrom koji ćete vertikalno staviti u vodu uz komad. Zapremina potopljenog tela (izračunata u kubnim centimetrima) može se numerički uporediti sa prvobitnom težinom komada (u gramima).

f-4. Opteretite jelovu letvu (dimenzija $4\text{ cm} \times 2,5\text{ cm} \times 25\text{ cm}$) na jednom kraju istopljenim olovom, koje ćete sipati u rupu koju ste izbušili na tom kraju. Težinu ćete prilagoditi tako da konačna ukupna težina, uključujući i kuku sa zavrtnjem, iznosi 250 grama. Na spoljnoj strani nacrtajte dimenzije i vertikalnu skalu. U kraj, nasuprot onome sa olovom, zašrafite kuku, a zatim letvu obesite na krak vage i uravnotežite je. Postavite jednu posudu tako da se komad nalazi u njoj. Uzastopno dodajte vodu i pri svakom dodavanju registrujte potisak pomoću tegova koje ćete morati da uklonite sa tasa vage da biste ponovo uspostavili ravnotežu (slika 198). Tu količinu uporedite sa zapreminom potopljenog komada u odgovarajućem stupnju.

g. Da biste posmatrali efekat raznih gustina umesto vode uzмите druge tečnosti. Na primer, možete da potopite mali komad gvožđa u živu.

3. Specifična težina tečnosti

a. Napravite jednostavni hidrometar, mereći epruvetu sa sačmom i parafinom. U epruvetu stavite nekoliko grama olova i komad parafina. Zagrevajte epruvetu dok se parafin ne rastopi. Relativne gustine raznih tečnosti možete proučavati registrujući dubinu do koje će u svakoj od njih potonuti epruveta. Unutar nje možete postaviti skalu i kalibrisati je beležeći crte na nivoima na kojima se cev umiruje u dve ili više tečnosti poznate gustine (na primer, voda i koncentrisana sumporna kiselina).

b. U trgovini nabavite štapove sa izmerenom specifičnom težinom. U jednoj kombinaciji ovakvih štapova, svaki štap je dug 20 cm i preseka 1 cm^2 kalibrisan je u centimetrima i milimetrima i izmeren na početku. U vodi, on će potonuti onoliko centimetara koliko grama iznosi njegova sopstvena težina. Kada ga stavite u tečnost druge gustine odnos zapremine tela potopljenog u vodu i u tečnost nepoznate specifične težine daje specifičnu težinu.

c. Nabavite u trgovini hidrometre čiji je kalibrisani plovak zatvoren u cilindru. Upotrebite dve iste vrste ovih hidrometara, za ispitivanje akumulatora i za ispitivanje tečnosti u automobilskom radijatoru.

d. Uzmite boce za određivanje specifične težine. Pogledajte laboratorijski priručnik za fiziku, u kome ćete naći detalje.

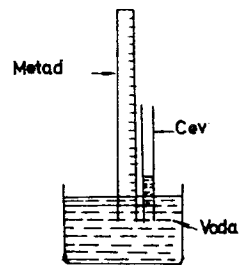
e-1. Uzmite Herov uravnotežavajući stub. Dve vertikalne cevi spojene su na gornjem kraju pomoću cevi u obliku slova T. Svaka je duga oko tri stope. Kraj jedne od cevi potopljen je u vodu u jednoj posudi, dok se drugi nalazi iznad površine tečnosti nepoznate specifične težine. Crpenjem vazduha smanjite pritisak. Visinu vodenog stuba (od površine tečnosti u posudi do nivoa u cevi) podelite visinom drugog stuba.

e-2. Izmerite specifičnu težinu tečnosti koja je lakša od vode, na primer, ulja, pomoću staklene cevi koja je pričvršćena za metar, čiji se kraj nalazi na istoj visini kao i kraj cevi. Sipajte ulje sve dok istiskujući vodu ne dođe do dna cevi. Visinu vodenog stuba (dužinu pročitano na metru u vodi) podelite dužinom stuba ulja.

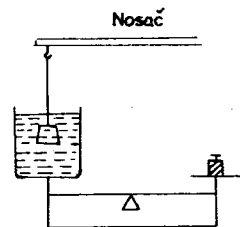
4. Specifična težina čvrstih tela

a. Prvo izmerite čvrsto telo na vazduhu, zatim ga potopite u vodu i ponovo ga izmerite. O ovome detaljnije pogledajte u laboratorijskom priručniku.

b. Izmerite čvrsto telo na vazduhu. Izmerite zatim posudu sa vodom. Potom potopite čvrsto telo u vodu; njegova sila potiska rezultuje u sili suprotnog smera u vodi, od koje se posuda sa vodom, spušta (slika 200). Ovu sliku odredićete stavljajući tegove na desni tas vage. Težina tela na vazduhu, podeljena veličinom ove sile (gubitak težina u vodi) daje specifičnu težinu.

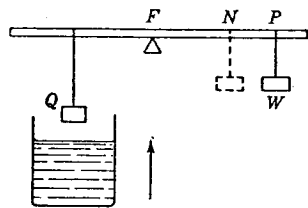


SI. 199.



SI. 200.

c. Masi nepoznate specifične težine Q stavite kao protivteg u tačku P teret W . Masu potopite u vodu. Pomerite teret W iz tačke P u tačku N . Specifična težina je data količnikom FP i FN (slika 201).



SI. 201.

a. Uzmite opružnu vagu, mada je ona možda manje precizna od drugih vaga. Pomoću nje možete izmeriti predmet nepoznate specifične težine na vazduhu, zatim ga potopiti u vodu i ponovo izmeriti. Prva težina, podeljena gubitkom težine u vodi određuje specifičnu težinu. Druge metode, među kojima i metode koje se koriste za čvrsta tela manje gustine od gustine vode, možete naći u laboratorijskom priručniku za fiziku.

5. Relativne gustine gasova

a-1. O šipku okačite naduveni gumeni balon i stavite ga u praznu posudu, prethodno uravnoteživši šipku pomoću protivtega (slika 202). Zatim, unesite ugljen dioksid u posudu i protivteg podesite tako da se ponovo uspostavi ravnoteža.

a-2. Umesto ugljen dioksida u (a-1) sipajte pet mililitara ugljen tetrahlorida u posudu.

b. Uхватite sapunski mehurić u veliku posudu koja sadrži paru ugljen tetrahlorida (vidi odeljak a-2). Na teškoj pari, mehur sapunice lebdi.

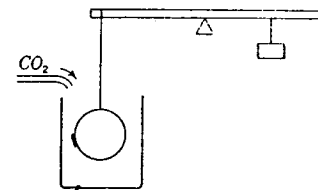
c. Napunite gumeni balon vodonikom dok ne počne da lebdi u vazduhu ovako pokazujući relativne gustine. (Metode punjenja opisane su na strani 196).

d. U staklenu cev od jednog inča, koja je nešto duža od graduisanog cilindra u kome stoji, stavite gumeni čep sa jednim otvorom. Na 20 cm od donjeg kraja cevi jasno obeležite crtu. Kroz čep provucite staklenu cev,

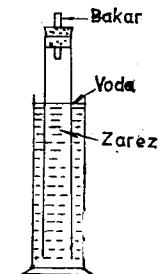
koja na svom gornjem delu ima zalemljeni komad bakarne folije. Vrhom igle u foliji provrtite malu rupu. Na dno cilindra stavite mali komad staklene cevi kako merna cev ne bi ležala na dnu (slika 203). U cilindar sipajte dovoljno vode, tako da nivo skoro doseže do vrha kada začepljenu cev budete potapali u cilindar. Prilikom upotrebe, cev napunite gasom koji želite da proučavate. Njega ćete odmeriti direktno nad cilindrom. Vreme počinjete da merite kada gas ispuni unutrašnji cilindar do dna. Kada nivo vode dostigne crticu (potrebno je nekoliko minuta da bi dobili dobar rezultat) zabeležite vreme. Možete koristiti razne gasove (vodonik, ugljendioksid i kiseonik). Gustina je povezana sa vremenom efuzije sledećom formulom:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

Vidi strane 159, 169 i 353.



SI. 202.



SI. 203.

Karakteristike gasova

1. Atmosferski pritisak i njegovi efekti

Vidi strane 156 i 158.

2. Masa, zapremina i gustina gasova

Vidi stranu 159.

3. Stišljivost gasova

a. Stavite gumeni čep na kraj staklene cevi (prečnika 1 inč i dužine 8 inča) i bezbedno ga trakom pričvrstite. Drugi gumeni čep, koji tesno ulazi u staklenu cev stavite na kraj klina dužine 10 inča. Unutrašnji zid staklene cevi nakvasite i zatim u nju uvucite klip. Kada ga otpustite, on će se povratiti.

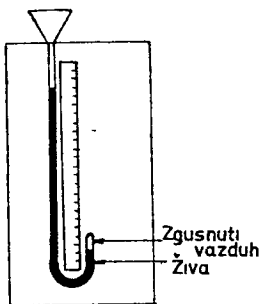
b. Opremite bocu od jednog galona čepom sa jednom rupom. U čep stavite staklenu cev koja će dopirati do dna boce. Iz slavine sipajte vodu u bocu. Kada staklenu cev oslobodite, zbog sabijenog vazduha, voda će kroz nju štrcati. Treba da vodite računa da unutar boce ne stvorite suviše veliki

pritisak, jer boca može da prsne. Čep treba da stoji na svom mestu samo zahvaljujući trenju, pa ga zato ne treba lepiti ili vezivati.

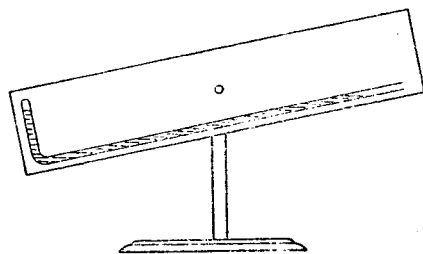
c. Sabijte vazduh u automobilsku unutrašnju gumu, ili metalni rezervoar do 30 ili 35 funti po kvadratnom inču. Pošto rezervoar dođe na sobnu temperaturu, stavite kuglicu termometra u blizinu otvorenog ventila. Na termometru koji stoji u gasu koji ističe može se registrovati smanjenje temperature, kako pritisak gasa opada.

4. Odnos pritiska i zapremine gasa

a. Napravite ili kupite običnu cev oblika J i postavite je na dasku. Pričvrstite tome metar (slika 204). Detalje o postupku naćićete u laboratorijskom priručniku.

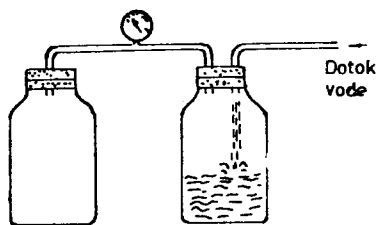


Sl. 204.

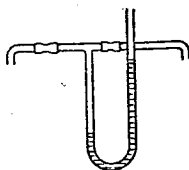


Sl. 205.

b. Stavite staklenu cev prečnika 8 mm i dužine oko 4 stopa, pod pravim uglom, na 10 inča od jednog kraja (slika 205). Zagrevanjem stakla zatopite kraj. Dasku, koja je nešto duža od cevi, učvrstite za nosač u njenom geometrijskom centru. Pričvrstite cev za dasku pomoću metalnih stezaljki i zavrtnjeva. Pritisak uhvaćenog vazduha utvrđuje se razlikom nivoa u dva kraka.



Sl. 206.



Sl. 207.

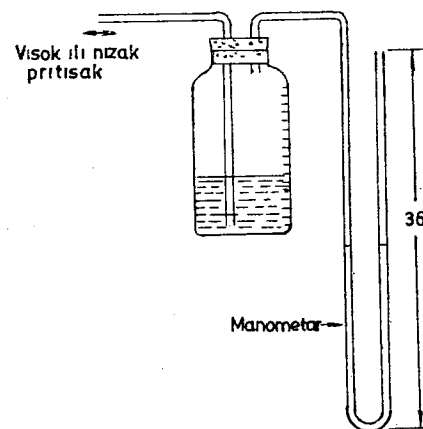
c-1. Začepite dve boce zapremine 2 do 4 litra i spojite ih meračem pritiska u cev koja je između njih. (Slika 206). Boce treba da budu slične i napravljene od jakog, dobro kaljenog stakla. Čepove pažljivo osigurajte. U prvu bocu sipajte vodu iz slavine, ne više od polovine te boce. Zatim uporedite promenu pritiska i zapremine.

c-2. Merač pritiska opisan u (c-1) može se zameniti živinim manometrom koji je povezan sa bocama pomoću cevi oblika Γ (slika 207). Zbog opasnosti od eksplozije cevi ne treba stvarati suviše veliki pritisak.

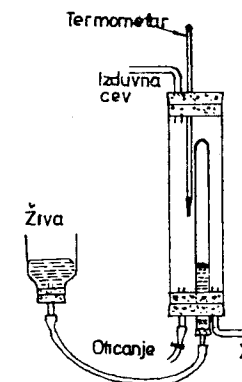
d. Proučite pritiske iznad i ispod atmosferskog pritiska, pomoću boce od dva litra, graduisane u intervalima od 50 mililitara. Pričvrstite za nju manometar (slika 208). Menjajući prvobitnu količinu vode u boci, možete da ostavite niz pritisaka ispod atmosferskog. Vakuum crpka ili aspirator smanjuju unutrašnji pritisak. Ako u bocu sipate vodu iz slavine, povećaćete unutrašnji pritisak. Kao (c-1) i (c-2), treba paziti prilikom primene unutrašnjih pritisaka koji su veći od atmosferskog.

5. Koeficijenti pritiska i zapremine pri širenju

a. Pomoću zatvorene birete ili eudiometra stavljenog u omot i povezanog sa živinim rezervoarom demonstrirajte koeficijent pritiska pri širenju gasa. Stavite ulaznu i izlaznu cev; ovu poslednju u gumeni čep na dnu (slika 209). Na vrh stavite izduvnu cev i termometar. Jedna određena zapremina vazduha zatvorena je u cevi sa živinim rezervoarom za merenje pritiska. Prvobitna zapremina vazduha meri se kada je nivo žive u rezervoaru isti sa nivoom u graduisanoj cevi. Zabeležite temperaturu. Kroz ulaznu cev u tački X uvedite vrelo vazduh ili vrelu vodu (ili paru). Povećani pritisak meri se razlikom u nivou žive neophodnom za održavanje prvobitne zapremine. Uočite vezu između pritiska i apsolutne temperature.



Sl. 208.



Sl. 209.

Ovakva cev može da se zameni staklenom cevi koja je zatvorena na jednom kraju i graduisana postavljenim oznakama; zapremina može precizno da se očita i pomoću pridodatog metra.

b-1. Da proučite zapreminski koeficijent širenja uzmete staklenu cev zatvorenu u kondenzorski rukavac. Cev je na jednom kraju zatvorena. Ona je oslonjena na gumeni čep sa rupom na jednom kraju kondenzora i na puni čep na drugom kraju (slika 210). Stavite kap žive u cev u tački koja se nalazi na 293 mm od zatvorenog kraja (ova razdaljina nije neophodna,

ali ako nju koristite to će olakšati posmatranje) na sobnoj temperaturi, pri čemu je temperatura zatvorenog gasa 20°C . Ovo doterivanje može se ostvariti naginjanjem i lakim kuckanjem cevi koja sadrži živu, dok živa ne dođe u željeni položaj. Zapremina gasa srazmerna je dužini stuba. Temperatura se menja uvođenjem vrele vode ili pare, a odgovarajuća zapremina (koja se meri pridodatim metrom) može se očitati. Ako upotrebljavate vrelu vodu, temperaturu možete da utvrdite stavljanjem kuglice termometra u paru koja ističe i očitavanjem zapremine i temperature u trenutku kada ova dva elementa postanu konstantni.

b-2. Cevi za proučavanje koeficijente širenja mogu se nabaviti u trgovini. Možete ih staviti u posude sa vrelom i hladnom vodom.

6. Rastvorljivost i apsorpcija gasova

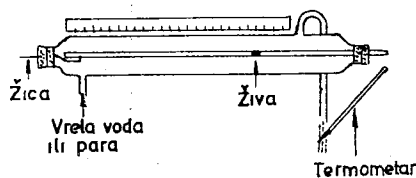
a-1. Rastvorljivost vazduha u vodi videćete po formiranju mehurića vazduha u vreloj vodi koja ističe iz slavine.

a-2. Posmatrajte smanjenje rastvorljivosti vazduha u vodi sa povećanjem njene temperature; mehurići vazduha se oslobađaju kada se voda zagreva.

a-3. Pokažite rastvorljivost vazduha u vodi pomoću crpke sa staklenim cilindrom. Ovo ćete učiniti tako što ćete staviti puni gumeni čep na jedan kraj i učvrstiti ga lepljivom trakom. Na drugi kraj postavite klip od gumenog čepa. U crpku sipajte vodu iz česme zatim uvucite klip. Kada ga povlačite, pojavice se mehurići vazduha, koji pokazuju da samo smanjenje pritiska izaziva da se vazduh oslobodi iz ratsvora.

a-4. Pokažite rastvorljivost gasa u vodi tako što ćete do polovine napuniti biretu prokuvanom, destilisanom vodom. Začepite biretu i zalijte čep voskom. Obeležite nivo površine vode. Zatim biretu oštro protresajte nekoliko minuta. Zabeležite novi nivo.

b-1. Demonstrirajte rastvaranje amonijaka u vodi pomoću amonijačnog vodoskoka (vidi stranu 369).



SI. 210.

b-2. Uzmite hlorovodonik umesto amonijaka. On se stvara reakcijom sumporne kiseline i zagrejanog natrijum hlorida. Gas se prikuplja tako što kao teži potiskuje vazduh.

c. Utvrdite količinu apsorpcije gasa za osvetljenje pomoću uglja i metode koja je opisana na strani 370.

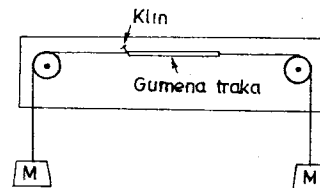
d. Pokažite rastvorljivost sumpor dioksida tako što ćete izvrnuti bocu sa gasom iznad vode i uroniti njen grlić neposredno ispod površine vode. Formirani rastvor podiže se u bocu.

Sile

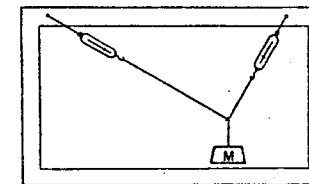
1. Uslovi ravnoteže sile

a-1. Postavite drveni metar na krajeve opružnih vaga i zabeležite očitavanja na svakoj vagi. Zatim postavite tegove u raznim tačkama i posmatrajte efekat. Možete postaviti dodatne tegove u druge tačke. Obratite pažnju na kombinovane efekte.

a-2. Umesto opružnih vaga (a-1) upotrebite dve harvardske vage, ili kućne vage. Na tas svake od njih stavite trouglasti drveni oslonac i preko tih oslonaca postavite dasku. Kao protivtegeve osloncima i dasci stavite komade drveta. Na dasku stavite jedan ili više tegova. Uočite efekat.



SI. 211.



SI. 212.

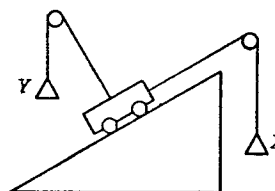
a-3. Pokažite efekat uravnotežavajuće sile razvlačenjem gumene trake (slika 211). Na dasku stavite dve koturače, a podjednake mase pričvrstite za uzice koje vode od krajeva gumene trake do mase. U dasku ukucajte klin. Traku možete staviti preko klina da biste pokazali ekvivalentno istezanje kada uklonite uravnotežavajuću silu koju daje jedna masa.

b-1. Proučite ravnotežu tri sile stavlajući opružne vage na kuke, na razdaljini od nekoliko stopa, na okvir iznad table (slika 212). Vage spojite snažnom vrpcom i obesite na nju teg M. Pomoću linija (koje ćete nacrtati na tabli možete izvršiti vektorsko proučavanje pojave. (Detalje o ovome naći ćete u udžbeniku ili laboratorijskom priručniku.)

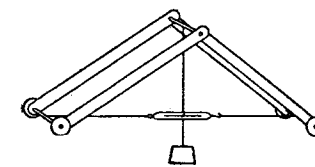
b-2. Umesto kuka stavite koturače, i neka vam tegovi, koje ćete obesiti o žicu predstavljaju sile.

c. Dva učenika mogu da drže teg obešen o konopcu između koturača. Na krajeve konopca stavite opružne vage.

Kako učenici snažnije vuku teg, tako registrujte težinu na vagama. U cilju proučavanja zabeležite očitavanja i položaj konopca.



SI. 213.



SI. 214.

d. Izmerite kolica pomoću tega u tački X (slika 213). Stavite protivteg na strmu ravan. Druga vrpca, upravna na ravan prelazi preko druge koturače do tega koji je obešen u Y. Dodajte tegove sve dok kolica ne počnu da se kreću duž ravni. Zatim ih uklonite. Analizirajte sile prilikom uspostavljanja ravnoteže.

e. Pomoću snažnog konopca obesite tešku masu za kruti oslonac. Sila koja deluje na konopce između tereta i oslonca pod pravim uglom relativno lako izaziva kretanje.

f. U slučaju mreže za ležanje utvrdite koliku silu moraju da „izdrže“ konopci o kojima se mreža drži.

g. Napravite metalni most i krovne rogove od komada gvozdene trake, spojenih zavrtnevim kroz cevi, koje služe kao rukavci između dve strane. Na krajevima stavite točkice da smanjite trenje u tačkama oslonaca (slika 214).

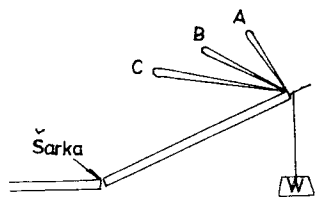
Primenjene sile možete uporediti sa onima koje opažate na opružnoj vagi. Možete napraviti i druge uređaje. Oprema za ovaj eksperiment može se nabaviti u trgovinama.

(Vidi stranu 153).

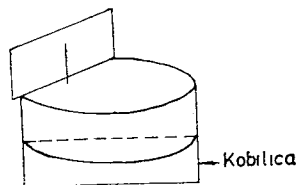
2. Razlaganje sila

a-1. Izvršite kvalitativno proučavanje dizalice sa krakom (slika 215). Krak je pomoću šarke vezan za oslonac a teg W pričvršćen za kraj. Pričvrstite gumenu traku i zabeležite veličinu istezanja prilikom podizanja tega kada se pravac sile menja od A do B, do C.

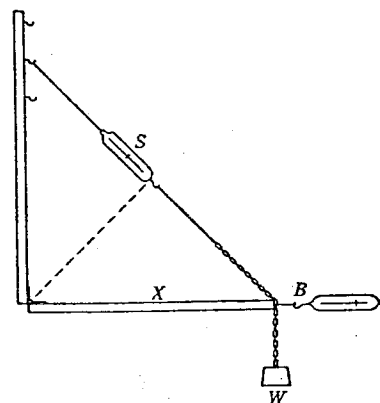
a-2. Izvršite kvantitativno proučavanje dizalice sa krakom upotrebljavajući komade drveta približnih dimenzija 1 inč² i dužine 3 stope, povezane pomoću šarke (slika 216). Na raznim mestima postavite kuke sa zavrtnjem. Na kraju kraka nalazi se klin. Kao oslonac upotrebite lanac sa prstenovima dovoljno širokim da pređu preko kuka i klina. Opružnu vagu stavite u položaj S da utvrdite dejstvo sile na oslonac. Upotrebom kuka i lanca, može se menjati smer oslonca i kraka. Na vešaljku u W stavite tegove i vršite očitavanja na vagi. Drugu opružnu vagu možete okačiti o beočug lanca preko klina u B i izvršiti očitavanja da utvrdite pritisak kraka. Sila koja dejstvuje na vagu S može da se razloži u horizontalnu i vertikalnu komponentu, ili u druge komponente.



Sl. 215.



Sl. 217.



Sl. 216.

b. Na cilindrični komad drveta (prečnika 2 inča) stavite kobilicu od čeličnog lima širine $\frac{3}{4}$ inča, dijametralno postavljenu u prerez na drvetu (slika 217). Kao jedra može vam poslužiti komad kartona na malom klinu.

Ovaj „brod“ potopite u vodu nekog akvarijuma, a na jedro usmerite mlaz vazduha iz električnog ventilatora. Položaj jedra možete da menjate a beležeći pravac u kome se brod kreće, možete da razložite sile koje dejstvuju.

c. Upotrebite opremu za proučavanje ravnoteže sila u razlaganju sila (vidi stranu 229).

3. Težište gravitacije

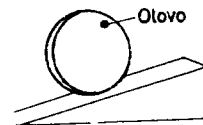
a. Stanite petama uza zid i pokušajte da se savijete u kukovima i dohvatite predmet sa poda. To ne možete učiniti jer vam težište pada izvan oslonca.

b. Proučite efekat težišta na stabilnost koristeći opterećenu bocu sa oblim dnom. Stavite određenu količinu olovne sačme u bocu, a odozgo sipajte rastopljeni parafin. Zapazite da će se boca uvek vratiti u svoj vertikalni položaj, i pošto je gurnete.

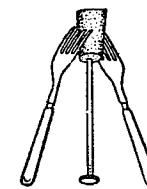
c-1. Napravite dasku nepravilnog oblika i izbušite rupe u raznim tačkama, tako da je možete obesiti. O tačku vešanja obesite visak. Na dasci nacrtajte liniju koja će se poklopiti sa položajem viska. Zaključićete da se te linije seku u zajedničkoj tački, koja predstavlja težište. Zatim skinite dasku i uravnotežite je na malom osloncu, u tački u kojoj su se linije presekle.

c-2. Napravite istu takvu dasku, sa rupom u njenom težištu. Tada možete dasku da obesite na šipku postavljenu kroz rupu i da je okrećete. Zapazite da daska neće težiti da se zaustavi u bilo kojoj određenoj tački.

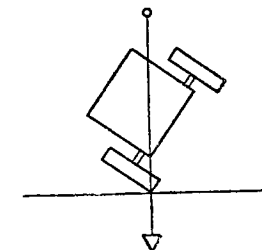
d. Napravite drveni disk prečnika 6 ili 8 inča i opteretite ga komadom olova prečnika oko jednog inča, koji ćete postaviti u rupu u blizini ivice diska (slika 218). Kada pustite disk u odgovarajućem položaju, ovaj će težiti da se kreće uz strmu ravan. Sličan efekat može se postići ako upotrebite kotur kartona opterećen komadima hartije.



Sl. 218.



Sl. 219.



Sl. 220.

e. Pokažite položaj težišta pomoću plutanog zapašča duž čije podužne osovine ste postavili klin, a takođe i viljuške u položaje prema slici 219. Videćete da ovaj uređaj može da stoji oslonjen u tački u blizini glave klina, ako ga postavite na postolje, ili na ivicu kutije.

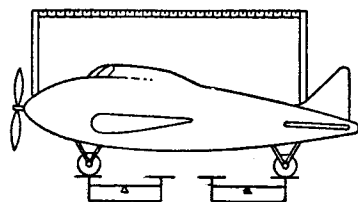
f. Ispitajte težište malih kolica ili vagona, kao što je dečji vagon, opterećujući vagon teškim materijalom. Okrenite vagon na dva točka (prednji i zadnji) i nagnite ga toliko da upravo ne padne (slika 220). Obesite visak tako da konac viska prolazi kroz tačku na podu, kroz koju prolazi linija

koja povezuje dva točka. U položaju konca viska nacrtajte liniju po karoseriji vagona. Zatim ponovite operaciju sa druga dva točka. Tačka u kojoj se dve linije seku određuje težište. Sada vagon opteretite još težim materijalom i ponovite operaciju. Utvrdićete koji je ugao potreban za prevrtanje vagona. Ovo možete dovesti u vezu sa izdizanjem kolovoza na krivinama autoputeva.

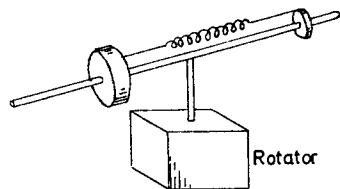
g. Posmatrajte težište gravitacije kroz praktičnu primenu. Da pokažete kako se utvrđuje težište metodom poluge upotrebite avion-igračku, težine 3 do 4 funte. Kada je avion na konstantnom nivou izmerite ga odvojeno, na prednjem i zadnjem delu, (slika 221). Očitavanje učinjeno u prednjem položaju obeležite sa W, a na repu sa T. Odatle izlazi da je

$$WX = T(D-X), \text{ i } X = \frac{TD}{(W + t)}$$

X je razdaljina od težišta do prednjeg oslonca, a D razdaljina između čeonog i zadnjeg oslonca. D—X je razdaljina od težišta do repnog oslonca. Ovo se može jednostavno proveriti ako obesite avion o metar, pričvršćen iznad aviona. Pomoću ovog metra možete da utvrdite stvarno težište.



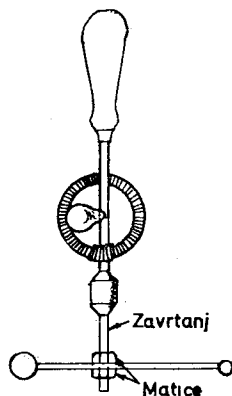
Sl. 221.



Sl. 222.

h-1. Pokažite težište rotirajućih masa pomoću kupovnog uređaja. Ovim uređajem, dve različite mase drže se pomoću opruge između njih. Kada su ispravno postavljene, one rotiraju oko zajedničkog težišta (slika 222). Ovo ilustruje rotaciju astronomskih tela, kao što su Zemlja i Mesec.

h-2. Upotrebljavajući ručnu burgiju kao rotor napravite varijantu uređaja u (h-1). Na krajeve čvrste žice postavite jednu veću i jednu manju metalnu kuglu. Žica prolazi kroz rupu u zavrtnju, koji se nalazi na glavi



Sl. 223.

ručne burgije. Zavrtnjevi drže žicu na mestu (slika 223). Dve mase rotiraju, a položaj centralnog nosača se prilagođava tako da se izbegnu vibracije. Tada dve mase rotiraju oko zajedničkog težišta.

Kretanje

1. Merenje brzine

a. Uzmite brzinomer automobila da bi pokazali odnos između brzine i rastojanja. Brzinomer može da se veže prenosnom osovinom preko trenja za osovinu električnog motora, koji ima uređaje za promenu brzine kretanja. Ispitujte mehanizam brzinomera da biste utvrdili o kojim se principima ovde radi.

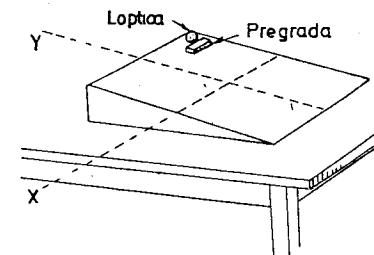
b. Izmerite brzinu osobe u hod.

c. Posmatrajte brzinu vode koja ističe iz creva, držeći mlaznik u horizontalnom položaju. Izmerite vertikalnu i horizontalnu razdaljinu za dati protok vode. Proračunajte vreme koje je potrebno vodi da pređe vertikalnu razdaljinu (s). U istom periodu vremena, voda prelazi određenu horizontalnu razdaljinu (h). Iz ovoga možete utvrditi brzinu vode u stopama u sekundi u trenutku kada ona ističe iz mlaznika.

2. Relativno kretanje

a. Posmatrajte nezavisnost brzine od pravca dok kugla opisuje paraboličnu putanju kotrljajući se niz strmu ravan (slika 224). Kada se posmatra iz tačke X (u blizini ravni), čini vam se da kugla niz padinu ide pravom linijom, povećavajući brzinu. Posmatrajući iz tačke Y čini vam se da kugla ima samo približno konstantnu horizontalnu brzinu.

b. Demonstrirajte nezavisnost brzine pomoću osobe koja vozi bicikl i baca loptu pod pravim uglom u odnosu na smer svog kretanja. Loptu treba baciti i hvatati da bi se shvatila koncepcija.



Sl. 224.

3. Momenat

a. Zakotrljajte kugle iste veličine, ali različitih masa, tako da udare u komad drveta. Zapazite pomeranje drveta prilikom udaraca lopti različitih masa. Lopte treba kotrljati istom brzinom. Možete takođe proučiti i efekat raznih brzina.

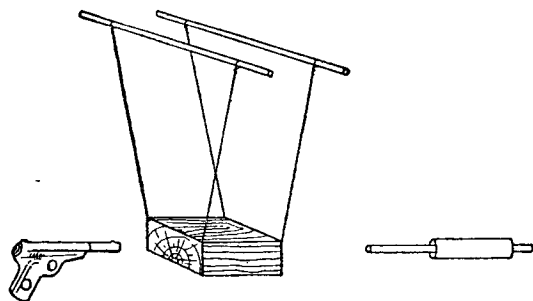
b. Obesite dva klatna, različitih ali poznatih masa, tako da se dodiruju. Malo klatno povucite unazad i pustite. Posmatrajte njegov efekat na veće klatno.

c. Izmerite brzinu metka koristeći prenošenje momenta na komad drveta. Komad drveta visi o četiri žice (slika 225). Pušku ili revolver pažljivo postavite prema komadu drveta da biste izbegli poprečne oscilacije. Kada

metak udari u komad drveta, usled pomeranja drveta pomeriće se šipka unazad. Izmerite veličinu pomeranja. Brzinu metka utvrdićete iz jednačine:

$$V = \frac{M + m}{m} \cdot d \sqrt{\frac{g}{l}}$$

gde su: M — masa klatna, m — masa metka, l — dužina žica, d — otklon klatna i g — ubrzanje izazvano gravitacijom. U ovom eksperimentu treba biti veoma pažljiv. Upotreba vatrenog oružja je opasna. (Vidi stranu 162).



Sl. 225.

4. Ubrzanje

a. Proučavajte ubrzanje automobila. Pošto automobil polazi brzinom koja je jednaka nuli, uočite vreme potrebno da postigne izvesnu brzinu, a iz toga izračunajte ubrzanje.

Može isto tako da se utvrdi vreme potrebno za zaustavljanje automobila i da se proračuna negativno ubrzanje (usporenje).

b-1. Pomoću dve različite mase pokažite da je vreme padanja nezavisno od mase. Stavite tegove od 100 i 500 grama na dasku na ivici krova. Postepeno naginjte dasku tako da dva tega skliznu sa nje u istom trenutku. Rezultat ćete zabeležiti slušajući zvuk njihovog pada na zemlju.

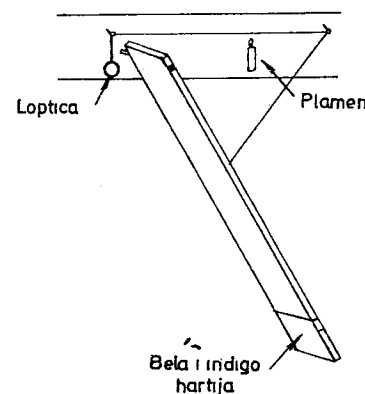
b-2. Nezavisnost ubrzanja od mase i ubrzanje uzrokovano gravitacijom možete još očiglednije prikazati ako upotrebite jednu celu i jednu polovinu opeke i istovremeno ih bacite sa nekog visokog prozora na zgradi. Posmatrači na zemlji beleže vreme pada.

b-3. Obesite gvozdenu i jednu drvenu kuglu istog prečnika o elektromagnete (gvozdeni zavrtanj u drvenoj kugli omogućava ovakvo vešanje). Dva elektromagneta vezana su u seriju. Prekinite strujno kolo. Dve kugle će istovremeno udariti o pod.

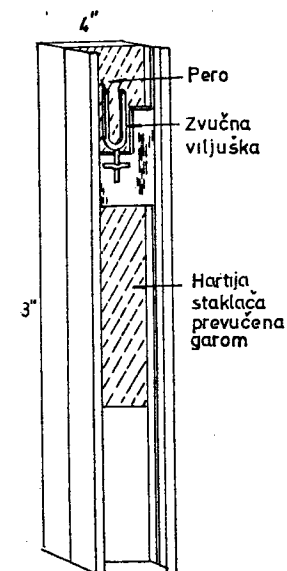
b-4. Pokažite dva klatna iste dužine, ali sa tegovima različitih masa, imaju istu periodu (vidi stranu 239).

c-1. Pomoću novčića i pera u dugoj cevi iz koje može da se iscrpi vazduh pokažite efekat otpora vazduha. Kada u cevi vazduha ima, pero pada mnogo sporije zbog njegovog otpora. Pošto iscrpите vazduh, dva predmeta padaju istom brzinom.

c-2. Uzmite list hartije i drvenu loptu radi proučavanja otpora vazduha. U prvom eksperimentu, kugla pada na pod mnogo pre lista hartije. U drugom, hartiju malo izgužvajte i ona će padati brže. U trećem eksperimentu, zgužvajte hartiju u lopticu. Dva predmeta padaju gotovo istom brzinom.



Sl. 226.



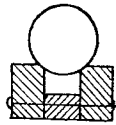
Sl. 227.

d-1. Izmerite razdaljinu koju predmet pređe padajući dato vreme. Vreme zadajte pomoću klatna, napravljenog od daske širine tri inča i dužine 10 inča, obešene na jednom kraju. Utvrdite periodu klatna (vidi stranu 289). Gvozdenu ili mesinganu kuglu (prečnika 1—2 inča) okačite pomoću konca koji je svojim drugim krajem takođe pričvršćen i za klatno (slika 226). Kuglu okačite tako da pada na put klatna. Oko donjeg dela klatna obavijte belu hartiju, preko nje stavite indigo-hartiju i to pričvrstite za klatno gumenom trakom ili ekserčićima. Spalivši konac, oslobađate klatno. U trenutku kada kugla udari klatno, uočite položaj sudara. Pomoću ove tačke utvrdite dužinu pada u jednoj četvrtini periode, a iz ovoga proračunajte ubrzanje.

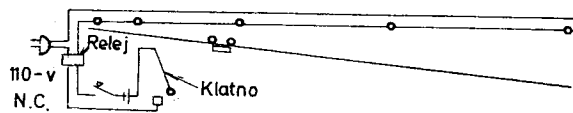
d-2. Pomoću zvučne viljuške poznate frekvencije, koja je pričvršćena za dasku koja slobodno pada u kanalu utvrdite ubrzanje izazvano gravitacijom. Komad satinirane hartije, prevučen čadnim crnilom, pričvrstite za zadnji zid kanala (slika 227). Registrator, ili pero, pričvršćen na jedan kraj zvučne viljuške koja vibrira, ostavlja trag na hartiji dok zvučna viljuška pada. Iz povećanja razdaljine između uzastopnih talasa (od brega do brega) možete da proračunate ubrzanje.

e-1. Napredovanje predmeta u jedinici vremena, dok se on kotrlja niz strmu ravan (padinu) uzmite kao meru ubrzanja izazvanog gravitacijom. Napravite kanal pomoću tri međusobno spojene drvene letve (slika 228).

Veličina kanala i debljina letava treba da budu takvi da u kanal može da stane lopta prečnika 2 do 4 inča. Kanal treba da bude dužine 15 do 20 stopa. Nagnut je pod uglom od 5 do 10 stepeni prema horizontali. Postavite loptu na gornji kraj i pustite je da pada uklonivši zajedničku prepreku za loptu i klatno metronoma. Komad drveta stavite na put kugle i to tako da ga kugla udara u sledećoj sekundi. Napravite nekoliko takvih eksperimenata i proračunajte prosečnu vrednost. Komad drveta možete spuštati naniže, niz padinu, pa dobiti razdaljinu koju kugla pređe za dve sekunde, tri sekunde, itd. Pomoću razdaljine pređene u sekundi i brzine na kraju svake sekunde izračunajte ubrzanje.



Presek
Sl. 228.



Sl. 229.

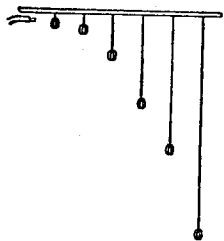
e-2. Učinite da se obešena kolica kotrljaju niz nagnutu čeličnu žicu, dobro rastegnutu pomoću zatege. Žica može da bude proizvoljne dužine. U kolo sa relejem koji ga aktivira pomoću „sekundnog“ klatna (slika 229) (vidi stranu 240), možete postaviti neonske cevi vezane u seriju. Cevi su pokretne i postavljene tako da se svaka pali kada kolica prolaze. Kolica se puštaju u trenutku kada se pali sijalica. Izmerite razdaljinu između sijalice i obradite podatke kao u (e-1).

e-3. Napravite stalnu padinu, kao u (e-1) i (e-2), a razdaljine obeležite na podu ili na zidu.

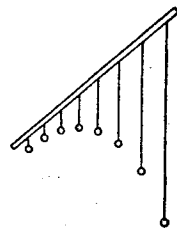
f-1. Posmatrajte paraboličnu krivu koju pravi voda koja ističe iz mlaznika koji stoji pod izvesnim uglom u odnosu na horizontalu. Krivu dobijenu formulom $S = \frac{1}{2}gt^2$ uporedite sa putem vode.

f-2. Pomoću prstenova obešenih o štap na jednakim horizontalnim razmacima (slika 230) proučite krivu koja formira mlaz vode.

Uzastopne razdaljine od štapa do prstenova su u odnosu 1:4:9:16, itd. Pritisak vode možete prilagođavati tako da voda prođe kroz prstenove.



Sl. 230.



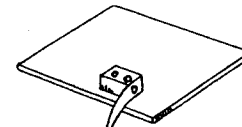
Sl. 231.

f-3. Uzmite štap dužine dva metra i o njega obesite kuglice na podjednanim razdaljinama, na primer od 10 cm (slika 231). Prvi konac je dužine 1 cm, drugi 4 cm, a sledeći u odnosu 9:16:25, itd. Ovakav držač možete

nagnuti pod bilo kojim uglom da bi pokazali položaj projektila u svakom trenutku, pri čemu je efekat gravitacije proporcionalan dužini konca. Ako je štap vertikalno, kuglice prikazuju položaj projektila na kraju vremenskog intervala, pošto projektil ode gore i vrati se dole. Kada je štap pod uglom od 45° od vertikale, prikazan vam je ugao koji odgovara najvećoj razdaljini.

g. Posmatrajte ubrzanje na nagnutoj ravni, kao što je, na primer, ploča stola koja je na jednom kraju viša nego na drugom (za ovo možete upotrebiti i tablu šperploče). Površina treba da bude crna. Relativno teška lopta, na primer, bilijska kugla, prevučena prahom od krede, postavljena je u gornjem uglu na ploču. Ploča stola je nagnuta pod željenim uglom. Dajte impuls (horizontalni) bilijskoj kugli tako da opiše paraboličnu putanju dok se kotrlja niz ploču. Pretpostavljajući da horizontalna brzina ostaje nepromenjena, možete izračunati ubrzanje u vertikalnom smeru. Na nagnutu ploču možete da postavite milimetarsku hartiju tako da na njoj dobijete direktno crtež puta kugle. Na uzastopnim vertikalnim linijama hartije, uporedite razdaljine pređene u vertikalnom smeru. Ovakav uređaj može da se nabavi u trgovinama.

h-1. Napravite uređaj pomoću koga ćete pokazati nezavisnost horizontalnog i vertikalnog kretanja; za ovo je potrebna odskočna daska, ili čelična šipka dužine oko tri stope, pričvršćena na jednom kraju za oslonac. Na drugom kraju nalazi se mala polica, koja se pruža sa obe strane. Povucite oprugu na jednu stranu, a na obe strane police postavite po kuglicu, a zatim pustite oprugu (slika 232). Kuglice padaju na pod u istom trenutku.

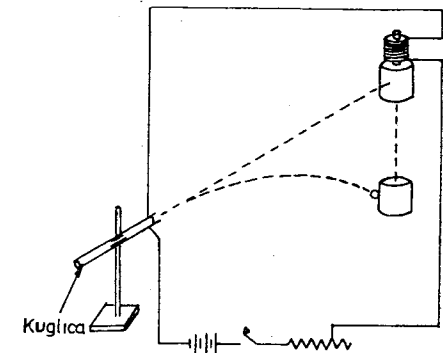


Kuglice

Sl. 232.



Sl. 233.



Sl. 234.

h-2. Pričvrstite jednu šipku u tački P u blizini ivice stola (slika 233). Postavite kamenčice kod tačaka A, B i C. Kada šipku naglo pokrenete, svaki kamenčić biće izbačen različitom brzinom. Svaki će istovremeno pasti na pod. Uređaj za ovaj eksperiment može da se nabavi u trgovini.

i. Stavite mesinganu ili čeličnu kuglicu u malu cev, koja stoji na postolju (slika 234). Dve žice iz kola sa elektromagnetom završavaju se na grliću cevi i protežu se jedan inč iza kraja. Da zatvorite koło: preko žica stavite mali komad neizolovane žice. Jedna mala metalna posuda je meta, a komadić hartije postavljen je između nje i elektromagneta da bi se obezbedilo

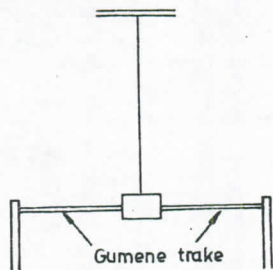
otpuštanje u trenutku kada je kolo prekinuto. Ovaj „top“ upravljen je ka meti i „metak“ ispaljen. On će pogoditi padajuću metu negde u vazduhu. Ugao se može menjati.

j. Utvrdite visinu koju će dostići lopta za bezbol iz formule $S = \frac{1}{2}gt^2$, gde je t jednako polovini onog vremena za koje se lopta nalazi u vazduhu. Znajući visinu, iz formule $V = \sqrt{2gs}$ može se izračunati brzina kojom je lopta bačena i brzina u momentu u kome je uhvaćena. Razdaljina i brzina su ovde veličine posmatrane samo u vertikalnom smeru.

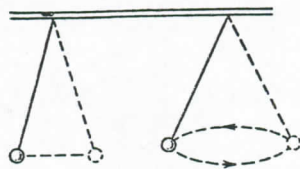
k. Strela koja je opisana na strani 247 može se vertikalno izbaciti iz luka i na sličan način utvrditi visina njenog penjanja.

5. Karakteristike klatna

a. Stavljajući elektromagnet pod kuglicu u nultom položaju pokažite odnos koji postoji između gravitacije i periode klatna. Perioda klatna je vidljivo manja kada je magnet uključen (posmatrana kuglica mora biti od magnetičnog metala). Isti efekat se može postići, mada unekoliko manje zadovoljavajući, upotrebom duge, tanke gumene trake i dugog klatna sa teškom kuglom. Trake su pričvršćene za oslonce u (a) i (b) (slika 235), a takođe i za kuglu klatna.



Sl. 235.



Sl. 236.

b-1. Posmatrajte efekat dužine klatna na periodu upotrebljavajući klatna različitih dužina. Radi jednostavnosti proučavanja, upotrebite istu kuglu, a dužinu vrpce o kojoj ona visi menjajte pomoću stezaljke na vrhu. Možete upotrebiti slične kugle, a klatna različitih dužina.

b-2. Prikažite odnos (b-1) upotrebljavajući dužine koje se odnose kao kvadrat prirodnog niza brojeva 1, 4, 9, 16, 25, 36, itd.

b-3. Posmatrajte efektivnu dužinu klatna ako zaošijate klatno u krug (slika 236) i uporedite njegovu periodu sa periodom prosto oscilujućeg klatna, čija je dužina ista kao i vertikalna razdaljina kugle kružnog klatna od oslonca kada ono kruži.

c. Pomoću klatna iste dužine, ali različitih masa proučite uticaj mase kugle.

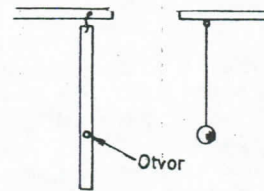
d. Posmatrajte uticaj amplitude na periodu pomoću istog klatna, utvrđujući periodu pri relativno malim, a zatim pri relativno velikim amplitudama.

Prilikom utvrđivanja periode, dobićete tačnije rezultate ako merite 100 ili više oscilacija i podelite vreme ukupnim brojem merenja.

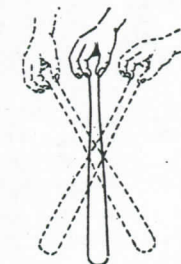
e. Posmatrajte prirodu pomeranja klatna postavivši predmet, na primer valjak, direktno ispod tačke vešanja pokušavajući pri tom da kugla klatna prođe kraj predmeta u jednom otklonu, a udari u njega na suprotnoj strani.

f-1. Obeležite centar oscilovanja uniformne šipke rupom koja je izbušena kroz šipku na dve trećine njene dužine, računajući od jednog kraja (slika 237). Šipku okačite pomoću kuke na zavrtanj i utvrdite njenu periodu. Okačite takođe jednu kuglu tako da dobijete istu frekvenciju. Uporedite njenu dužinu sa dužinom šipke.

f-2. Obesite klatno u obliku šipke na klin kroz rupu koju smo pomenuli u (f-1). Utvrdite periodu i uporedite je sa periodom šipke okačene o kraj.



Sl. 237.



Sl. 238.

f-3. Držite šipku u ruci za jedan kraj i kucnite je čekićem u raznim položajima. Utvrdite tačku u kojoj se ne oseća nikakvo vibriranje i uporedite to sa položajem rupe u (f-1).

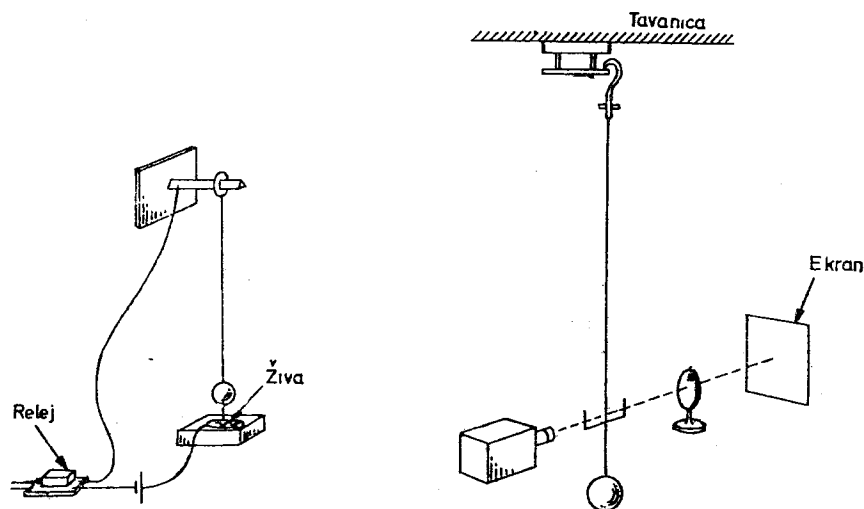
f-4. Držite palicu za bezbol za ručku i brzo je krećite napred—nazad (slika 238). Utvrdite koja se tačka najmanje kreće. Palicu zatim udarite čekićem kao u (f-3). Videćete gde se nalazi tačka koja ne osciluje (centar oscilovanja).

g. Napravite „sekundno“ klatno, čiju ćete potrebnu dužinu izračunati iz formule $t = 2\pi\sqrt{l/g}$. (Ovo klatno možete upotrebiti i za eksperiment na strani 237.) Kružni čelični prsten stavite preko nosača sa oštrom ivicom. O gvozdenu žicu obesite gvozdenu kuglu prečnika 2 do 3 inča. Mala žica koja visi sa klatna dotiče živu koja se nalazi u drvenoj posudi (slika 239). Jedna žica od oslonca klatna i druga od žive u posudi vode do releja. Drvena strani 237). Kružni čelični prsten stavite preko nosača sa oštrom ivicom. širine i dubine $\frac{1}{4}$ inča i dužine jedan inč. U to udubljenje stavite živu. Zbog površinskog napona površina žive je iznad nivoa drveta. Žica koja visi ispod klatna dodiruje živu i zatvara strujno kolo u svakoj poluperiodi.

6. Fukoovo klatno

a. Pokažite princip Fukoovog klatna stavljajući obično klatno na obrtno postolje, na sto na točkovima ili na policu (vidi strane 225 i 226). Kada klatno osciluje njegov nosač se okreće i ravan oscilovanja se vidljivo menja.

b. Napravite pravo Fukoovo klatno koje će se pravilno ponašati ako je pažljivo obešeno i ako mu je dužina 10 d o 15 stopa. Nosač je kuka od čvrstog čelika, sa oštrim vrhom i oslanjana o držač pričvršćen za tavanicu.



SI. 239.

SI. 240.

Siljasti klin drži klavirsku žicu veličine broj 16 (slika 24). Gvozdena ili olovna kugla treba da teži oko 75 funti. Prividna promena ravni oscilovanja čini se vidljiva tako što se metalna traka pričvrsti na noseću žicu. Krajevi trake izvrnuti su na gore. Ti krajevi osvetljeni su projekcionom lampom sa koje su uklonjena projekciona sočiva. Likovi krajeva (koji se nalaze u liniji projekcije) se pomoću sočiva fokusiraju na ekran. Kada se klatno kreće, likovi krajeva će se odvojiti posle nekoliko minuta, pokazujući prividnu rotaciju klatna.

Klatno se pokreće u željenom smeru i bez eliptičkog kretanja na sledeći način. Pričvrstite klatno pamučnim koncem za kruti oslonac. Konac spalite i pokrenite na taj način klatno.

7. Centrifugalna i centripetalna sila

a-1. Upotrebite razne uređaje koji se mogu nabaviti u trgovinama. Jedan od njih je staklena posuda u koju su stavljeni živa i voda. Dok se posuda obrće, sila koja se javlja u svakoj od tečnosti kvalitativno se pokazuje položajem koji tečnost zauzima u posudi.

a-2. Prikazite model regulatora parne mašine.

a-3. Izvršite kvantitativno posmatranje centrifugalne sile pomoću vrteške po kojoj tegovi X i Y mogu slobodno da se kreću. Pomoću vrpce oni su vezani za masu W (slika 241). Utvrdite brzinu tegova X i Y i njihov poluprečnik rotacije, a iz ovoga izračunajte centrifugalnu silu.

b-1. Uzmite ručnu burgiju kao rotor. U glavu burgije stavite zavrtnjan sa prstenom. Za ovaj pričvrstite vrpce dužine oko jedne stope. Drugi kraj ove vrpce vezan je za veliki klin koji se okreće.

b-2. Umesto klina u (b-1) uzmite metalni disk prečnika 6 inča. Vrpca je vezana oko rupe u blizini oboda diska koji rotira. Umesto diska možete upotrebiti prsten od žice.

c-1. Rotirajte predmete rukom da biste stekli pojam o silama koje se stvaraju. Možete okretati masu od 200 do 500 grama, vezanu za jak konopac.

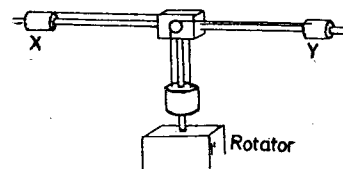
c-2. Ispruženom rukom okrećite u vertikalnoj ravni vedricu do polovine ispunjenu vodom.

d. Pomoću cilindrične posude, kao što je konzerva (slika 242), napravite jednostavan uređaj u kome će se kotrljati kuglica. Upotrebite cevčicu da biste usmerili čeličnu kuglicu u donji deo cilindra. Kuglica će napraviti jednu ili dve potpune petlje. Na ovom principu rade razne igračke.

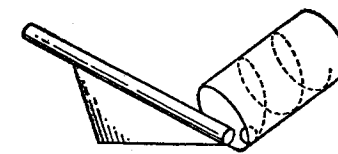
e. Demonstrirajte centrifugalnu silu pomoću vedrice vode obešene o dvostruki konopac. Vedrica je napunjena do polovine; okrećite je sve dok se konopci dobro ne upletu. Kada se raspliću, voda se uzdiže duž zidova vedrice, pa čak može i da se prelije.

f. Napravite jednostavan uređaj da pokažete efekat centrifugalne sile; upotrebite staklenu ili metalnu cev sa komadom jakog kanapa, koji ima manju masu u X i veću masu u M (slika 243). Cev je dobro uglačana na gornjem kraju. Kada cev okrećete kružno rukom, masa kod X rotira, usled čega se masa kod M može podići. Proučite uticaj poluprečnika krivine na brzinu rotacije.

g. Pomoću stroboskopske svetlosti pokažite uticaj centrifugalne sile na točak koji rotira (vidi stranu 115). List od gume, napravljen od automobilske unutrašnje gume, isecite u obliku diska prečnika oko 6 inča. Gumu isecite tako da dobijete paok, tako da disk podseća na točak. Sečenjem oslabite jedan od paoka. Dok točak rotira u stroboskopskoj svetlosti jasno će se videti efekat popuštanja jednog paoka.



SI. 241.



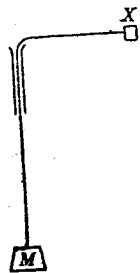
SI. 242.

h. Uzmite veliki stakleni ili metalni levak (slika 244). Čelična kuglica ulazi u levak kao što je prikazano na slici. Kuglica se kreće sve niže i niže kako njena brzina opada, sve dok se skoro ne umiri, a zatim polako pada, jer trenje smanjuje njenu brzinu. Kuglica dobija prvobitnu brzinu kotrljanja se niz oluk, ili kroz cev.

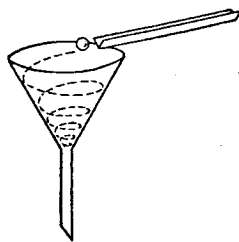
8. Ugaoni moment

a-1. Da biste prikazali ugaoni moment napravite jednostavan uređaj od tankog drveta ili kartona, koji ima dve rupe u blizini središta, na razdaljini

od oko 1,4 inča (slika 24). One se nalaze na suprotnim stranicama u odnosu na centar diska. Kroz ove rupe provucite čvrste vrpce i vežite ih na krajevima. Zatim zavrtite disk da bi upleli vrpce. Ako eksperimentator rastegne vrpce rukama izazvaće odvijanje diska. Pošto se vrpca potpuno odvila, moment diska i dalje deluje i vrpca se ponovo uvrtće. Naizmeničnim zatezanjem i otpuštanjem vrpce može se postići da disk rotira prvo u jednom, a zatim u drugom smeru.



Sl. 243.



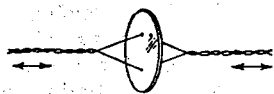
Sl. 244.

a-2. Demonstrirajte „jo-jo”, koji koristi ugaoni moment.

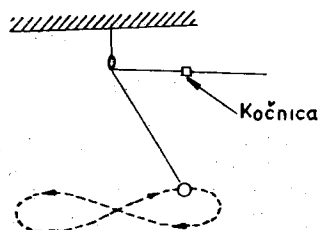
b. Pokažite očuvanje ugaonog momenta koristeći okrugli štap za čiji je kraj pričvršćena vrpca dužine dve stope. Za slobodni kraj vrpce pričvrstite teg od 50 grama. Držite štap u vertikalnom položaju i učinite da se teg kreće oko štapa. Kako se vrpca namotava, zbog očuvanja ugaonog momenta, teg se kreće sve brže i brže.

c. Demonstrirajte princip ugaonog momenta pomoću klavirske stolice koja se lako okreće. Eksperimentator sedi na klavirskoj stolici. On u raširenim rukama drži težak teret, na primer knjigu ili opeku. Druga osoba okreće eksperimentatora naglo, držeći ga za ramena; zatim ga pušta i on posle jednog ili dva okretaja privlači tegove telu. U tom trenutku njegova obrtna brzina vidljivo se povećava.

d. Pokažite očuvanje ugaonog momenta u radu klatna. Model klatna napravite prema slici 246. Teg klatna je obešen pomoću prstena sa zavrtanjem, koji je učvršćen u ramu.



Sl. 245.



Sl. 246.

Na vešaljku klatna postavite za dršku. Klatno lagano zanjišite i u trenutku kada ono prelazi kroz neutralni položaj, eksperimentator povlači uzicu klatna, smanjujući tako dužinu klatna. Kada se klatno nalazi u maksim-

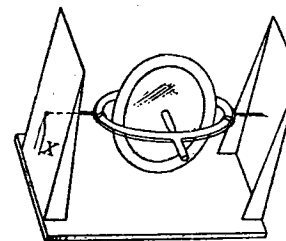
malnom odklonu, pritisak na uzici treba popustiti i klatno pada. Kada klatno ponovo dođe u neutralni položaj, uzica se povlačenjem skraćuje. Teg klatna prelazi put koji je na slici označen strelicama. Ovaj postupak vrši osoba koja se ljulja na ljuljaški.

9. Žiroskop

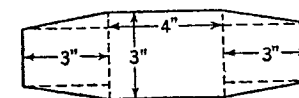
a. Pokažite precesiju žiroskopa, poduprevši kraj rotirajućeg žiroskopa i posmatrajući kretanje drugog kraja. Smer precesije može se povezati sa smerom obrtanja oko ose žiroskopa. Smer obrtanja žiroskopa možete promeniti i proučavati smer precesije.

b. Nabavite avionski žiroskopski pokazivač zaokreta i proučavajte delovanje žiroskopa. Možete da upotrebite žiroskope sa usmerivača za bombe.

c. Napravite žiroskopski pokazivač zaokreta upotrebljavajući žiroskop — igračku, postavljen u ljuljašku kao što je prikazano na slici 247. Krajevi žive prolaze kroz rupe u ramu, koji je napravljen od savijenog metalnog lima (slika 248). Ram je postavljen na daske koje su oblikovane tako da liče

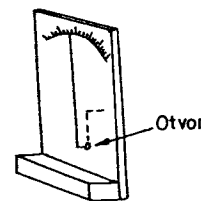


Sl. 247.

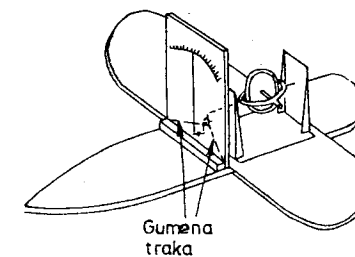


Sl. 248.

na staljni trap i krila aviona. Jedan kraj žice iz ljuljaške savijen je na dole i izvijen u obliku duge uske petlje (na slici 247). Vertikalna ploča veličine (4 inča × 6 inča) opremljena je žičanom kazaljkom koja prolazi kroz rupu i savijena je spolja na gore (Y na slici 249). Kada se ploča nalazi na odgovarajućem mestu, ručka kod Y pada u petlju (X na slici 247). Tako se kretanje nosiljke može registrovati na skali pomoću skazaljke. Isecite komad gumene trake i pričvrstite je za petlju nosiljke. Krajevi gume pričvršćeni su sa obe strane rama. Traka služi kao opruga za centriranje (slika 250). Upo-



Sl. 249.

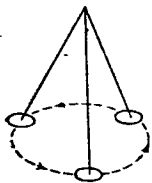


Sl. 250.

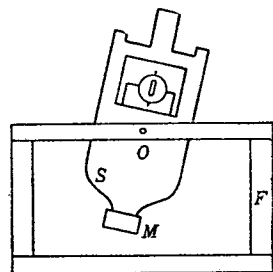
trebate čvrstu vrpču za zaošljavanje rotora. Ovaj zavrtite u tom pravcu u kome će se gornji ram kretati, u smeru zamišljenog kretanja aviona. Kada se avion okreće, levo ili desno, kazaljka na odgovarajući način reaguje.

d-1. Demonstrirajte žiroskopsko dejstvo pomoću metalnog diska prečnika 4 ili 5 inča. Disk može biti dno velike konzerve. U sredini izbušite rupu, postavite jednu žicu kroz nju, i na kraju žice zavežite čvor. Zavrtite disk brzo, a zatim ga pustite da opisuje velike krugove (slika 251). Primećete da disk teži da zadrži svoju ravan rotacije.

d-2. Držite žicu u stalnom položaju i rotirajte disk. Usmerite mlaz vazduha prema njegovoj jednoj ivici. Umesto da se nagne u tački u kojoj ga mlaz vazduha pogada, disk će težiti da se pomeri pod uglom od 90 stepeni u odnosu na mlaz vazduha.



Sl. 251.



Sl. 252.

e. Napravite veliki žiroskop koristeći točak od bicikla kroz čiju ćete osovinu postaviti dugi klin; ovaj treba postaviti tako da zauzme položaj osovine. Ako želite, za klin možete da pričvrstite ručku. Lepljiva traka, obmotana oko klina, može isto tako dobro da posluži. Oko žljeba točka omotajte tešku žicu i pričvrstite je za žljeb, vezujući je u čestim razmacima žicom. Kada se točak okreće, razvija se velika sila.

f. Pokažite upotrebu žiroskopa za stabilizaciju broda tako što ćete ugraditi mali žiroskop na model poprečnog preseka broda, isečen od šperploče (S na slici 252). Model ste pričvrstili u tački O za ram F i opteretili u tački M, tako da može da se klata kao klatno. Žiroskop je tako postavljen da se naginje napred i nazad dok se brod „ljulja“. Za klin na vrhu žiroskopa pričvrstite vrpču za stabilizaciju broda.

Energija, rad i snaga

1. Proste mašine

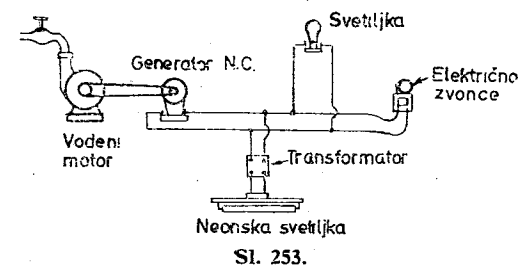
Uopšte uzev, sila i razdaljina koju prelazi mašina mogu se uporediti sa izvršenim radom. U nekim slučajevima može se uključiti i faktor vreme. (Vidi stranu 153.)

2. Prenosenje i očuvanje energije

a. Pokažite prenošenje kinetičke energije pomoću plitkog oluka sa 8 do 10 mermernih, čeličnih ili bilijarskih kugli koje se međusobno dodiruju. Kada jedna kugla, gurnuta na jednom kraju, udari sledeću, energija se pre-

nosi do kugle na drugom kraju. Zakotrljajte dve kugle zajedno. Obratite pažnju na efekat na drugu kuglu.

b. Posmatrajte prenošenje energije pomoću vodenog motora koji je pričvršćen za slavinu (slika 253). Ovaj motor upotrebljava se kao pogon malih električnih generatora. Elektricitet iz ovog uređaja koristi se za sijalicu male snage, transformator povisač (koji se upotrebljava za paljenje visoko naponske neonske sijalice) i za rad električnog zvona.



c-1. Pomoću klatna pokažite prenošenje energije. Na zajednički oslonac okačite dva klatna iste dužine. Jedno klatno pustite da osciluje. Ono postepeno prenosi svoju energiju na drugo klatno, koje dostiže tačku maksimalnog oscilovanja kada prvo klatno počinje da miruje. Dalje posmatranje pokazuje da se energija zatim prenosi sa drugog klatna ponovo na prvo.

c-2. Uzmite dve opruge sa tegovima, i okačite ih o zajednički nosač. Dok jedan teg osciluje u vertikalnom smeru, on postepeno prenosi svoju energiju na drugi teg.

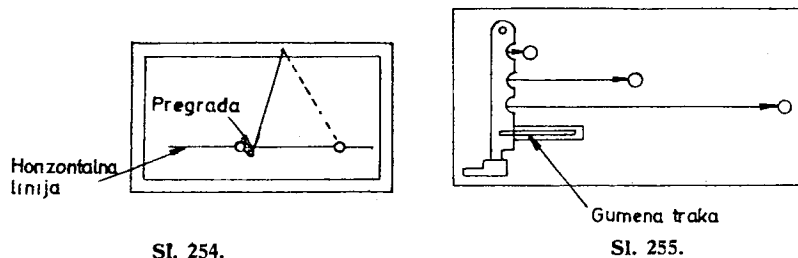
c-3. Okačite prosto klatno na prednji deo ploče ili table i pokrenite ga. Zapazite da se ono podiže do iste visine na obe strane, što se može pokazati horizontalnom linijom. Dok klatno osciluje, postavite prepreku u nekoj tački, kako bi o nju udario konac klatna (slika 254). Primetićete da se kugla klatna podiže do iste visine, kao da je klatno napravilo svoj normalni otklon i da nastavlja svoju normalnu oscilaciju pošto je prepreka otklonjena, pri čemu valja zanemariti otpor trenja.

(Vidi strane 170 i 171.)

3. Kinetička energija i brzina

a-1. Na glatku, ravnu ploču (približnih dimenzija 4 stope sa 1/2 stope) postavite šipku pričvršćenu jednim krajem na osovinu. U njoj napravite polukružne zareze (slika 255). U te ureze postavite tri cilindrična komada drveta iste veličine. Drugi komad drveta, postavljen u tački B služi kao kočnica za ovu ručicu. Gumena traka između zavrtanja na ručici i komada čini da ručica pođe napred, kada kočnicu uklonite. Kvačilo u tački C drži ručicu u njenom položaju, dok se cilindrični komadi drveta stavljaju na njihova mesta. Kada kvačilo otpustite, svaki cilindrični komad biće odbaćen za izvesnu razdaljinu na ploči koja je proporcionalna kvadratu njegove brzine kada se ručica koja se pokreće zaustavi. Ako su zarezi postavljeni na jednakim uzastopnim rastojanjima, razdaljina koju će cilindrični komadi prelaziti stoji u odnosu 1 : 4 : 9.

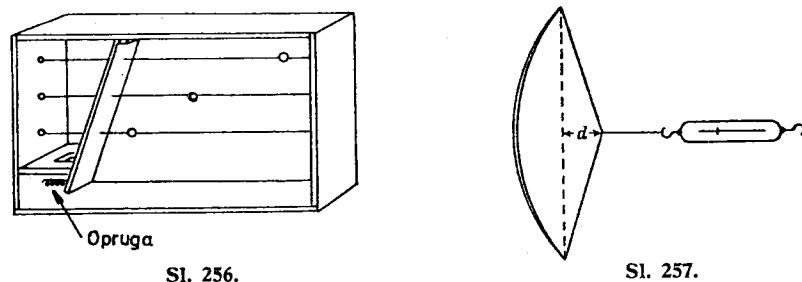
a-2. Napravite uređaj pomoću koga ćete pokazati isti princip u vertikalnom položaju. Kuglice postavite na zategnute žice u ramu. Njih potiskuje ručica koja je slično pričvršćena kao u prethodnom eksperimentu, a koja dobija energiju od opruge koja se nalazi ispod osovine (slika 256).



SI. 254.

SI. 255.

b. Uzmite luk i strelu. Zategnite luk do maksimalnog položaja i izmerite silu pomoću oružne vage (slika 257). Ovo podelite sa dva (jer je konačno očitavanje nula). Izmerite pomeranje (d na slici 257). Dobijena energija je proizvod srednje sile i razdaljine. Strelu otpustite vertikalno



SI. 256.

SI. 257.

u vis i zabeležite vreme koje je potrebno da se ona vrati. Njega podelite sa dva (da bi dobili samo vreme padanja). Konačna brzina dobija se množenjem vremena padanja sa 32 (ubrzanje izazvano gravitacijom). Izmerite strelu. Onda ćete imati:

$$KE = \frac{1}{2} \frac{w v^2}{g}$$

Ovako dobijena kinetička energija može se uporediti sa energijom koju daje luk ($F \times d$).

c. Radi proučavanja energije i rada napravite model nabijača (slika 258). Vertikalni oslonci su komadi drveta, sa žlebovima, ili mogu biti žice ili šipke, koje će služiti kao vodice malju. Treba da raspolažete sa dva malja, jedan težine jedan kilogram, a drugi težine dva kilograma. Maljevi treba da imaju krilca, pomoću kojih će se voditi njihovo spuštanje. Na dno postavite komad meke borovine i ovlaš ukucajte omanji ekser u taj komad.

Zatim pustite malj nabijača da pada duž određene razdaljine (najmanje 1 metar). Utvrdite njegovu brzinu u vreme padanja na klin, a rad koji je izvršen na klinu proračunava se iz dužine njegovog prodiranja u jelovu dasku. Zatim ovaj rad uporedite sa potencijalnom energijom malja kada se on nalazi na svojoj najvišoj tački.

4. Snaga

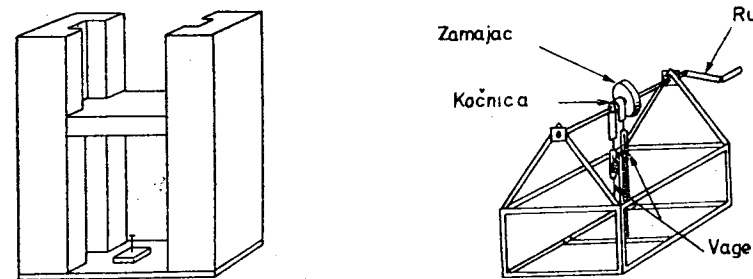
a-1. Izmerite snagu koju troši čovek u kratkom periodu vremena, tako što ćete utvrditi količinu vremena koja mu je potrebna da pretrči jedan potez stepeništa. Težina ove osobe i vertikalna razdaljina upotrebljavaju se u formuli:

$$K_s = \frac{\text{stopa funta / sek}}{550}$$

a-2. Izmerite snagu osobe pomoću kočnice. Relativno veliki točak (zamajac) postavite na ram sa manjim točkom na osovini za kočenje i ručkom na kraju (slika 259). Kožni kajiš preko manjeg točka služi kao kočnica, a krajevi kajiša pričvršćeni su za opružne vage, koje su povezane sa okvirom. Operator meri svoj napor za određeni broj zaokreta ručice, pri čemu se razlika u očitavanjima na vagi (sila) registruje u radu. Utvrdite obim kočionog točka. Razvijenu konjsku snagu utvrđujete pomoću formule:

$$K_s = \frac{\text{sila} \times \text{obim} \times \text{br. obrt. / min}}{33.000}$$

a-3. Podignite jedan relativno težak teret (100 do 500 funti, u zavisnosti od mehaničkih mogućnosti upotrebljenog sistema koturača) na utvrđenu visinu, vukući konopac (slika 260). Izmerite potrebno vreme. Iz visine na koju je teret podignut i veličine tereta možete da proračunate rad. Iz potrebnog vremena, utvrđujete snagu. Ako je vreme dato u minutima, deljenje sa 33.000 daje rezultat u konjskim snagama.



SI. 258.

SI. 259.

Upozorenje: osobe slabog zdravlja i sa manama, kao što je slabo srce, ne treba da vrše eksperimente opisane u (a-1), (a-2) i (a-3).

b-1. Pomoću kočnice (vidi str. 293) izmerite snagu električnog motora u konjskim snagama.

b-2. Pričvrstite vodeni motor za slavinu (slika 253) i utvrdite njegovu snagu na način sličan načinu koji ste upotrebili pri određivanju snage električnog motora (b-1).

5. Trenje

Pokažite zavisnost trenja od pritiska, tako što ćete položiti štap dužine jednog metra na dva prsta u horizontalnoj ravni, jedan prst u blizini jednog kraja, a drugi nešto dalje od drugog kraja. Približavajte dva prsta polako, tako da klize ispod štapa. Prsti će se dodirnuti u sredini, ali će štap ostati na njima. Umesto prstiju možete upotrebiti komade čelika ili gume.

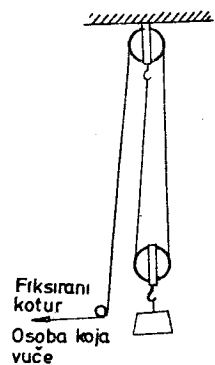
b-1. Pokažite nezavisnost količine trenja i površine upotrebljavajući komad drveta dimenzija 4 inča \times 8 inča \times 16 inča. Trenje merite opružnom vagom dok komad gurate preko drvene površine na svakoj od njegovih stranica. (Treba očitati snagu potrebnu za guranje da bi se komad drveta kretao).

b-2. Gornji komad opteretite tegom od 500 grama u svakom od položaja, i izvršite odgovarajuća očitavanja.

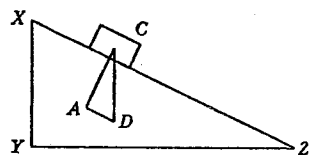
b-3. Umesto drvene daske uzmite čeličnu ploču i izvršite ista merenja kao u (b-1). Izvršite poređenje drvene i čelične površine.

b-4. Uzmite čelični blok umesto komada drveta u (b-3).

b-5. Premažite čeličnu ploču mazivom i izvršite odgovarajuća očitavanja.



Sl. 260.



Sl. 261.

c-1. Pomoću strme ravni (slika 261) utvrdite silu koja je potrebna da se pomeri komad. Upotrebite komad drveta i dasku. Dasku naginjite dok komad drveta ne prestaje da klizi niz nju, pošto mu date početni impuls. Trougao ACD sličan je trouglu XYZ.

$$\text{Odatle imamo } XY/YZ = AD/AC \text{ i} \\ XY/XZ = AD/DC$$

Mereći XY i YZ, a takođe mereći i komad drveta (koji predstavlja vektor CD), možete da izračunate vektor AD. Ovo je sila koja izaziva klizanje komada.

c-2. Pomoću oglada opisanog u (c-1) utvrdite uglačanost linoleuma koju postizete raznim vrstama masti. Jedan komad linoleuma pričvrstite za ploču, namažite ga i uglačajte. Ispitajte uglačanost. Pomoću ugljen tetrahlorida uklonite mast, pa onda linoleum namažite drugom mašću i uglačajte. Ponovite ispitivanje.

d-1. Posmatrajte trenje tečnosti tako što ćete određenu količinu vode staviti u posudu za koju je pričvršćena gumena cev dužine tri stope. Zabeležite vreme koje je potrebno da voda isteče. Gumenu cev zamenite drugom cevi istog prečnika, ali dvostruke dužine. Istu količinu vode sipajte u posudu i vreme potrebno da voda isteče uporedite sa odgovarajućim vremenom u slučaju kraće cevi.

d-2. Uporedite viskozitet uzorka ulja stavljajući jednake količine ulja za podmazivanje S.A.E. od 10, 20, 30, 40 i 50 u pet epruveta koje stoje u ramu. Svaku epruvetu dobro začepite, i to tako da mala, ali podjednaka količina vazduha ostaje iznad ulja u svakoj od njih. Jednu malu letvu postavite odozgo, da drži začepljene epruvete na mestu. Okrenite ram i vremenom koje je potrebno da se vazdušni mehur podigne utvrdite relativnu viskoznost svakog uzorka.



Sl. 262.

e. Pomoću cevi (dužine 5 stopa i prečnika $\frac{1}{2}$ inča), koja je opremljena slavinom na jednom kraju, dok joj je drugi kraj začepljen (slika 262), pokažite trenje gasova. U razmacima od po šest inča izbušite rupe prečnika $\frac{1}{8}$ inča. Pomoću gumene cevi povežite cev sa izvorom gasa. Kod svake rupe zapalite gas. Opadajuća veličina plamena od jednog ka drugom kraju cevi pokazuje trenje između gasa i metala.

TOPLOTA

Promena stanja

1. Demonstracija promene stanja

a. Smrznite vodu i dovedite je do tačke ključanja; potopite led (vidi strana 109).

b. Istopite sumpor, olovo, ili lemilo u posudi za topljenje, i posmatrajte kako će ponovo očvrstnuti kada se ohladi.

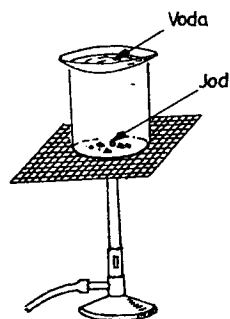
c. Istopite aluminijum pomoću peći koja je opisana na strani 253.

d. Sublimirajte jod, ili ugljen dioksid iz suvog leda. Kada se zagreje, jod isparava i prikuplja se na hladnoj gornjoj površini (slika 263).

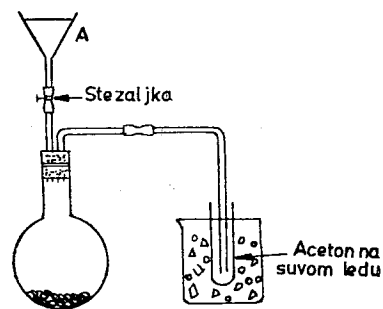
e. Istopite Vudov metal u vreloj vodi (vidi stranu 373).

f. Isparavajte etil alkohol, etil eter, benzin i druge lako isparljive tečnosti.

g. Rastopite obične gasove. Koncentrisani amonijum hidroksid (A) u kapljicama polako sipajte u bocu (B) koja sadrži čvrsti natrijum hidroksid (slika 264). Amonijak se oslobađa i hladi, a rastopljeni deo se prikuplja u cevi (C). Ova epruveta stavlja se u drugu, nešto veću, u kojoj je voda. Kada amonijak isparava voda se hladi, čime demonstrirate princip rada frižidera. Sumpor dioksid može da se rastopi pomoću hlorovodonične kiseline u (A), natrijum bisulfita u (B). Sumpor dioksid se provodi kroz cev za hlađenje. Tečan sumpor dioksid čuva se u zatopljenoj epruveti. Cev prvo stegnite u blizini vrha, a zatim ohladite u kupatilu. Tečni sumpor dioksid se prenosi, a cev zatvori vrelim, finim plamenom na mestu gde je bila stegnuta. Treba paziti da se aceton ne zapali. Sve operacije vrše se ispod levka za odvođenje pare i dima.



Sl. 263



Sl. 264.

2. Superhlađenje

a. Istopite 100 grama hidratisanog natrijum acetata u boci od 300 mililitara. (Ako upotrebljavate anhidridovani oblik, njega rastvorite u 62 grama tople vode). Pustite tečnost da se ohladi: ako je ne dirate, ona će se prehladiti. Ubacite kristale natrijum acetata, pa će nastupiti kristalizacija. Zapazite promenu temperature.

b. Hladite jedan sat ledenu sirćetnu kiselinu u hladnoj vodi. Kristalizacija će početi ako protresete bocu, protrijajte stakleni čep po njegovom ležištu, grebete unutrašnjost boce staklenom šipkom ili, u krajnjoj liniji, pribegnute ubacivanju nekoliko kristala kiseline iz posebnog suda.

3. Toplota rastvaranja

Rastvorite soli kao što su amonijum nitrat i natrijum tiosulfat (hipo) u vodi i beležite temperaturu u vreme rastvaranja.

4. Toplota isparavanja

a. Posmatrajte relativni efekat hlađenja kože na koju ste stavili podjednake, male količine vode, alkohola i etra.

b. Napravite takozvanu „hladnu vatru”. Načinite mešavinu od 58% ugljen disulfida i 42% ugljen tetrahlorida. Potopite tkaninu u ovaj rastvor

i kada je zapalite, čini se da gori; toplota sagorevanja ugljen disulfida koristi se za isparavanje i razlaganje ugljen tetrahlorida. Plamen je hladan. Ako napravite odgovarajuću mešavinu, tkanina će ostati neoštećena.

c-1. Utvrdite toplotu isparavanja pomoću 200 mililitara vode u boci od 500 ml. Zabeležite početnu temperaturu, zatim sud zagrevajte i merite vreme do ključanja vode. Voda ključa nekoliko minuta, pri čemu tačno beležite vreme. Izmerite ponovo vodu i utvrdite koja je količina isparila. Pod pretpostavkom da je količina unošene vode stalna, količina toplote čata isparenoj vodi proračunava se iz promene temperature i vremena potrebnog za odigravanje ove promene.

Iz ovih podataka utvrdite toplotu isparavanja.

c-2. Unesite paru u posudu sa vodom. Izmerite posudu i na početku i na kraju utvrdite temperaturu vode. Iz dobijene težine i porasta temperature proračunajte toplotu isparavanja. Posuda koja prima paru, radi veće tačnosti merenja može da bude izolovana.

5. Promena zapremine sa promenom stanja

a. Stavite gumeni balon preko grlića epruvete u kojoj se nalaze dva do tri grama etra ili suvog leda.

b. Zamrznite vodu u maloj boci; ona će prsnuti.

c. Obratite pažnju na ispuščenost kockica leda u posudi za ledene kocke u frižideru.

6. Brzina isparavanja

a. Posmatrajte uticaj veličine površine. Postavite pojednake količine vode u dve posude. Jednu velikog a drugu malog prečnika. Posle nekoliko dana izmerite preostale količine vode.

b. Posmatrajte brzine isparavanja raznih tečnosti. Stavite podjednake količine vode i etil alkohola, na istoj temperaturi, u identične, nezačepljene boce. Posle nekoliko dana preostale količine tečnosti izmerite.

c. Uporedite rezultate u (b) sa efektom hlađenja kože pod uticajem svake od ovih tečnosti.

d. Posmatrajte uticaj vode, alkohola ili etra na temperaturu koju registruje termometar. Pamučnom tkaninom obavite kuglicu termometra. Zaštite je tečnošću i mašite termometrom po vazduhu.

e. Upotrebite „pulsnu staklenku” (Staklena cev sa kuglama u kojima su etar ili alkohol koji od toplote ruke ključaju i „pulsiraju” — prim. prev.), da pokažete uticaj smanjenog pritiska. U jednoj ruci držite balon u kome se nalazi tečnost, a prazan balon nad njim. Tečnost isparava i prikuplja se u gornjem balonu.

7. Toplota topljenja

a. Izmerite vodu u posudi ili kalorimetru i zabeležite njenu težinu i temperaturu. Pažljivo osušite komad leda i stavite ga u vodu. Led mešajte dok se ne istopi, zatim utvrdite temperaturu i ponovo izmerite vodu. Iz promene težine i prvobitne i potonje temperature vode, možete proračunati toplotu koja je upotrebljena za promenu stanja leda i zagrevanje do

konačne temperature. Iz ovih podataka možete da utvrdite toplotu topljenja. Za kalorimetar treba izvršiti korekciju.

b. Obratite pažnju na konstantnost temperature vode u kojoj se led rastapa.

8. Efekat pritiska na tačke topljenja

a. Okačite tegove na krajeve žice koja je postavljena preko table leda. Led se topi pod pritiskom, a žica „seče“ tablu, dok se iznad nje voda ponovo zamrzava.

b. Pritisnite jedan uz drugi dva ravna komada leda. Oni će se smrznuti i spojiti.

c. Napravite grudvu od senga. Pritisak neznatno topi sneg; kada puštite grudvu sneg se ponovo zamrzava.

9. Zamrzavanje vode

a. Upotrebite električni frižider.

b. Upotrebite suvi led ili tečan vazduh.

c. Upotrebite tečni amonijak kao na strani 251.

d. Brzo isparite etar iz epruvete koja se nalazi u jednoj većoj epruveti sa vodom. (Vidi stranu 214).

e. Isparite etar iz satnog stakla postavljenog na komad drveta, tako da se između stakla i drveta nalazi kap vode (vidi stranu 214).

f-1. Rastvarajte razne soli da bi dobili led. Dve ili tri kapi vode stavite na komad drveta i na vodu jednu posudu; u posudu stavite 100 grama amonijum nitrata. U posudu zatim sipajte 100 ml vode i brzo mešajte. Voda ispod posude brzo će smrznuti.

f-2. Napravite rastvore datih sastojaka, sa početnom temperaturom od 12° C. Na desnoj strani tabele date su konačne temperature (sastavni delovi dati su težinski:)

(a) amonijum hlorid	5	} — 12° C
Kalijum nitrat	5	
Voda	16	
(b) amonijum nitrat	1	} — 22° C
natrijum karbonat	1	
Voda	1	

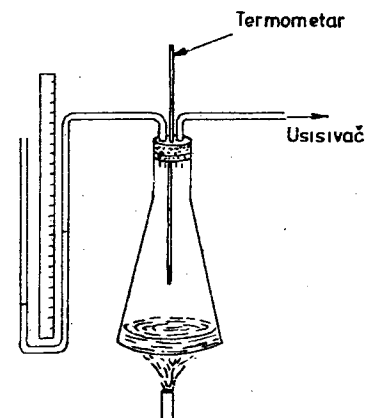
(g). Upotrebite kriofor. (Instrument za prikazivanje zamrzavanja sopstvenim isparavanjem — prim. prev.)

10. Efekat pritiska na tačku ključanja

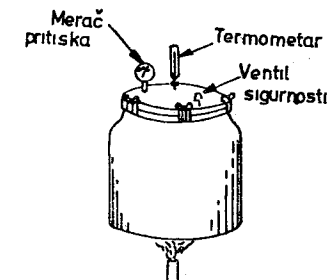
a-1. Zagrejte malu količinu vode u boci sa okruglim dnom, izmaknite plamen i začepite bocu čepom sa rupom, u koju stavite termometar. Preko boce sipajte hladnu vodu pa nekoliko minuta beležite temperaturu ključanja.

a-2. Uzmite uređaj prikazan na slici 265. Istovremeno možete očitati temperaturu ključanja i pritisak.

b. Povećajte pritisak upotrebljavajući lonac za kuvanje pod pritiskom. Na poklopcu imate termometar, koji je stavljen u rupu tako napravljenu da u nju može da se postavi čep sa rupom za termometar. Čep se stavlja sa unutrašnje strane (slika 266). Obratite pažnju na promenu tačke ključanja sa porastom pritiska. Boca dobrog kvaliteta, sa okruglim dnom, može bezbedno slično da se upotrebi, ako se dozvoli samo veoma ograničeno povećanje pritiska.



Sl. 265.



Sl. 266.

Efekti promene temperature

1. Promena dužine i zapremine

a. Pokažite delovanje živinog ili alkoholnog termometra.

b. Upotrebite aparat za merenje koeficijenta linearnog širenja (pogledajte udžbenik fizike ili laboratorijski priručnik).

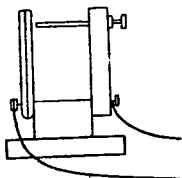
c. Upotrebite bimetalnu šipku. Nju možete nabaviti u trgovini ili je napraviti pomoću traka mesinga i čelika jednake debljine (broj 18 ili broj 20) i širine 1 inč, dužine 10 inča. Stavite ih u mengele i izbušite rupe na razdaljini od 1 inča, i zatim ih spojite zakovicama). (Slika 267). Bimetalnu šipku postavite na oslonac nasuprot odgovarajućoj metalnoj šipki, sa zavrtnjem na koji se može podešavati. Zavrtnanj je sa maticom. Po želji, tačke, kontakta lučnog varničara, kao što je, na primer indukcioni kalem, mogu se pričvrstiti za kraj zavrtnja i odgovarajuću tačku bimetalne šipke da bi se smanjio efekat luka. Pri dnu svake šipke pričvrstite klemu. Povežite žice koje će provoditi električnu struju. (Bolje je da je struja do releja niskog napona). Ovaj uređaj može da se upotrebi sa zvonom, ili sijalicama vezanim u nizu.

d. Upotrebite obešeno klatno zidnog časovnika.

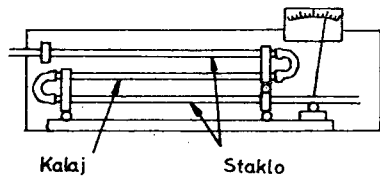
e. Prikažite obešeno klatno pomoću staklene cevi i cevi od kalaja ili cinka. Uzmite dve staklene cevi i jednu od kalaja (ili cinka). (Slika 268). Koeficijenti širenja su:

staklo	0,0000085
kalaj	0,000022
cink	0,000029

Staklene cevi su dužine 45 inča, a cev od kalaja 35 inča. Povežite ih pomoću gumenih cevi. Gornja staklena cev pričvršćena je za dasku na levom kraju pomoću držača i zavrtnjeva. Staklena i kalajna cev pričvršćene su zajedno na gornjem desnom kraju, što važi i za levi kraj donje dve

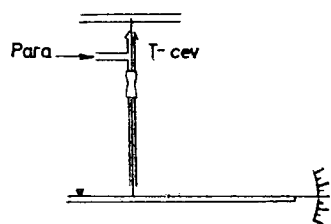


Sl. 267.

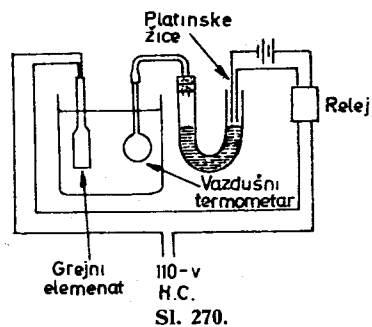


Sl. 268.

cevi. Ovi oslonci nisu vezani za ram, već leže jedan na drugom, sa kratkim osloncima od klinova između. Jedan venac, pričvršćen za ram, nosi sve cevi. Desni kraj donje cevi počiva na osloncu sa skazaljkom do skale. Para koja prolazi kroz cev izaziva kretanje prvo na desno, zatim na levo i najzad do nultog položaja. Za cevi od drugih materijala, dužine koje ćete upotrebiti treba da utvrdite na osnovu koeficijenta širenja, tako da čist rezultat bude nula.



Sl. 269.



Sl. 270.

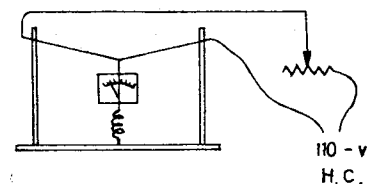
f. Uzmite žicu kakvu bilo. Ispravite komad dužine 3—4 stope i okačite ga u staklenu ili gumenu cev. Ako upotrebljavate staklo, postavite cev T kao što je prikazano na slici 269. Jednu polugu stavite na donji kraj i izvršite očitavanje. Propustite paru i proračunajte količinu i koeficijent širenja.

g. Uzmite vazdušni termometar za termostatsku kontrolu (slika 270). Termometar je spojen sa živinim manometrom, sa dve platinske žice koje živa dodiruje. Kada dolazi do širenja kolo se zatvara. Relej otvara kolo od 110 volti i grejanje prestaje. Kako dolazi do hlađenja, kolo releja se otvara i zatvara kolo od 110 volti, izazivajući zagrevanje.

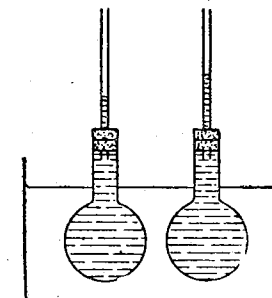
h. Pokažite princip ampermetra s zagrevnom žicom. Na izolovanim prstenastim postoljima (slika 271) stoji žica od niklhroma ili hroma, dužine tri stope, broj 20 ili manja. Žica je postavljena u seriju sa reostatom od 20 do 30 ampera i povezana sa linijom od 110 volti. Ugnuće je vidljivije ako okačite mali žičani jahač u sredini. Da bi prikazali princip ampermetra,

malu žicu pričvrstite u središnjoj tački i savite jednom oko kalema, zatim do male opruge, koja rasteže žicu. Kako raste struja, kazaljka pokazuje promenu.

i. Posmatrajte relativno širenje u raznim tečnostima. Dve boce od 250 ml napunite raznim tečnostima (alkohol, voda, glicerol, itd.). U svaku od njih stavite čep sa otvorom u koji ćete postaviti staklenu cev dužine dve stope. Kada to učinite, tečnost će se nešto podići. Pričekajte da se postigne sobna temperatura. Obeležite nivo tečnosti u svakoj od boca i stavite obe boce u vodeno kupatilo (slika 297). Zagrejte boce i obratite pažnju na relativno širenje tečnosti.



Sl. 271.



Sl. 272.

j. Posmatrajte različito skupljanje stakla i žive. U hladnu vodu stavite topao živin termometar. Nivo žive će u prvom trenutku da se podiže dok se staklo skuplja, a zatim, sa skupljanjem žive, on pada.

k. Posmatrajte maksimalnu gustinu vode. U posudu sa vodom i komadom leda stavite dva termometra. Kuglica jednog termometra je u blizini površine, a druga pri dnu. Temperatura na dnu ostaje na 4°C sve dok se sav led ne istopi.

l. Proučite prekidač električnog migavca. Jedan deo poklopca možete da skinete.

m. Proučite termostate raznih električnih uređaja kao što su pegle i pećnice, ili automobilski radijatorski termostat.

n. Proučite strukturu balansnog točka u časovniku (Vidi stranu 165).

2. Promena molekularne strukture

a. Obesite dve žice kao što je prikazano na slici 271. Kako raste temperatura žica dolazi do širenja, sve dok na oko 800°C uleganje ne prestane, jer dolazi do ponovnog uređivanja molekularne strukture. Preko ove tačke, uleganje se nastavlja.

b. Rastegnite gumenu traku i opteretite je malim tegom. Zatim je pažljivo zagrejte plamenikom. Guma će se skupiti.

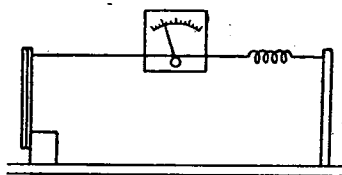
c. Pokažite efekt brzine hlađenja na čeličnu iglu. Iglu zagrejte do crvenog usijanja i pustite je da se polako hladi na vazduhu. Lako je možete saviti. Kada se ponovo ugreje i potopi u vodu postoje krta i puca kada se naglo savije.

Merenje temperature

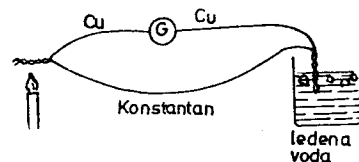
a. Upotrebite termometre koji se mogu nabaviti u trgovinama, kao što su na primer, bimetalni termometar, termometar maksimum-minimum i pirometar.

b. Napravite bimetalni termometar. Upotrebite bimetalnu šipku kao što je ona koju smo prikazali na slici 267. Postavite je prema slici 273. Pričvrstite konac, omotajte ga oko kalema sa kazaljkom i do opruge na osloncu. Termometar je kalibrisan poredenjem sa živinim termometrom na dve ili više prilično različitih temperatura.

c. Napravite jednostavan termopar, koji čini osnovu električnog piroetra. Spojite na krajevima komade bakarne žice i žice od konstantana (možete da upotrebite i gvožđe ili nikhrom). Žice su dužine oko tri stope. Sa krajeva žica pažljivo uklonite izolaciju, a zatim je čvrsto upletite. Postavite galvanometar kao što je pokazano na slici 274. Jedan od spojeva stavite u ledenu vodu, drugi u plamen plamenika. Galvanometar će pokazati da se dobija elektricitet.



Sl. 273.



Sl. 274.

d. Pokažite efekat različitih temperatura na termopar. Gvozdenu žicu pričvrstite za jedan ugao dobro očišćenog bakarnog lista. U kolo postavite galvanometar (slika 275). Jedan ugao zagrejte. Drugi kraj gvozdene žice pomerajte preko bakarnog lista. Zapazite uticaj promena temperature.

e. Napravite jednostavan termometar maksimum-minimum. Sklonite celuloidni poklopac — brojčanik sa metalnog termometra koji ste nabavili u trgovini i vrh igle savite tako da dodiruje donju površinu skale (slika 276). Pomoću plamena sveće pažljivo zatamnite površinu. Kako igla odgovara na promene temperature, ona beleži ekstreme. Zahvaljujući skidanju crnila sa površine ovi ekstremi mogu se očitati.

f. Napravite vazdušni termometar za demonstracione svrhe. Za cev dužine 30 cm pričvrstite kuglicu prečnika 5 cm. Unutrašnji prečnik cevi je 1 mm. Na gornjem delu probušite kuglicu, ili pričvrstite tanku cev da sprečite prelivanje (slika 277). Upotrebite obojeni kerozen. Uređaj pokazuje temperaturnu promenu izazvanu:

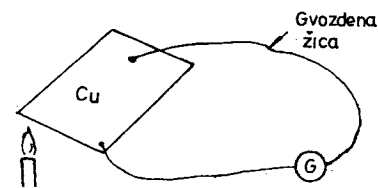
- (1) Plamenom, toplotom ruke, ili trenjem.
- (2) Isparavanjem lako isparljive tečnosti.
- (3) Hemijskom reakcijom (kuglica je u kontaktu sa reagensima).
- (4) Rastvaranjem čvrstih tela.
- (5) Kristalizacijom, polazeći na primer i od superzasićenih sistema. (vidi stranu 260).
- (6) Širenjem gasa. (Kuglica je stavljena u zvono tako da grlić prolazi kroz čep u otvoru. Iz zvona iscrpite vazduh).

(7) Sabijanjem gasa. Kada se vazduh ponovo uvede u ispražnjeno zvono, dolazi do sabijanja.

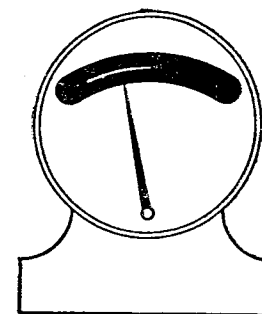
(8) Od konvekcioni struja oko zagrejanog čvrstog tela.

(9) Gubitka energije zračenjem.

(Zapazite zavisnost od kvadrata razdaljine stavlajući kuglicu na razne udaljenosti.)



Sl. 275.



Sl. 267.



Sl. 277.

(10) Apsorpcije čađi na površini kuglice.

(11) Grejnim efektima spektralnih boja. Upotrebite filtre na projekcionoj lampi. Kuglica je zatamnjena i na nju uperena svetlost.

Osim za ove svrhe, kuglica demonstracionog vazdušnog termometra može da se unese u kupatilo sa vodom i ledom. Ona pokazuje da temperatura ostaje konstantna dok se led topi. Slično, može se pokazati stalnost temperature vruće vode.

Specifična toplota

Određivanje specifične toplote

a. Uobičajenim postupkom dovedite temperaturu poznate mase neke supstance na 100°C (u vrućoj vodi), a zatim stavite taj predmet u poznatu masu vode na datoj temperaturi. Proračun na osnovu konačne temperature vode daje prenošenje toplote, a iz ovoga i poznate mase utvrdite specifičnu toplotu.

b. Uzmite jednake mase različitih metala da bi pokazali relativne specifične toplote. Možete uzeti šipke raznih metala sa podjednakim prečnikom (dovoljno je da ovaj bude od jedne polovine do jednog inča). Dužina neka bude takva da svi komadi imaju istu konačnu težinu. Sve ko-

made zagrejte na 100° C kao u (a), pa onda svaki stavite u posebnu posudu sa vodom, pri čemu će se u svakoj od njih nalaziti jednaka masa vode na istoj temperaturi. Konačne temperature omogućavaju proračunavanje relativnih specifičnih toplota.

2. Korišćenje specifične toplote

Utvrđite približnu temperaturu plamena. Držite poznatu masu metala (na primer klinove) u plamenu do crvenog usijanja tj., do verovatne temperature plamena. Zatim ovaj materijal brzo stavite u poznatu masu vode, čiju ste prvobitnu temperaturu registrovali. Iz konačne temperature utvrđujete količinu predate toplote, a znajući specifičnu toplotu metala, proračunajte njegovu prvobitnu temperaturu u plamenu.

3. Sugestije za metode

a. Izvršite tačnije izračunavanje uzimajući u obzir korekcije za faktore, kao što je na primer masa kalorimetra.

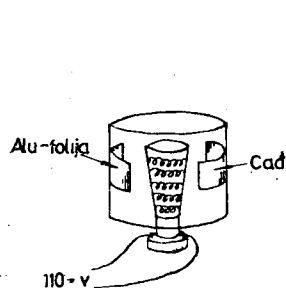
b. Upotrebite termos-boce kao kalorimetre.

Zračenje i apsorpcija

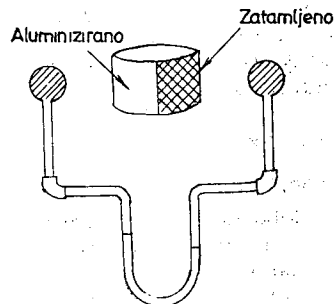
a. Upotrebite radiometar (Krukov) za detekciju zračenja. Obratite pažnju na efekte postojanja od izvora i temperaturu izvora.

b-1. Pokažite efekat površine na zračenje. Postavite izvrnutu posudu preko grejača od 600 vati. Jednu površinu posude prekriva aluminijumska folija dok sličnu površinu nasuprot ovoj prekrivate čađu (slika 278). Oba materijala učvrstite šelakom. Osobine zračenja svakoga od ovih mogu se proučavati pomoću radiometra ili termometra (vidi stranu 257).

b-2. Prekrivate jednu polovinu limenke čađu, a drugu polovinu aluminijumskim prahom i sve to pričvrstite šelakom. Začadavljeni vazdušni termometri pričvršćeni su za živin manometar, a posuda ispunjena vrelom vodom, pa zatim stavljen između njih (slika 279). Manometar registruje povećanje pritiska, pokazujući površinu koja jače zrači.



Sl. 278.



Sl. 279.

c-1. Prikažite efekat površine na apsorpciju. Dve obojene metalne ploče, jedna bela, a jedna crna nalaze se na istoj razdaljini od snažnog izvora toplote, kao što je na primer, zagrejeni električni grejač. Na svakoj ploči

prilepljena je kuglica od parafina na suprotnoj strani. Prva će pasti kuglica od parafina na crnoj ploči.

c-2. Uzmite dva vazdušna termometra, jedan prevučeni čađi, a drugi aluminijumskim prahom. Cevi termometra potopite u vodu. Stavite zapaljenu sveću između njih (slika 280). Termometar registruje iznos zračenja. Dva termometra mogu se spojiti manometrom (vidi b-2).

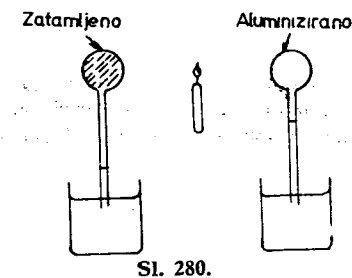
d-1. Pokažite da su dobri izvori zračenja takođe i dobri apsorberi. Dve posude (na primer, kutije za kafu) imaju izbušene poklopce tako da se u njih mogu staviti termometri. Jedna je crna, druga svetla. Vrela voda na istoj temperaturi u svakoj od njih, hladi se brže u crnoj posudi. Hladna voda greje se brže u crnoj posudi.

d-2. Isecite traku širine 1/2 inča duž jedne stranice kante od jednog galona (slika 281). Ovu traku, ili jezičak okrenite ka unutrašnjosti i napravite beleg pomoću krede. Okrenite kantu i postavite na tronožac. Zamračite sobu i u plamenu zagrejte jezičak. Kreda izgleda tamna, dok neprevučeni metal sjaji.

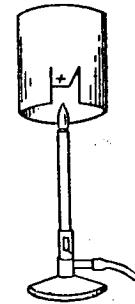
d-3. Jako zagrejte šareni komad porcelana u plamenu. Oni delovi koji su bili dobri reflektori svetlosti pokazaće se kao dobri apsorberi toplotne energije.

d-4. Upotrebite Leslijeve kocke, koje su, u stvari posude sa tamnim i sjajnim površinama. Posude možete povezati horizontalnom staklenom cevi koja sadrži malu količinu žive, koja svojim kretanjem registruje zračenje i apsorpciju (slika 282).

e. Uporedite plamenove po izračenoj toplotnoj energiji. Pomoću vazdušnog termometra možete da poredite crveni ili žuti plamen Bunsenovog plamenika sa plavim plamenom.



Sl. 280.



Sl. 281.

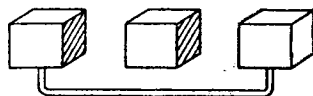
f. Pokažite apsorpciju infracrvenih zrakova pomoću filtra. Upotrebite vazdušni termometar da registrujete zračenje gorionika, ili Bunsenovog plamenika. Da pokažete apsorpciju, između postavite filtre od celofana ili stakla.

g. Koristite prizmu za utvrđivanje sunčevih infracrvenih zrakova. Stavite zatamnjenu kuglicu termometra ili radiometra neposredno iznad crvenog kraja spektra.

h. Pokažite da infracrveno zračenje može da se fokusira. U bocu sa 250 mm ugljen disulfida, dodajte dovoljnu količinu joda da sadržina po-

stane neprovidna. Bocu stavite ispred sočiva lučnog projektor. Vidljiva svetlost se apsorbira, dok se infra-crveno zračenje dovodi u žižu, za koju možete zaključiti da je prilično toplo.

i-1. Pokažite odbijanje infracrvenog zračenja pomoću lista poliranog metala koji će odbijati zračenje od grejača do radiometra ili vazdušnog termometra.



Sl. 282.

i-2. Stavite parabolične reflektore na međusobnu udaljenost od nekoliko stopa tako da reflektovano zračenje od jednog, prima drugo. Vrelu gvozdenu kuglu stavite u žižu jednog reflektora. U žižnu tačku drugog stavite vazdušni termometar ili radiometar.

(Vidi stranu 166).

Provodljivost

(Vidi stranu 166).

Konvekcija

(Vidi stranu 168).

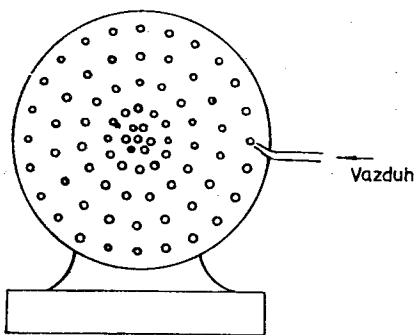
Sagorevanje

(Vidi stranu 170).

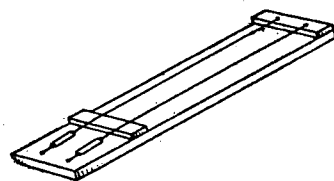
ZVUK

Izvori zvuka

a. Upotrebite zvučni disk. Disk, (prečnik 12 inča) sastoji se od metalne ploče u kojoj su, po utvrđenom redu, izbušene rupe u četiri koncentrična kruga. Brojevi rupa u svakom krugu nalaze se u odnosu (spolja ka



Sl. 283.



Sl. 284.

iznutra) 48 : 36 : 30 : 24 (slika 283). Mlaz vazduha iz mlaznika proizvodi tonove onda kada je usmeren prema svakom od koncentričnih krugova rupa, pri čemu se disk brzo okreće. Povećanje brzine okretanja podiže ton. Peti prsten, sa rupama koje su izbušene bez ikakvog reda, pri usmeravanju vazduha ka rupama proizvodi buku. Zvučni disk može da se napravi ako se izbuše rupe od 1/4 inča u listu metala broj 22 ili većem, ili može da se nabavi u trgovini.

b-1. Metalni disk (prečnika približno 4 inča) ima pravilno raspoređene zareze (ili zupce) na obodu. Nasuprot zupcima stavite komad kartona i brzo okrenite disk. Zapazite odnos između brzine diska i tona. Ovaj točak (takozvani Savartov) može se nabaviti u trgovini, u vidu jednog ili nekoliko točkova, stavljenih na osovinu. Broj zubaca na točkovima se u odnosu 46 : 36 : 30 : 24. Kombinujući tonove možete da dobijete akorde.

b-2. Napravite zupčasti točak tako što ćete na pravilnim razmacima na obodu metalnog diska napraviti zareze, pa točak postavite tako da se može okretati. Možete da upotrebite neki veći zupčanik sa zidnog sata tako što ćete ga učvrstiti na rotor.

c-1. Upotrebite sonometar (merač jačine zvuka). Rastegnite dve ili više klavirskih žica (od br. 16 do br. 24) preko daske (približnih razmera 4 stope × 6 inča × 1 inč). (Možete da upotrebite praznu kutiju od mekog drveta. Napravićete je tako što ćete zalupati delove zajedno da gornje dimenzije budu iste kao za dasku). Žica se nalazi otprilike 1/2 inča iznad daske,



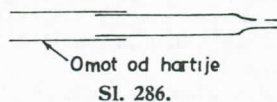
Sl. 285.

na jednom kraju je pričvršćena za dasku pomoću zavrtnja, a prelazi preko odgovarajućeg komada drveta koji se nalazi na približno 6 inča od drugog kraja (slika 284). Za dasku pričvrstite zatege koje će vam poslužiti da doterujete zategnutost žice. Umesto zatega možete upotrebiti zavrtnjeve sa maticom, tako što ćete jedan ugaonik dužine 6 inča pričvrstiti za dasku kao držač. Zavrtnjevi prečnika 1/4 inča i dužine 3 inča prolaze kroz ugaonik. Pomoću omče pričvrstite žice preko glava zavrtnjeva, a zatim ih zategnite okrećući leptirastu maticu (slika 285). Mostovi — kobilice — koje ćete upotrebiti da biste menjali dužinu dela žice koji vibrira, napravljeni su u obliku troglaste prizme, čija je visina nešto veća od visine držača. Na dasci ili kutiji, između nosača možete napraviti metarsku ili englesku skalu. Sonometri se mogu nabaviti u trgovinama.

c-2. Napravite provizorni sonometar tako što ćete rastegnuti žicu preko ploče stola i pomoću stezaljke učvrstiti za nju.

d. Upotrebite zvučne viljuške. Trebalo bi upotrebiti zvučnu viljušku sa punom, ili još bolje sa dve oktave. Nabavite rezonantnu kutiju, ili tanak komad drveta. Kada dodirujete krakom vibrirajuće viljuške rezonator, zvuk

se pojačava. Za pokretanje zvučne viljuške, da bi počela da vibrira, upotrebite mali gumeni čekić ili sličan predmet. Tvrdi predmeti oštećuju viljuške.



Sl. 286.

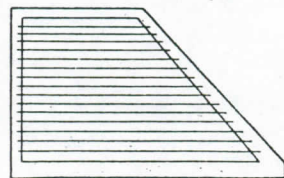
e-1. Upotrebite cevi orgulja i zviždaljke. Te cevi mogu da se nabave u trgovinama. Mogu se aktivirati duvanjem, ili pomoću izvora komprimovanog vazduha. Da biste mogli da dobijete razne tonove, cevi možete da opremite klipovima.

e-2. Izvadite klip; imate otvorenu cev. Dužinu cevi možete povećati ako je omotate komadom teškog papira, koji ćete pričvrstiti gumenom trakom (slika 286).

f. Upotrebite cev „koja peva“. Uzmite cilindar, prečnika $\frac{1}{2}$ inča do 2 inča, otvoren na oba kraja. Napravite mali plamen pomoću mlaznika postavljenog unutar cevi, u blizini njenog donjeg kraja. Smanjite plamen i njegov položaj doterajte sve dok cev ne počne da „peva“ (slika 287). Visina tona se može podešavati ako na kraju dodate nastavak od papira. Komad žičane mreže, izrezan tako da tačno staje u cev, može zameniti plamen. Njega ćete zagrejati pomoću plamena i zatim plamen ukloniti. Cev će „pevati“ sve dok se mreža ne ohladi.



Sl. 287.



Sl. 288.

g-1. Upotrebite muzičke instrumente. U laboratoriju možete doneti razne instrumente i upotrebiti ih kao izvore zvuka. Za ovaj eksperiment mogu da se upotrebe violina i razni duvački instrumenti (truba, klarinet, trombon, ksilofon drugi instrumenti). Možete organizovati i izlete da biste upotreбили klavir ili orgulje na drugim mestima.

g-2. Upotrebite piskove pokvarenih frula. Zvuk ćete proizvesti duvaajući kroz pisak.

g-3. Proširenjem principa sonometra napravite relativno potpuni instrument, (slika 288). Uzmite klavirske žice veličine 17 B i S, koje ćete postaviti na dobar rezonator, (na primer, jelovo drvo). Dužine između oslonaca za note su sledeće:

C 25 inča	A 14 i $\frac{7}{8}$ inča	F 10 inča
D 21 $\frac{3}{4}$ inča	B 13 $\frac{1}{8}$ inča	G 9 $\frac{3}{8}$ inča
E 20 inča	C 12 $\frac{1}{2}$ inča	A 9 $\frac{1}{2}$ inča
S 18 $\frac{7}{8}$ inča	D 11 $\frac{1}{4}$ inča	D 7 $\frac{1}{2}$ inča
G 16 $\frac{1}{4}$ inča	E 10 $\frac{1}{2}$ inča	C 6 $\frac{1}{4}$ inča

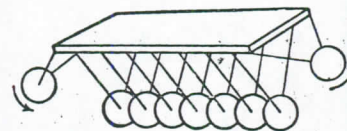
Priroda zvuka

1. Mehanički analozi

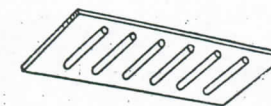
a-1. Okačite nekoliko čeličnih kugli u jednoj liniji, tako da svaka ima dva nosača (slika 289). Kada krajnju kuglu podignete i pustite je da udari u sledeću, kugla na suprotnom kraju biće odbačena otprilike isto toliko daleko koliko je prva kugla padala.

a-2. Umesto čeličnih kugli u (a-1) uzmite bilijarske kugle. Možete ih izbušiti da bi u njih uvteli zavrtnjeve sa prstenastom glavom potrebne za krake pomoću kojih ćete ih obesiti.

a-3. Stavite kugle iz (a-1) ili (a-2) u kanal. Bacite prvu kuglu tako da udari u niz kugli, pa obratite pažnju na efekat na poslednju kuglu. Kanal može da se napravi od dva komada drveta, pričvršćena u obliku slova V, ili od komada ugaonog gvožđa.



Sl. 289.



Sl. 290.

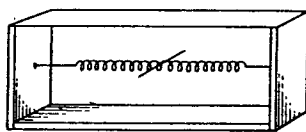
b. Stavite nekoliko cilindričnih magnetnih šipki na glatku ploču stola ili na staklo. Isti polovi postavljeni su u istom smeru, a magneti su dovoljno blizu da svaki od njih utiče na susedni magnet (slika 290). Kada prvi zakotrljate, sledeći reaguje, svaki na svoj način. Prvi magnet treba vratiti odmah na njegovo prvobitno mesto. Da biste demonstrirali refleksiju, poslednji magnet je pričvršćen tako da ne može da se pokreće.

c-1. Upotrebite spiralni kalem elastične žice. Prečnik kalema je približno jedan inč, a dužina mu je nekoliko stopa kada se rastegne. Okačite ga vertikalno (što je bolje), ili ga postavite horizontalno. Blago povucite žicu u podužnom smeru u blizini jednog kraja, a zatim otpustite. Talas putuje do druge tačke vešanja, a onda se reflektuje. Talas treba posmatrati sa razdaljine od nekoliko stopa.

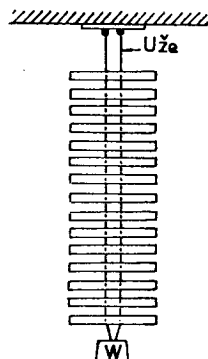
c-2. Rastegnite oprugu u ramu i stavite daščicu između namotaja u blizini središta (slika 291). Oprugu pokrenite tako što ćete je uzdužno povući, a zatim otpustiti. Uočite uzdužnu vibraciju daščice.

d. Napravite uređaj kojim ćete demonstrirati transverzalne talase 15 do 20 komada drvenih daščica, dužine oko jedne stope. One su pritegnute pomoću dva konopca, tako da je razdaljina između daščica oko 4 inča. Razmak između konopaca je dva do tri inča. Na kraj okačite teg W (slika 292). Uređaj obesite o tavanicu ili o neki drugi prilično čvrst nosač. Kada

donju daščicu gurnete ustranu (u zavojitom pokretu) i otpustite je, talasno kretanje preneće se na komad iznad nje. Gornja daščica može da bude ukotvljena (kao što je prikazano) ili pričvršćena za stožer. Uređaj je koristan za proučavanje otvorenih i zatvorenih cevi.



Sl. 291.



Sl. 292.

2. Brzina zvuka

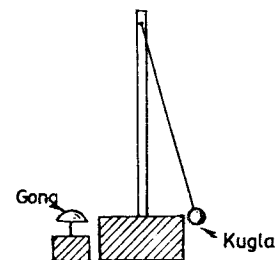
a. Postavite dva posmatrača (ili grupe posmatrača) na razdaljini od $\frac{1}{4}$ milje. Jedan od posmatrača ispaljuje revolver, dok drugi posmatra bljesak i pušta u pogon hronometar. Izmerite razdaljinu i izračunajte brzinu zvuka. Ako duva jak vetar, posmatrač treba da promene mesta, pa onda ponovite eksperimenat. Možete napraviti nekoliko ovakvih eksperimenata i naći srednji rezultat. Umesto dva posmatrača na dve različite tačke, možete eksperimenat da izvedete sa jednim posmatračem, pomoću odjeka od velike zgrade. Valja registrovati temperaturu vazduha, tako da možete da izvršite približnu korekciju.

b. Odredite brzinu zvuka pomoću klatna poznate frekvencije, na primer sa periodom od jedne sekunde. Prepreku postavite tako da se teg klatna može videti samo na završetku otklona. Teg udara u gong na jednoj strani i može veoma kratko vreme da se vidi na drugoj strani. Posmatrač se povlači sve dok se zvuk gonga ne poklopi sa pojavom tega klatna na drugoj strani (slika 293). Iz razdaljine i perioda klatna možete da izračunate brzinu zvuka.

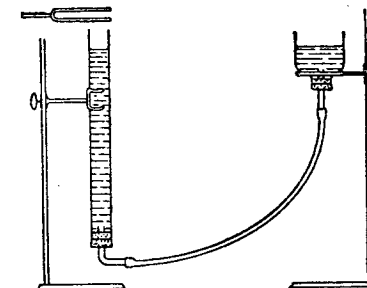
c. Utvrdite brzinu zvuka u vazduhu pomoću zatvorene rezonantne cevi (prečnika 1 inč i dužina 4 stope), koja se može podešavati i zvučne viljuške poznate frekvencije. Dužinu zatvorene cevi menjaćete omogućavajući vodi da puni cev ili da iz nje ističe, dok se zvuk pojačava. (Slika 294). Brzinu ćete utvrditi množeći frekvenciju talasnom dužinom, koja se utvrđuje na osnovu dužine stuba. Talasna dužina je četverostruka razdaljina do prve tačke rezonance.

d. Pokažite efekat sredine na brzinu zvuka koristeći sredinu kao što je železnička šina, dužine 500 ili više stopa. Stavite uho na šinu, dok će druga osoba, udaljena od vas, udariti po šini čekićem. Razliku u vremenu

koja je potrebna zvuku da pređe put kroz čelik i kroz vazduh utvrđuje posmatrač.



Sl. 293.



Sl. 294.

3. Doplerov efekat

a. Postavite zviždaljku na kraj gumene cevi dužine četiri ili pet stopa. Drugi kraj cevi stavite u usta i snažno okrećite kraj sa pištaljkom u krugu iznad glave. Zviždaljka će zviždati dok se okreće. Posmatrač na maloj razdaljini čuju razliku u tonu kada se zviždaljka približava ili udaljava.

b. Zapazite ili skrenite pažnju na promenu tona sirene automobila koji prolazi, ili na zvono upozorenje na železničkoj raskrsnici, kada se slušalac nalazi u vozu koji kraj zvona prolazi.

c. U trgovini se može nabaviti uređaj za demonstraciju Doplerovog efekta. Jedan ovakav uređaj se upotrebljava na rotoru.

4. Odbijanje i prelamanje zvuka

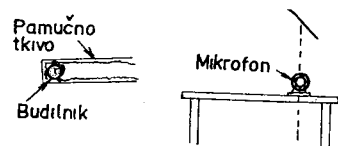
a-1. Stavite časovnik u žižnu tačku paraboličnog ogledala. Slušaoci na razdaljini od nekoliko stopa mogu čuti kucanje kada je ogledalo usmereno u njihovom pravcu.

a-2. Postavite parabolično ogledalo na razdaljini od 5 do 6 stopa od sata. Stavite kartonsku cev sa jednim krajem na žižnu tačku ogledala. Slušalac stavlja uvo na drugi kraj cevi (i van puta zvuka ka ogledalu). Pažljivim podešavanjem može se čuti kucanje sata.

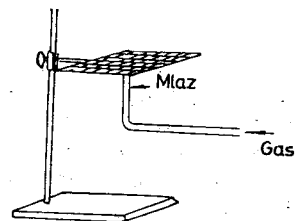
a-3. Upotrebite dva parabolična ogledala iz (a-2), kojima se osovine poklapaju. Sat postavite u žižnu tačku jednoga, a kraj cevi u žižnu tačku drugoga.

b. Proučavajte refleksiju pomoću pištaljke koju pokreće komprimovani vazduh iz stalnog izvora. Što je više moguće smanjite jačinu tona. Kao detektor možete upotrebiti osetljivi plamen — vidi (c) i (d), ili mikrofonski pojačivač, i zvučnik. Izvor zvuka (a), koji može biti budilnik, postavljen je u kutiju presvučen pamukom, ili drugim dobrim apsorbujućim materijalom (slika 295). Postavite zvučni reflektor u prikazani položaj, a detektor postavite u tačku T. Možete proučavati osobine raznih reflektora, postavljajući ih u prikazani položaj. Možete proučavati kvadratne komade drveta, plastične mase, drvenih tapeta, stakla i slično.

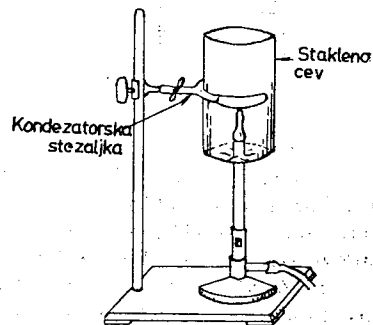
c. Načinite osetljivi plamen pomoću staklene cevi koja je uobličena u finu mlaznicu. Ona je povezana sa izvorom gasa i postavljena na dva santimetra ispod žičane mreže (slika 296). Gas zapalite iznad mreže i podesite ga tako da može da se vidi svetao plamen visine oko 5 cm. Plamen je osetljiv na zvuke.



SI. 295.



SI. 296.



SI. 297.

d. Napravite stalni uređaj za dobijanje osetljivog plamena tako što ćete zavariti mlaznik za vrh Bunsenovog plamenika. Zatvorite rupe za vazduh na dnu plamenika. Jednu staklenu cev kao što je, na primer, cilindar lampe, postavite iznad njega (slika 297). Utrnite plamen. Ovakav plamen je veoma osetljiv na zvuke.

e. Proučite reflektivne efekte lučnih tavanica, kupola, gipsanih zidova i tavanica sa zvučnom izolacijom.

f. Upotrebite gumeni balon napunjen ugljen dioksidom da bi pokazali prelamanje zvuka. Balon može da se upotrebi za prikupljanje slabih zvukova kao što je, na primer, kucanje časovnika. Slušalac treba da postavi uvo blizu balona na njegovoj suprotnoj strani.

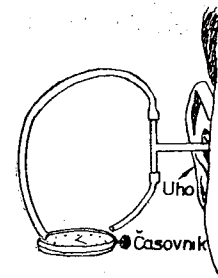
g. Upotrebite rezervoare za proučavanje odbijanja i prelamanja (vidi stranu 307).

5. Interferencija, pojačavanje i udari

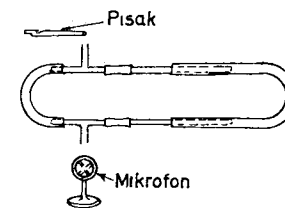
a-1. Upotrebite staklenu ili metalnu cev u obliku slova T da biste doveli zvuk od jednog izvora do uha dvama različitim putevima. (Slika 298). Komad cevi na jednoj strani podešen je tako da se zvuk gubi, a zatim promenjen tako da se zvuk pojačava.

a-2. Povežite dve T cevi pomoću cevi čija dužina može da se podese, tako da je kraj jedne cevi povezana sa krajem druge (slika 299). Gumena

cev koja je navučena preko staklene cevi može da se upotrebi za promenu dužine puta. Dunite u zviždaljku visokog tona nad jednim otvorom, a mikrofoni (sa pojačivačem) postavite kod drugog otvora. Menjajući razdaljinu koju prelazi zvuk, možete pojačavati zvuk koji prelazi jedan put ili ga mešati sa onim koji prelazi drugi put.



SI. 298.



SI. 299.

b. Upotrebite zvučnu viljušku da pokažete interferenciju zvučnih talasa. Zvučnu viljušku zaoscilujte i stavite je kraj uha. Okrenite je oko njene osovine i uočite promenu intenziteta. Okretanje viljuške prikazuje se pojavom neizmeničnih promena (slika 300).

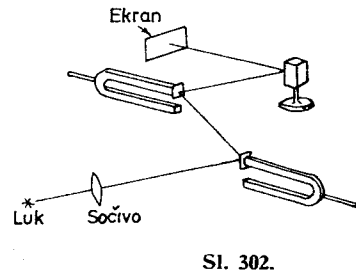
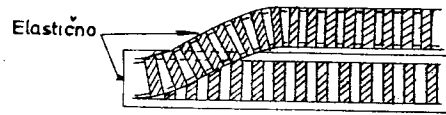
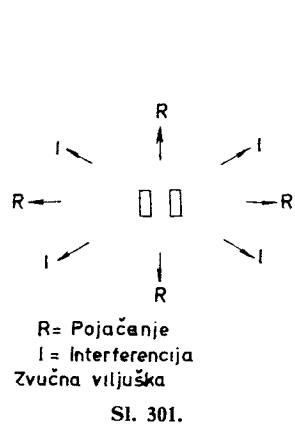
c. Proučite stvaranje udara pomoću mehaničkih analoga, kao što su dve metarske šipke pričvršćene za ivicu stola. One su podešene na istu frekvenciju. Jedna od šipki je zatim opterećena malom stezaljkom, kao što je Hofmanova stezaljka, ili držač metra. Pustite ih ponovo da vibriraju pa ćete dobiti udare zbog smanjene frekvencije metra sa Hofmanovom stezaljkom.

d. Napravite mehanički analog da bi ilustrovali zvučne udare, upotrebljavajući osnovicu sa trakama preko nje, preko kojih možete pomerati drvene letvice pričvršćene za rastegljivu traku. Daska dimenzije 3 inča \times 15 inča služi kao osnovica na kojoj ćete iscrtati crne pruge širine $\frac{1}{4}$ inča i dužine 2 inča. Te pruge nalaze se na razdaljini od $\frac{1}{4}$ inča. Napravite tačke daščice od tankog drveta širine $\frac{1}{4}$ inča i dužine 2,5 inča. Njih postavite na dve elastične trake koje se nalaze na njihovim krajevima. Trake su postavljene na razdaljinu nešto manjoj od $\frac{1}{4}$ inča. Njih pričvrstite za osnovicu na jednom kraju (slika 301). Prilikom upotrebe, pruge na osnovici predstavljaju talase koje u jednoj sekundi stvara jedan zvučni izvor. Broj crnih pruga predstavlja frekvencija. Rastežući elastičnu traku crne pruge i daščice se poklapaju, prikazujući uslove pojačanja. Kada se crne pruge poklope sa belim trakama, dobijate interferenciju. Rastežući traku još više, možete prikazati 2, 3 ili četiri pojačanja, ili udara u sekundi.

e. Proizvedite zvučne udare pomoću dve zvučne viljuške približno istog tona, sa frekvencijama koje se razlikuju za jednu ili dve vibracije u sekundi. Ako pustite dve takve zvučne viljuške da vibriraju i njihovim osnovicama dodirnete rezonator, proizvešćete udare koji se jasno čuju.

f. Proizvedite udare podešavajući dve strune sonometra (vidi stranu 262) na približno isti ton, ili strunu sonometra doterajte tako da se njen ton približava tonu zvučne viljuške.

g. Osetite i slušajte udare dodirujući lako vrhovima prstiju rezonator na koji su postavljene dve zvučne viljuške, ili rezonator sonometra. Opažanje dodirrom pomaže i da se udari čuju.



h. Uzmite dve zvučne viljuške sa nešto različitim frekvencijama da biste pokazali kako dolazi do zvučnih udara. Pričvrstite malo ogledalo pomoću stakla na jedan krak svake viljuške. Viljuške postavite u vertikalni položaj, a u njihovu blizinu stavite obrtno ogledalo (slika 302). Svetlost odbijenu od zvučnih viljuški i ogledala usmerite na ekran. Kada dve zvučne viljuške vibriraju i ogledalo se okreće, udari proizvedeni razlikom u njihovim frekvencijama ogledaju se na ekranu.

i. Uzmite dve pištaljke visokih tonova da biste proizveli udare.

6. Rezonancija

a. Uzmite dve prazne boce iste veličine (ili tegle zapremine $\frac{1}{4}$ galona). U jednu od njih, koja je u nagnutom položaju, stavite komad lake hartije. Boca se naginje sve dok hartija ne počne da klizi. Duvajte u drugu bocu dok ne dobijete rezonantnu notu. Kako boca počne da rezonira, hartija u drugoj boci počinje da klizi, čak i na razdaljini od nekoliko stopa.

b. U vezi sa rezonancijom posmatrajte klavir da biste pokazali reagovanje na datu frekvenciju. U blizini zvučne ploče klavira prinosite razne izvore zvuka, pa posmatrajte reagovanje klavira. Reagovanje žica na zvučnu viljušku može se uporediti sa reagovanjem na neki drugi izvor na primer glas.

c. Posmatrajte reagovanje sonometra na izvor zvuka, tako što ćete podesiti dve od tri žice blizu datoj frekvenciji, jedne zvučne viljuške na primer. Treća žica je podešena tačno na frekvenciju zvučne viljuške. Postavite jahače od papira na svaku od tri žice sonometra. Dršku zvučne viljuške koja vibrira postavite na sonometar. Zabeležite reagovanje žice. Samo ona žica koja je podešena tačno prema zvučnoj viljušci registruje vibracije.

d. Proučite rezonanciju i prenošenje energije pomoću dve zvučne viljuške iste frekvencije, od kojih jedna vibrira. Viljušku koja vibrira pribli-

žite onoj koja je u miru. Ako vibrirajuću viljušku tada zaustavite, čućete onu koja je prvobitno mirovala. Efekti su naročito jasni ako je svaka od viljuška prislonjena na zajednički rezonator. Jedna zanimljiva nota ovog oglada je da se upotrebi i treća viljuška, sa nešto drukčijom frekvencijom. Uočićete selektivno prenošenje energije.

e-1. Proučavajte rezonanciju u vezi sa određivanjem brzine zvuka, upotrebljavajući zatvorenu cev (vidi stranu 265). Menjajte dubinu vode sve dok cev ne počne da pojačava zvuk iz zvučne viljuške. Možete utvrditi i druge tačke rezonancije.

e-2. Uzmite otvorenu cev. Upotrebite staklenu ili metalnu cev (prečnika od 1 do 2 inča), i oko jednog njenog kraja navucite cev od teškog papira i pričvrstite je gumenom trakom. Dužinu cevi menjacete navlačenjem cevi od hartije sve dok ne dođe do rezonancije sa zvučnom viljuškom koja se nalazi u blizini jednog njenog kraja.

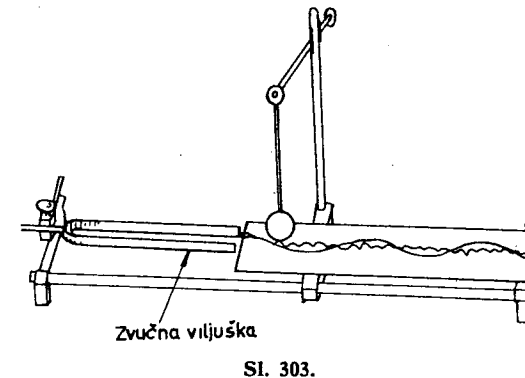
f. Demonstrirajte prisilne vibracije pomoću „limenog telefona“ (vidi stranu 174).

g. Prikazite prisilne vibracije pomoću igle gramofona, koja je postavljena u ugao kvadratnog komada kartona, tako da ga probija. Držite karton kod suprotnog ugla tako da gramofonska igla stoji u urezu gramofonske ploče koja se okreće. Karton odgovara na promene, ili talase u urezima. (Vidi stranu 173.)

Muzički zvuci

1. Frekvencija zvučne viljuške

a-1. Napravite vibrograf. Zahvaljujući ravnom opružnom osloncu klatno dužine približno 10 inča vibrira u jednoj ravni. Tanka žica na tegu klatna leži na staklenoj ploči koja može da se ispod klatna pomera (slika 303). Frekvenciju zvučne viljuške možete utvrditi (ili proveriti) tako što



ćete pričvrstiti pisaljku u obliku tanke žice za jedan krak (time se unosi mala greška) i postaviti viljušku tako da pisaljka leži na ploči u blizini tega klatna. Prevucite staklenu ploču čađu koju ste dobili od kerozenskog plamena. Pustite klatno i zvučnu viljušku da osciluju i ispod njih postepeno

pomerajte staklenu ploču. Na ploči će biti registrovani tragovi koje daju pisaljka i žica obešena o teg klatna. Utvrdite periodu klatna (utvrđujući jednu desetinu vremena potrebnu za 10 vibracija), pa zatim utvrdite broj vibracija zvučne viljuške za svaku vibraciju klatna. Proračunom možete da utvrdite broj vibracija zvučne viljuške u sekundi.

a-2. Utvrdite frekvenciju zvučne viljuške tako što ćete okačiti viljušku sa pisaljkom iznad diska satiniranog kartona na obrtnoj ploči gramofona. Disk je isečen u obliku gramofonske ploče i prevučen čađu. Utvrdite period obrtanja, ako vam on već nije poznat. (Standardni periodi obrtanja ploče gramofona su 70 obrtaja u minuti, 45 obrtaja u minuti i $33\frac{1}{3}$ obrtaja u minuti). Zvučna viljuška nepoznate frekvencije stavlja se iznad rotirajućeg diska, a pisaljka se postavlja tako da beleži po površini prevučenoj čađu. Utvrdite broj oscilacija koje registruju pisaljka u datom periodu vremena, prema belezima na disku. Iz ovoga možete da izračunate frekvenciju zvučne viljuške u broju oscilacije u sekundi.

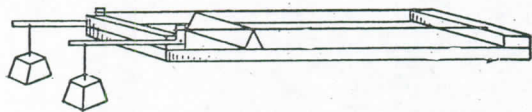
2. Talasna dužina

Upotrebite zatvorenu cev (vidi stranu 265) sa različitim zvučnim viljuškama, za koje je utvrđen prvi period rezonance. Ovaj pomnožite sa četiri i dobićete talasnu dužinu. Možete utvrditi i druge tačke rezonancije. Oduzimajući razdaljinu pre rezonancije od druge utvrđujete polovinu talasne dužine.

3. Princip vibrirajućih struna

a. Upotrebivši sonometar podesite da ton strune bude isti kao ton zvučne viljuške. Zatim utvrdite dužinu vibrirajućeg segmenta i na sredinu ovog postavite most. Sada pustite dva odvojena segmenta da vibriraju. Videćete da je ton za jednu oktavu viši. Sklonite most i pustite celu strunu da vibrira. Ako strunu sada lagano dodirnete na sredini gumicom za brisanje na drugom kraju olovke, čućete nadtonove vibrirajućih segmenata.

b. Upotrebite sonometar sa dve, pomoću tegova na polugama, rastegnute žice da biste utvrdili efekat zategnutosti na ton. Rastegnite identične žice iste dužine i nejednake mase stavite na iste razdaljine ručki poluga (slika 304). Jednoj ćete dodavati tegove sve dok ton ne postane za jednu oktavu viši od drugog. Zatim uporedite kvadratne korene masa sa frekvencijama.



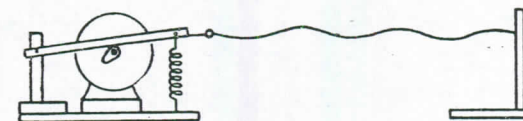
Sl. 304.

4. Analiza vibracija

a-1. Demonstrirajte osnovne tonove i nadtonove upotrebom teškog pamučnog kanapa za zavijanje. Taj se konopac pokreće pomoću mehaničkog vibratora. Ovakav vibrator može da bude električni motor sa ekscentrom postavljenim na osovinu. Žičana omča je pričvršćena na ovaj ekscentar, a vrpca za omotavanje vezana za omču. Na drugom kraju oslonjena je opru-

ga. Menjajući brzinu motora, dužinu i zatezanje možete proučavati raznovrsne oblike talasa.

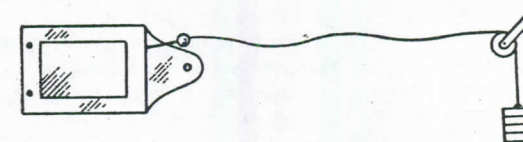
a-2. Postavite ručicu na breg električnog motora. Opruga vuče ručicu prema osnovici (slika 305). Opruga je pričvršćena za zavrtnj sa prstenastom glavom i za oslonac. Podešavanje se vrši onako kako je izneseno u (a-1).



Sl. 305.

b. Upotrebite snažno električno zvonce bez gonga — vibratora. Pričvrstite oprugu za klepetalo. Drugi kraj opruge može da prolazi preko kalema i bude privezan za vešaljku za opterećenje. Prilagođavanje zatezanja omogućeno je dodavanjem tegova (slika 206).

c. Upotrebite stroboskopsku svetlost (vidi stranu 139) da biste olakšali analizu kretanja u (a-1), (a-2) i (b). Upotrebom ovakve svetlosti kretanje se može vidljivo usporiti ili zaustaviti, a na taj način možete proučavati frekvenciju, čvorove, osnovne i nadtonove.



Sl. 306.

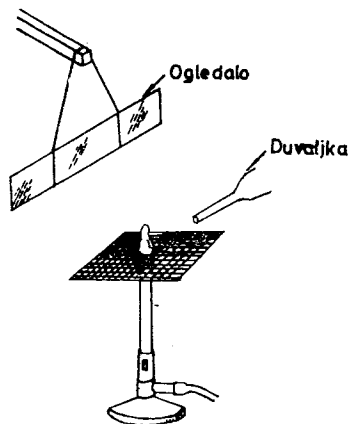
d. Izvršite jednostavnu analizu zvuka, upotrebljavajući ogledalo dimenzija 2 inča \times 6 inča, koje nose dva konopca u blizini njegovih ivica (slika 307). Konopci su obešeni o relativno uski nosač tako da ogledalo osciluje pošto se pomeri iz osnovnog položaja. Približite ovom ogledalu osetljivi plamen (vidi stranu 321). Za pisak pričvrstite gumenu cev i niži kraj cevi stavite blizu plamena. Pustite da se ogledalo ljulja, a zatim u pisak pustite zvuk. Refleksija u ogledalu pokazuje reagovanje plamena na proizvedeni zvuk. Za ovaj eksperiment možete upotrebiti manometarsku kapsulu i obrtno ogledalo, što se može nabaviti u trgovinama.

e. Pomoću pločice sa zarezom, širine otprilike $\frac{1}{8}$ inča proučavajte vibriranje sonometarske žice. Pločica je metalna i odgovara rezonatoru. Isecite zarez u vertikalnom delu pločice tako da kroz njega može da se posmatra žica (slika 308). Pločicu zatamnite čađu. Pustite žicu da vibrira, i neka posmatrač kroz zarez posmatra nebo ili izvor relativno blještave svetlosti. Zatim pločicu brzo pomerite horizontalno za jedan inč. Videćete prirodnu vibraciju.

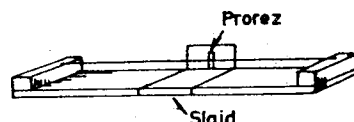
f. Upotrebite katodni osciloskop sa mikrofonom, da biste pokazali odnos između oblika talasa i vrste tona.

5. Granice čujnosti

a. Upotrebite pištaljke visoke frekvencije da biste utvrdili gornje granice čujnosti. U trgovini se može nabaviti Galtonova zviždaljka. Takvu zviždaljku možete napraviti. Pričvrstite štap dužine jednog metra za ivicu stola



SI. 307.



SI. 308.

i pustite ga da vibrira. Dužina vibrirajućeg segmenta treba da se smanjuje sve dok vibracije mogu da se čuju. (Efekat intenziteta se u ovakvim eksperimentima zanemaruje.) Za merenje vremena vibracije metarskog štapa možete da upotrebite stroboskop.

b. Upotrebite audiometar da biste proučili sluh učenika.

Reprodukcija zvuka

1. Gramofoni

a-1. Demonstrirajte reprodukciju zvuka pomoću mehaničkog gramofona tipa sa dijafragmom, ili sa iglom. To su sve zastareli aparati za reprodukciju zvuka.

a-2. Posmatrajte rad dijafragme na strani (270).

a-3. Posmatrajte gramofonsku ploču pod mikroskopom. Oblast koja se ispituje treba da bude odozgo dobro osvetljena.

b. Rasklopite i proučite pokretno jezgro glave gramofona.

c. Ispitajte kristalnu iglu gramofona.

d. Upotrebite magnetofon sa diskom, kod koga se zvuk registruje na praznom disku.

2. Zvučni trag na filmu

a-1. Ispitajte zvučni trag na filmu od 16 ili 35 mm. U ovo treba uključiti primere zvučnog traga sa promenljivom širinom i promenljivom gustinom zvuka.

a-2. Olakšajte proučavanje zvučnih tragova stavljajući komad filma između dve staklene ploče i projektujući sliku na ekranu (vidi stranu 73).

3. Magnetofoni sa žicom i trakom

Ispitajte i u radu prikažite magnetofone sa žicom i trakom s ciljem da uočite strukturu i principe rada. Kvalitet reprodukovanog zvuka može da se uporedi sa onim koji je snimljen na ploči, ili sa zvukom koji se čuje u telefonskoj slušalici.

4. Telefoni

Ispitajte razne tipove odašiljača i prijemnika (vidi stranu 187).

5. Radioaparati

a. Proučite razne tipove mikrofona, uključujući ugljene, kondenzatorske, kristalne i mikrofone sa pokretnim kalemom.

b. Proučite zvučni kalem i kalem mikrofona. Obratite pažnju na ponašanje zvučnika dodirujući ga lako vrhom prstiju dok radio radi.

MAGNETIZAM

Priroda magnetizma

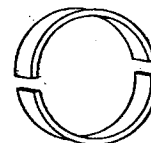
1. Magnetna kola

a. Omotajte 20 navojaka izolovane žice oko centralnog dela magneta u obliku potkovice, a zatim kalem povežite sa galvanometrom (slika 309). Skretanje igle možete posmatrati kada pločicu-držač stavite na njeno mesto i kada je uklonite.

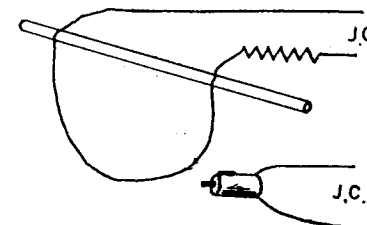


SI. 309.

b. Prerežite komad gvozdene cevi dužine jednog inča i prečnika 3 inča na dve polovine (slika 310). Uglajajte krajeve tako da dva komada naležu jedan na drugi što je moguće bolje. Obmotajte oko jednog komada 10 namotaja bakarne žice br. 12 i kroz ovaj propustite struju iz baterije. Dva metalna dela teško ćete odvojiti zbog toga što je magnetsko kolo zatvoreno.



SI. 310.



SI. 311.

c. Upotrebite uređaj za proučavanje elektromagnetizma (vidi stranu 278), sa kalemom na centralnoj nožici, vezani u seriju sa ampermetrom i reostatom. Izvor je naizmjenična struja od 110 volti, a jačina struje se prilagođava za pogodno čitanje. Preko spoljne i centralne nožice postavite šipku od mekog gvožđa. Slabljenje struje možete zapaziti prilikom nestajanja rasipnog kola.

d. Postavite magnetni kompas na malu razdaljinu od magneta oblika potkovice. Kada šipku od mekog gvožđa pomerate prema polovima, igla kompasa će se kretati ka svom normalnom položaju. Kada se ukloni van kompas će ponovo reagovati.

e. Upotrebite elektromagnet opisan na strani 178. Obratite pažnju na privlačenje gornjeg za ploču kada se kroz kalem pusti struja.

2. Zadržavanje

Posmatrajte zadržavanje šipke od mekog gvožđa koja se drži za pol jakog elektromagneta, čije je jezgro od mekog gvožđa. Kada struju isključite šipka se i dalje drži za jezgro. Pošto šipku uklonite, njen gubitak magnetizma je toliki da se ona više ne drži za jezgro kada je ponovo postavite uz njega.

3. Demagnetizacija

a. Namagnetišite iglu za pletenje i obratite pažnju na količinu gvozdernih opiljaka koju je ona u stanju da drži. Stavite iglu u mengele i nekoliko puta je zaoscilujte. Ponovo utvrdite njenu moć za držanje gvozdenih opiljaka.

b. Posle remagnetizacije, proverite iglu opisanu (a) u pogledu količine opiljaka koje može da drži. Zatim je zagrejte, pa ponovo proverite njenu sposobnost da drži opiljke.

c. Obesite gvozdenu žicu br. 20 i povežite je preko reostata sa izvorom jednosmerne struje. U blizini kraja omče nalazi se elektromagnet (slika 311). Hladnu žicu magnet privlači; međutim, ona pada kada je zagrejana. Ogdalo koje se nalazi iznad, nagnuto 45 stepeni prema vertikali, omogućava slušaocima da posmatraju ovaj eksperiment.

Pogledaj stranu 176.

Polaritet magneta

a. Upotrebite kompas koji se slobodno kreće neometan magnetskim poljima.

b. Upotrebite magnetnu šipku koja je pomoću konca obešena za svoje središte.

c. Utvrdite koja je od dveju šipki koje se međusobno privlače magnetizovana, bez upotrebe druge opreme. Ako je jedna od šipki namagnetisana, njen kraj ne privlači drugu šipku u njenom središtu. Kada se dva kraja stave zajedno, oni se privlače; koja je od njih namagnetisana ne može se utvrditi samo pomoću one druge.

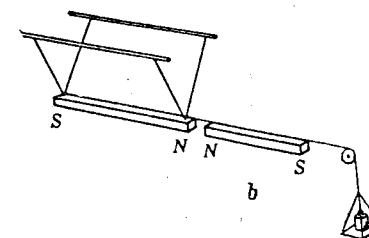
d. Napravite permanentne magnete (vidi stranu 277).

Pogledajte stranu 177.

Priroda magnetskog polja

1. Merenje magnetne sile

Okačite magnetnu šipku „a” o paralelne oslonce pomoću konaca koji stoje u položaju V (slika 312). Konac sa kraja magneta prelazi preko čekrka do tase koji je lako opterećen. Kada magnet miruje, njegov položaj može se tačno utvrditi pomoću skale koja se nalazi u blizini. Zatim unesite magnet „b”. Dodajte tegove na tas da bi vratili magnet „a” u njegov prvobitni položaj. Zabeležite ovu težinu i razdaljinu između polova. (Može se pretpostaviti da je za magnet dužine 15 cm, pol približno na 1 cm od kraja.) Ponovite operaciju za druge razdaljine. „m”-masu i „x”-razdaljinu možete direktno unositi u dijagram ili nacrtati l/m zavisnosti od „X”, što daje pravu liniju.



Sl. 312.

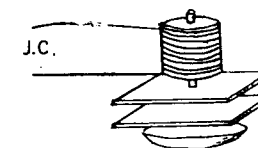
2. Efekat zaklanjanja

a. Snažni magnet privlači spajalicu koju vezanu koncem, držimo odvojenu od magneta za približno 1/2 inča (slika 313). Razni materijali, metali i nemetali, postavljaju se između magneta i spajalice da bi se utvrdilo da li oni zaklanjaju magnetno polje.

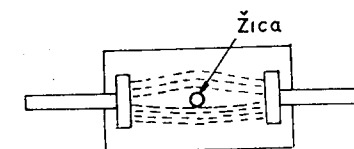
b. Okačite snažni elektromagnet iznad dve paralelne staklene ploče, postavljene horizontalno. U posudi postavljenoj niže nalaze se gvozdene opiljci. Materijali koje treba ispitati za efekat „zaklanjanja” postavljaju se između dveju ploča (slika 314).



Sl. 314.



Sl. 313.



Sl. 315.

c. Upotrebite demonstracioni kompas uz koji ćete držati magnetnu šipku. Između njih postavite listove od različitog materijala. Vertikalna providna lepljiva traka na kompasu pomaže da se efekat znatno lakše vidi.

3. Reakcije magnetnih polja

a. Ispitajte magnetne kompase koji se upotrebljavaju u automobilima i avionima da biste upoznali upotrebu kompenzujućih magneta.

b. Upotrebite projekcioni uređaj da biste pokazali magnetno kolo oko žice koja provodi struju. (Vidi stranu 185). Dve magnetne šipke sa dve šipke od mekog gvožđa daju uniformno polje. Rezultanta polja žice koja provodi struju i magnetnih šipki (slika 315) može se projektovati.

(Vidi stranu 177.)

Pravljenje magneta

1. Udaranjem

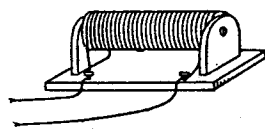
Udarajte nenamagnetisani čelik pomoću snažnih magneta od aluminijum-nikl-kobalta, ili od kobaltnog čelika. Udaranje treba da počne od sredine i da se nastavi prema kraju. Komade treba podići radi ponovnog udaranja.

2. Indukcija Zemlje

Iskoristite Zemljin magnetno polje (pogledajte stranu 175).

3. Upotreba solenoida

a. Namotajte na kartonsku ili plastičnu cev (dužine $5\frac{1}{2}$ inča, prečnika 1 do $1\frac{1}{2}$ inča) 400 do 500 namotaja bakarne žice broj 20 ili 22. Pre namotavanja, napravite drveni oslonac za oba kraja cevi sa rupom veličine cevi. Oslonice prilepite za cev, a između njih namotajte žicu. Zavrtnjevi kroz osnovu oslonca osiguravaju ove oslonce. Krajevi namotaja pričvršćeni su za priključke na osnovici (slika 316).



Sl. 316.

Jačina jednosmerne struje je onolika koliko solenoid dopušta. Ona može biti nekoliko ampera. Možda će biti potrebno postaviti otpornik u seriju sa kalemom. Šipku koju magnetišete lupnite nekoliko puta na kraju pri puštanju struje kroz kalem. Kompasi i magnetne šipke mogu se ponovo namagnetisati.

Ovaj solenoid može da se upotrebi i sa naizmjeničnom strujom, koja se na trenutke uključuje pomoću prekidača u kolu. Ukoliko šipka koja se magnetiše nema odgovarajući polaritet, operacija se može ponoviti. Moguće je ostvariti priličan stupanj magnetizacije. Za ovo može biti potrebno nekoliko pokušaja.

b. Solenoid sa 100 namotaja bakarne žice broj 30 napravljen je kao i onaj u odeljku (a). On se trenutno napaja naizmjeničnom strujom od 10 do 20 volti.

U kolo možete da stavite reostat.

c. Potkovičasti magnet može ponovo da se namagnetiše pomoću elektromagneta koji je opisan na strani 179. Jedna nožica se stavlja u centralni položaj, a jedna spolja.

Magnetske osobine negvođenih materija

a. Pomoću magneta privucite mesinganu „sigurnosnu kopču“. Količina nikla je mala, ali se efekat može pokazati tako što ćete obesiti iglu pomoću konca i uz nju sasvim prisloniti magnet.

b-1. Upotrebite razna jedinjenja gvožđa. Zavežite konce u omču i spustite je u epruvetu sa ferohloridom. Izvucite je iz nje i privucite pomoću magneta.

b-2. Boca ferihidroksida reaguje na magnet. Pripremite je tako što ćete sipati 5 mililitara 3% rastvora vodonik peroksida i istu količinu rastvora fero-amonijum sulfata. Ovome dodajte nekoliko kapi koncentrovanog rastvora natrijum hidroksida. Talog hidroksida je svetlo mrk.

b-3. Stavite dva grama magnetita u epruvetu sa vodom. To dobro promućkajte. Kada se epruveta stavi u polje snažnog elektromagneta, tečnost se izbistri.

c. Upotrebite nikl i kobalt. Pripremite ih mešanjem soli metala sa natrijum karbonatom. Ovo zatim stavite u jamicu izbušenu u bloku kamenog uglja i zapalite pomoću plamenika. U procesu se oslobađa metal.

d-1. Privlačite mangan i njegovu jedinjenja. Pripremite mangan pomoću reakcije mangandioksida sa aluminijumom. Dodajte vodu suvom gipsu da biste napravili testo, koje ćete sipati u jednu malu posudu. Veliku epruvetu stavite u testo sve dok testo ne očvrstne, a zatim je izvadite. Ovaj sud zatim dobro osušite. U sud stavite mešavinu od 25 grama mangan dioksida i 10 grama aluminijuma u granulama. Stavite komad magnezijumske trake kao gorionik, sa 1 do 2 grama magnezijuma u prašku, koji ćete postaviti u njegovoj osnovici. Oprezno zapalite gorionik; kao reakciju dobićete mangan.

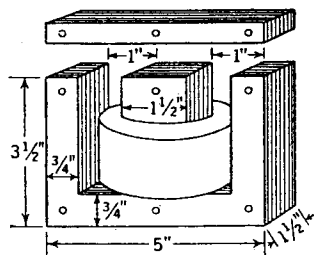
d-2. Pripremite mangan antimonid mešanjem 20 grama mangana u prahu sa 45 grama antimona i energično grejte smešu. Supstanca je magnetična.

e. Uzmite tečni kiseonik. Malu količinu, u maloj papirnatoj posudi, stavite između polova jakog elektromagneta. Tečni kiseonik prijanjaće uz polove magneta. Prilikom rukovanja sa tečnim kiseonikom treba biti veoma pažljiv.

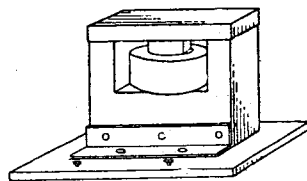
Kalem za opštu namenu

Uređaj koji se u opštoj nameni upotrebljava prilikom proučavanja elektromagnetizma, indukcije i transformatora može se napraviti konišćenjem jezgra relativno velikog, starog transformatora. Dimenzije koje su date na slici 317 mogu se promeniti. Listovi se premeste tako da pravougaoni komadi stoje zajedno kako bi se gornji član mogao lako skloniti. Oni se osuše i pričvrste zavrtnjem. Namotajte kalem da odgovara centralnom položaju. (Metodu namotavanja kalemova vidite na strani 107). Kalem ima 350 namotaja bakarne žice broj 18, koja se namotava u podjednanim slojevima.

Spojite krajeve lepljive trake oko kalema, koji se onda vadi iz kalupa i omotava jednim slojem olovne trake širine 6 inča. Jezgro se postavlja na osnovicu, a žice pričvršćuju za priključke na osnovici (slika 318). Ovaj uređaj može se upotrebiti:



Sl. 317.



Sl. 318.

(1) Prema tekstu na stranama 177 i 274.

(2) Kao elektromagnet, kod koga ćete upotrebiti centralni deo i kroz koji ćete propuštati jednosmernu struju.

(3) Kao transformator, kod koga se namota kalem željenog broja namotaja oko jezgra.

Elektromagneti

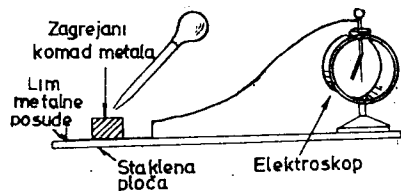
(Vidi stranu 178.)

ELEKTRICITET

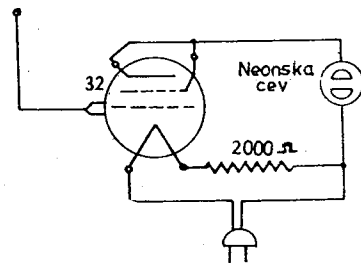
Statički elektricitet

1. Stvaranje statičkog elektriciteta

a. Privežite elektroskop za metalnu posudu, u koju ste stavili komad zagrejanog metala (slika 319). Prilikom isparavanja neznatno slane vode, elektroskop registruje naelektrisavanje. Jedna izolovana kugla okačena iznad metala pričvršćena je za drugi elektroskop radi registrovanja naelektrisanosti pare.



Sl. 319.



Sl. 320.

b. Primenite delimično sagorevanje. Pokažite negativno naelektrisavanje sveže formiranog gara koji se prikuplja na beloj hartiji. Pređite naelektrisanom staklenom šipkom iznad njega, ona će privući mnoge čestice gara.

c. Upotrebite elektrostatičku mašinu, kao što je, na primer, Vimšerstova (vidi stranu 281).

Vidi stranu 180.

2. Utvrđivanje statičkog elektriciteta

Upotrebite cevni elektroskop. Stavite radio-cev tipa 32 u podnožje sa četiri otvora. Postavite takođe jednu neonsku cev od dva volta i spojite je.

Otpornik je od 2.000 oma, snage 10 vati (može se upotrebiti sijalica od 7 vati i 115 volti). Za kapu cevi pričvrstite komad čvrste bakarne žice dužine jedne stope. Energiju dobijate iz izvora naizmjenične struje od 110 volti. Kada pustite uređaj u rad, jedna ploča neonske cevi svetli. Ako negativno naelektrisanu šipku prinesete blizu žice, sjaj postaje slabiji i iščezava.

Pozitivno naelektrisanu šipku daje sjajan bljesak.

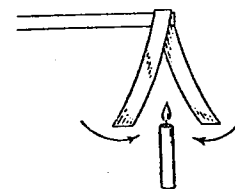
(Vidi stranu 181.)

3. Priroda statičkog elektriciteta

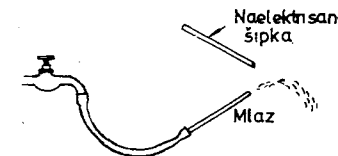
a-1. Pokažite indukciju i prenošenje naelektrisanja. Prinesite naelektrisanu šipku kugli elektroskopa. Kugla je uzemljena. Uklonite uzemljenje. Sklonite šipku. Zapažićete da je elektroskop naelektrisan elektricitetom suprotnim onome kojim je naelektrisanu šipku.

a-2. Naelektrisanom šipkom dodirnite elektroskop; na taj način prenećete isti elektricitet koji ima šipka elektroskopa.

a-3. Povežite praznu limenku sa elektroskopom. Spustite naelektrisanu metalnu kuglu u limenku, ne dodirujući je. Listovi elektroskopa se razdvajaju, a ponovo spajaju kada kuglu uklonite. Ako kugla dodirne limenku više nema odvajanja listova, što pokazuje da su kugla i limenka istoimeno naelektrisan.



Sl. 321.



Sl. 322.

b. Prikažite efekat odbijanja istoimenog elektriciteta. Stavite naelektrisanu šipku od tvrde gume u posudu sa komadima plute. Prvobitno, komadići će se privlačiti, a zatim će neke čestice naglo da se odbiju kako naelektrisanje šipke prelazi na čestice plute.

c. Posmatrajte efekat plamena. Stavite komad papira napola i naelektrišite ga trljajući ga suvim prstima. Elektricitet izaziva širenje listova. Plamen sveće izazvaće njihovo skupljanje (slika 321).

d. Proučavajte efekat naelektrisanja na mlaz vode. Omanje crevo nagnite pod određenim uglom (slika 322). Približite naelektrisanu šipku mlazu da biste videli efekat u zavisnosti od veličine čestica. Umesto naelektrisanе šipke možete da upotrebite elektrostatičku mašinu, ili indukcionu kalem.

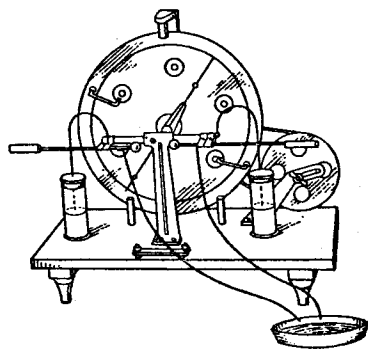
e-1. Proučavajte razne efekte pomoću elektrostatičke mašine koja ima tu prednost da predstavlja uvek spreman i stalni izvor elektriciteta. Na primer, proizvodite toplotu i plamen. Žice pričvršćene za odvojene kugle uzajamno približite dovoljno blizu da bi varničile preko posude sa malom količinom etra. Varnica će zapaliti paru (slika 323). Upozorenje: treba voditi računa da se pare etra ne sakupljaju.

e-2. Proizvedite toplotu. U čep sa rupom stavite manometar (slika 324). Kroz rupe na čepu provucite žice do kugle mašine. Između žica u cevi formira se luk. Manometar će pokazati povećani pritisak izazvan grejanjem.

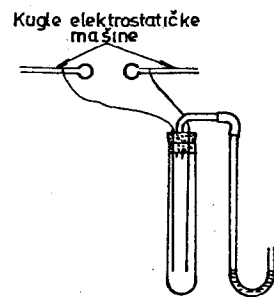
e-3. Pokažite odbijanje istoimeno naelektrisanih tela. Reakcioni točak (koji se može nabaviti u trgovini) (slika 325) ima precizno uravnoteženi poklopac sa izvučenim ručkama, sa izvučenim, savijenim i zašiljenim kraćima. Žica od elektrostatičke mašine prenosi elektricitet. Pražnjenje na vrhovima jonizuje vazduh, a odbijanje koje se javlja zbog istoimenog elektriciteta, izaziva okretanje točka.

e-4. Povežite jednu kuglu elektrostatičke mašine žicom za metalni levak iz koga izlazi pesak. Čestice se međusobno odbijaju i pokazuju odbijanje istoimeno naelektrisanih čestica.

e-5. Pokažite odbijanje istoimeno naelektrisanih čestica pomoću metalnih tračica pričvršćenih za kugle.



SI. 323.



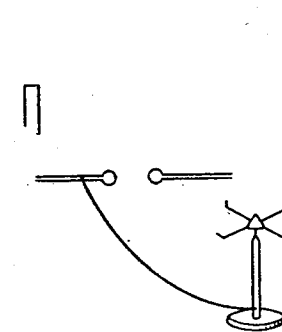
SI. 324.

e-6. Proučavajte jonsku prirodu plamena. Za kuglu elektrostatičke mašine pričvrstite žicu. Drugi kraj, koji je zašiljen, stavite u blizinu plamena sveće. Kada mašina radi, reagovanje plamena pokazuje naelektrisanost komponenata.

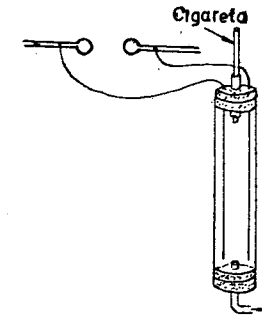
e-7. Napravite model Kotrelovog taložnika. Jednu staklenu cev prečnika 2 inča i dužine 12 do 18 inča začepite pomoću dva čepa sa po jednom rupom. U gornji čep stavićete staklenu cev i u nju cigaretu, a donji ćete povezati sa aspiratorom vode (vidi stranu 111). Jednu naspram druge postavite dve

čvrste bakarne žice (slika 326) koje ćete povezati sa kuglama elektrostatičke mašine (slika 326). Električno polje izazvaće taloženje dima koji će iz zapaljene cigarete puniti komoru.

e-8. Pokažite zaštitni efekat. Uzemljite sito od grube žice prečnika 4 do 6 inča i dužine 8 inča i u njega stavite elektroskop. Elektricitet iz elektrostatičke mašine i elektrofora prenosi se na cilindar, ali to ne utiče na elektroskop.

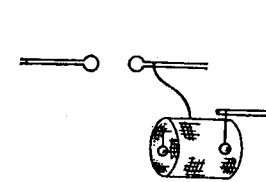


SI. 325.

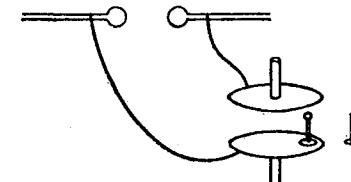


SI. 326.

e-9. Demonstrirajte odsustvo polja u provodniku. Izolujte cilindar upotrebljen u (e-8). U njega obesite metalom prevučenu kuglicu od zovine srži, koja dodiruje cilindar. Isto takva kuglica dodiruje ga i spolja (slika 327). Elektricitet će izazvati da spoljna kuglica odskoči spolja, ali na unutrašnju neće uticati.



SI. 327.



SI. 328.

e-10. Demonstrirajte munju. Stavite dva metalna diska prečnika 6 do 8 inča na izolatore u paralelnom položaju (slika 328). Svaki od njih povezan je sa priključkom elektrostatičke mašine. Dva metalna standarda, jedan sa jabučastim vrhom, a drugi sa zašiljenim vrhom, podjednake su dužine. Gornji disk predstavlja naelektrisani oblak, a donji zemlju. Jabučasti standard predstavlja kuću, a oštri, gromobran. Kada mašina radi, gornju ploču spuštajte sve dok varnica ne pređe sa jabučice do ploče. Unesite oštri standard i varničenje (munja) prestaje.

f. Posmatrajte trajanje varnice, kartonski disk prečnika 8 m obojite pola belo i pola crno na jednoj stranici. Kada ga okrećete na normalnoj svetlosti, čini nam se da je disk siv. U dobro zamračenoj sobi, sa male

razdaljine, osvetlite disk pomoću varnice (možete da upotrebite Lajdensku bocu). Cini nam se da disk stoji, pokazujući gotovo trenutačnu prirodu varnice.

Vidi stranu 180.

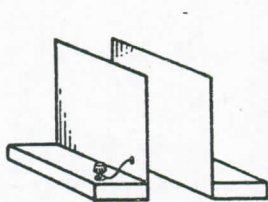
Kapacitet i potencijal

1. Pravljenje kondenzatora

a. Pričvrstite metalne ploče dimenzija 5 inča \times 5 inča za komade tvrdog drveta (slika 329). Na svaki komad drveta stavite priključke i napravite električni kontakt sa pločom.

b. Stavite ravno staklo između dve limene posude.

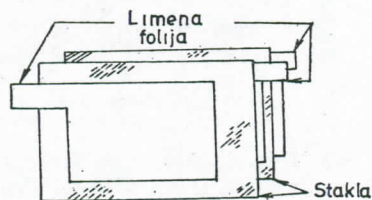
c. Kupite ili napravite Lajdensku bocu (slika 330). Prevucite staklenu posudu sa velikim grlicem metalnom folijom iznutra i spolja do polovine njene visine. Griću odgovara drveni poklopac, sa jabučastim metalnim priključkom od koga visi na unutra jedan lanac, koji dodiruje dno.



Sl. 329.



Sl. 330.



Sl. 331.

d. Upotrebite dobro zaobljenu metalnu kuglu postavljenu na izolovano postolje.

e. Upotrebite fiksirane kondenzatore sa starih radio-aparata i indukcijske kaleme. Možete nabaviti varijabilne kondenzatore sa radio-aparata. Takvi kondenzatori mogu se postaviti i spojiti sa priključkom.

f. Postavite naizmjenično listove kalajne folije (6 inča \times 8 inča) i staklene ploče (8 inča \times 10 inča), ili navoštanjani papir. Folije imaju naizmjenično postavljena krilca (slika 331). Upotrebite nekoliko listova folija, od čijeg će broja zavistiti željena kondenzacija. Svaka folija prevučena je šelakom kada se staklo stavlja na nju. Krilca su na svakom kraju povezana prema slici 369, na strani 299.

2. Upotreba kondenzatora

a. Uzmite dve paralelne ploče koje stoje na izolatoru, kao što je, na primer, staklena ploča (slika 329). Jedna je povezana sa elektroskopom. Ta ploča dobija elektricitet (pomoću šipke ili elektrofora). Kada približite ploču, listovi elektroskopa se skupljaju, pokazujući opadanje potencijala i povećanje naelektrisanosti. Udaljavanje ploče, pokazuje suprotan efekat.

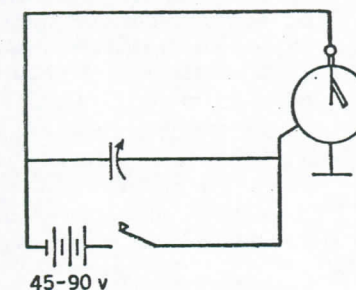
b. Upotrebite razne dielektrike. Ploče o kojima smo govorili u (a) nešto su više udaljene nego upotrebene dielektrične ploče. Možete da upotrebite staklene ploče, parafin, staklenu vunu i slično (debljina je ista).

Naelektržite elektroskop. Unošenje svake ploče pokazuje njen efekat na kondenzaciju.

c. Pripremite serijske i paralelne spojeve. Tri slična kondenzatora, kao što je Lajdenska boca, povezana su paralelno i naelektrisana pomoću elektrostatičke mašine. Da bi se oni razelektricali upotrebite rasterećivač. Obratite pažnju na prirodu varnice. Zatim povežite kondenzatore paralelno, naelektržite i varnicu dobijenu na rasterećivaču upotrebite sa prethodnom varnicom. Rasterećivač se sastoji od savijene teške žice, sa jabučicom na svakom kraju. Pričvrstite izolovanu dršku da bi se zaštitila osoba koja ga drži u ruci.

d. Posmatrajte efekat površine na kondenzaciju. Povežite varijabilni kondenzator sa izvorom jednosmerne struje 45 volti ili više, i sa elektroskopom (slika 332). Kondenzator je podešen na maksimalnu kondenzaciju, i povezan sa izvorom elektriciteta. Otvorite kolo. Okrećite niz ploča da biste pokazali efekat opadanja kapacitivnosti (kondenzovanja).

e. Uočite razliku između potencijala i naelektrisanosti. Prevucite dve izolovane kugle metalnom bojom. Jedna kugla trebalo bi da bude prečnika 2 cm, druga 4 cm. Naelektržite ih istovremeno pomoću Lajdenske boce. Svaku, sa svoje strane, spuštajte u praznu posudu povezanu sa elektroskopom. Širenje listova je isto u oba slučaja.



Sl. 332.

Generatori

a. Upotrebite demonstracioni generator. Dva kalema, sa gvozdanim jezgroma koja se mogu otkloniti, (žica ili laminirano gvožđe) imaju 100 namotaja lakom izolovane bakarne žice broj 26 (ili veće). Njih povežite sa jednosmernom strujom. Između njih postavite petlju sa 50 ili više namotaja slične žice, tako da se može okretati (slika 333). Petlju povežite sa galvanometrom. U okviru jednog punog okreta petlje uočite smer odstupanja igle galvanometra. Možete skloniti jezgra kalemova da biste videli njihov efekat.

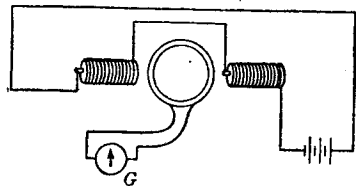
b. Upotrebite automobilski generator. To možete nabaviti na skladištu otpada. Kao pogon upotrebite motor naizmjenične struje. Motor i generator možete da postavite na jednu osnovu, dodajući tome remenski pogon (klinasti remen sa koturačom) i priključke za svaku jedinicu, koje ćete posebno beležiti.

c. Upotrebite demonstracione jedinice moto-generatora, koje se mogu nabaviti u trgovinama.

d. Pokažite odnos generator—motor. Svaki od dva kalema sastoji se od 200 namotaja lakom izolovane bakarne žice broj 28 do 32 (slika 334) koji su takve veličine da se lako mogu staviti na krajeve magneta. Kalemovi su sopstvenim žicama obešeni za izolovane nosače i vezani u seriju. Kada

pomerite jedan kalem, drugi reaguje. Ako su njihove periode oscilacija iste, može se postići da se zajednički ljujaju nekoliko perioda.

e. Proučite kupovne i industrijske električne generatore. Vidi stranu 183.



Sl. 333.

Poređenje naizmjenične i jednosmerne struje

1. Priroda naizmjenične struje

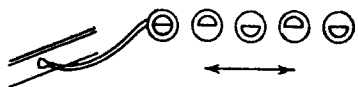
a. Rastegnite žicu koja provodi struju neposredno iznad jednog kraja magnetne šipke. Upotrebite tri stope bakarne žice broj 24. Rastegnite je između izolovanih oslonaca i povežite sa kolom naizmjenične struje sa reostatom. Zategnutost žice podešavajte sve dok ne dobijete stalne vibracije.

b. Povežite krajeve ručnog magneta sa utikačem sa neonskom lampom od 2 vata. Uočite odnos menjanja svetlećih ploča sa uglom rotiranja armature.

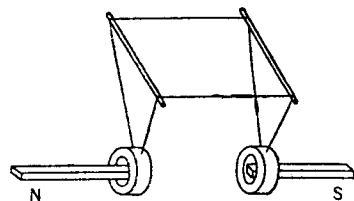
c. Povežite krajeve istog takvog magneta sa galvanometrom (sa otpornikom u kolu). Obratite pažnju na ponašanje igle galvanometra kada se armatura okreće.

d. Uzmite neonsku lampu (2 vata) sa produžnim gajtanom. Sa žlebom između elektroda u horizontalnom položaju, zapaljenu sijalicu brzo krećite napred—nazad. Videćete naizmjenično isijavanje (slika 335).

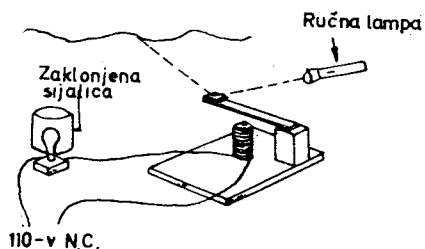
e. Osvetlite stroboskopski disk neonskom ili fluorescentnom lampom (vidi stranu 115). Naizmjenična priroda struje uslovljava pojavu stacionarnih predmeta.



Sl. 335.



Sl. 334.



Sl. 336.

f. Demonstrirajte prirodu sinusnog talasa. Namotajte kalem sa približno 100 namotaja bakarne žice broj 32, na gvozdеном jezgru (zavrtanj od mekog gvožđa) i postavite na oslonac. Iznad jezgra postavite jedan deo

testerastog noža pomoću gumene trake pričvrstite za nož mali komad ogle-dala (slika 336). Kalem povežite u seriju sa izvorom naizmjenične struje od 110 volti u koju je stavljena sijalica od 60 vati, sa abažurum. Svetlost iz baterijske lampe reflektuje se na zidu. Kako se baterijska lampa kreće sa desna na levo, na zidu će se pojavljivati sinusni talasi.

2. Razlikovanje naizmjenične i jednosmerne struje

a. Uzmite neonsku lampu. Obe elektrode sjaje priključene za naizmeničnu struju, ako je napon dovoljno visok (na primer 110 volti). Samo jedna elektroda sjajice priključena na jednosmernu struju, ali nijedna ne sjaji kada je struja relativno niskog napona.

b. Uzmite sijalicu sa užarenim vlaknima sa kondenzatorom vezanim serijski u kolo. Sijalica svetli sa naizmjeničnom strujom, ali ne sa jednosmernom strujom (kao izvor jednosmerne struje možete da upotrebite dve baterije „B” od 45 vati).

c. Pomoću eksperimenata u (3-a) i (3-c) utvrdite polaritet jednosmerne struje. Tamo gde su eksperimenti dali određeni rezultat na jednom polu za jednosmernu struju, isti rezultat se dobija za oba pola za naizmjeničnu struju.

3. Utvrđivanje polariteta jednosmerne struje

a. Stavite priključne žice u rastvor natrijum hlorida. Na negativnom priključku doći će do većeg penušanja gasa.

b. Dodirnite priključnim žicama sveže isečen krompir. Krompir će postati zelen na mestu na kome je dodirnut pozitivnim priključkom.

c-1. Uzmite rastvor natrijum hlorida sa nekoliko kapi fenolftaleina. U ovaj rastvor potopite komad bele upijajuće hartije. Na ovu hartiju prislonite priključne žice jednosmerne struje. Kod negativne žice hartija će postati crvena.

c-2. Napravite hartiju za eksperimente sa rastvorom u (c-1) i osušite je za kasniju upotrebu. Možete je navlažiti pomoću destilovane vode.

c-3. Napravite jednu stalnu jedinicu. Rastvorite jedan gram rastvora fenolftaleina u pet mililitara etil alkohola. Pripremite zasićeni rastvor natrijum hlorida. Upotrebite staklenu cev prečnika 1/2 inča i dužine šest inča. Ona je sa gumenim čepovima, kroz koje su provučene bakarne žice. Polovinu rastvora fenolftaleina stavite u cev i dodajte dovoljnu količinu rastvora soli da ispunite cev. Kada bakarne žice dodirnete priključcima iz izvora jednosmerne struje rastvor će kod negativnog priključka postati crven. Upozorenje: ovo ne treba primenjivati sa naizmjeničnom strujom od 110 volti, ili nekog drugog sličnog napona.

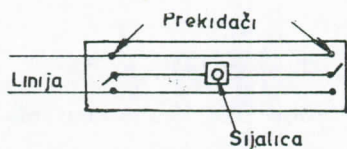
Električna kola

1. Tipovi kola

a. Uzmite ploču za kolo sa dvostrukom kontrolom. Na ploču, sa grlom u središtu, postavljeni su jednopolni dvostruki prekidači. Oni su povezani (slika 337). Proučite strujna kola sa dvostrukom kontrolom. Standardno

grlo i sijalicu možete upotrebiti sa naizmjeničnom strujom 110 volti, ili baterijsku lampu sa suvim ćelijama.

b. Napravite demonstracionu ploču koja će vam prikazati šemu kola i uređaja u zgradama (slika 338). Postavite jednu ploču od šper-ploče dimenzije 4 stope \times 6 stopa \times $\frac{1}{2}$ inča. Na nju ugradite tipične elemente električne opreme: kutija sa topljivim osiguračima, dvosmerno i trosmerno kolo i njihovi prekidači, transformator za snižavanje napona i električno zvonce, fluorescentna sijalica i slično. Možete upotrebiti razne vrste žica i ugraditi i merač utrošene energije. Način i metode povezivanja mogu se povezivati po želji.



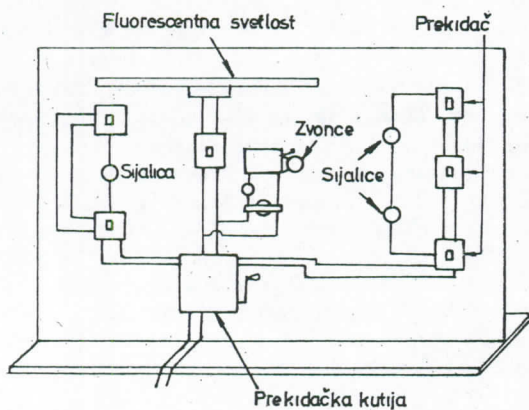
Sl. 337.

c. Napravite demonstracionu ploču sa raznim vrstama prekidača: jednopolužnim, jednopolnim, dvopolužnim, dvopolnim, jednopolužnim; polužnim prekidačem, prekidačem na dugme, obrtnim prekidačem; taster prekidačem i prekidačem za promenu smera. Prekidač za promenu smera struje može se nabaviti u trgovini, ili se može napraviti premotavanjem dvopolnog dvopolužnog prekidača (slika 339).

Vidi strane 130, 131 i 190.

2. Struja i potencijal

a. Proučavajte pad napona. Oko laboratorije postavite dvožilni izolovani bakarni kabl br. 16, dužine 100 stopa, sa opterećenjem od 20 oma na kraju i sa ampermetrom i dvopolnim jednopolužnim prekidačem u kolu (slika 340). Žicu učvrstite na tačkama udaljenim oko 20 stopa. Ovo povežite sa izvorom naizmjenične struje 8 do 12 volta. Za voltmetar pričvrstite du-

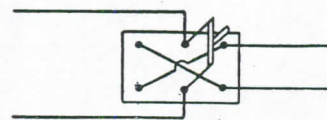


Sl. 338.

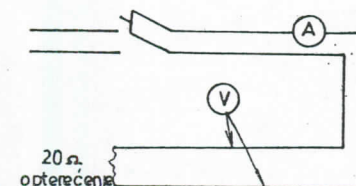
gačke dovodne žice i u raznim tačkama pročitajte napon. Zbir pojedinačnih čitanja može se uporediti sa primenjenim naponom.

b. Napravite jednostavne ploče za strujna kola. U ploču ugradite tri ili više grla sa sijalicama, a na drugu ploču povežite paralelno još tri ili

više grla. U svako kolo postavite jedan ampermetar. Ampermetar se može postaviti u raznim tačkama svakog kola radi poređenja pojedinačnih čitanja sa čitanjem ukupne struje. Slično se može upotrebiti voltmetar za proveru potencijala u raznim tačkama. U raznim tačkama možete upotrebiti i sijalice različite snage da biste videli njihov efekat.



Sl. 339.



Sl. 340.

c. Upotrebite grupni otpornik (vidi stranu 127).

d. Proučite razredelnik potencijala iz napajalnog dela radio-aparata.

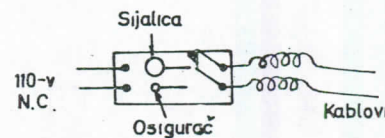
e. Povežite izvestan broj suvih ćelija u seriju. Voltmetar opremite pomičnim priključnim kablovima i povežite ga u raznim kombinacijama da bi pokazali porast potencijala. Možete upotrebiti i električne akumulatore tako što ćete veze ostvarivati kontaktom sa šipkama na vrhu.

f. Utvrdite napon raznih ćelija, o kojima je bilo reči na strani 182.

3. Test lampe

a-1. Utvrdite da li je kolo zatvoreno. Ugradite u ploču grla za osigurač i sijalicu od 60 vati (slika 341). Povežite jedan dvopolni jednopolužni prekidač, a za ovo pričvrstite pomične bakarne žice sa nastavcima. Oni imaju izolovane drške. Sijalica se zapali kada se nastavci povežu sa zatvorenim kolom.

a-2. Opremite jedno prosto grlo slabom sijalicom i dve čvrste bakarne žice dužine 6 inča. Sa krajeva žica otklonite izolaciju; oni će vam služiti kao nastavci (slika 342). Bezbednosti radi, ćelija grla treba da se obmota lepljivom trakom. Ovakvu eksperimentalnu sijalicu možete nabaviti u trgovini.



Sl. 341.



Sl. 342.

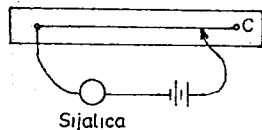
b. Prokontrolišite osigurače u kolima pomoću (a-1) ili (a-2).

c. Utvrdite koja je strana linije uzemljena pomoću jednog probnog nastavka koji je spojen sa zemljom a drugi naizmjenično, sa dve strane linije.

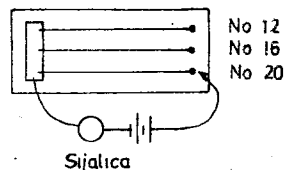
Vidi stranu 127.

4. Otpor i izolatori

a. Proučite promenu otpora sa dužinom. Ugradite dve stope nikl-hromne žice broj 14 na ploču sa baterijskom lampom i dve suve ćelije vezane u nizu (slika 343). Menjajte položaj kontakta (C) da biste prikazali efekat otpora.



SI. 343.



SI. 344.

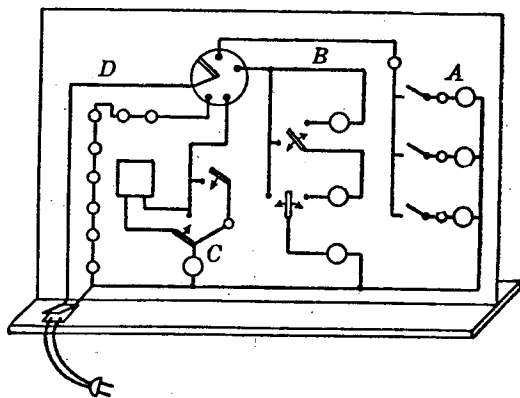
b. Uočite efekat veličine žice. Pričvrstite žice od nikl-hroma ili od hromela (specijalna legura nikla i hroma — prim. prev.) raznih veličina (na primer, broj 12, 16, 20) za zajedničku traku. Povežite sijalicu i ćelije (slika 344). Kada kontakt ostvarite na desnom kraju svake žice, obratite pažnju na efekat veličine žice.

c. Uočite efekat materijala. Žice raznih veličina kao u (b) mogu se zameniti žicama od gvožđa, bakra, nikl-hroma, itd. iste dužine i veličine, da biste uočili efekat svake od ovih na struju. Umesto sijalice možete da upotrebite ampermetar jednosmerne struje.

d. Upotrebite baterijske lampe. Povežite dve sijalice u seriju sa dve suve ćelije. One slabo sjaje. Jednoj sijalici skratite provodnik; druga će jako svetleti zbog smanjenja otpora.

e. Upotrebite ommetar za merenje otpora (vidi laboratorijski priručnik).

f. Upotrebite naponsko-strujnu metodu merenja otpora (vidi laboratorijski priručnik).



SI. 345.

g. Prikažite razne vrste žice: bakarnu, gvozdenu, aluminijumsku, srebrnu, niklhromsku, hromsku, itd.

i. Napravite vertikalnu demonstracionu otporničku ploču (slika 345). Jedan dvopolni jednapolužni prekidač stavljen je u liniju napajanja energijom. Na ploču postavite četiri kola. Kolo A ima tri sijalice od 110 volti, snage 60 volti, 100 vati i 120 vati. Svaka je serijski vezana sa minijaturnom sijalicom od 3 volta, čija jačina svetljenja zavisi od veličine lampe sa kojom je vezana u seriju. Sijalice u ovom kolu mogu se povezati odvojeno, ili paralelno. U glavnom kolu nalazi se automobilska sijalica od 6 volti. Ona služi kao merilo struje u kolu. A. Da bi se izbegao bljesak, velike sijalice se mogu obojiti. Kolo B ima tri mlečne sijalice od 40 vati, od kojih se bilo koja, ili sve, mogu da vežu u seriju. Kada se jedna po jedna stavlja u seriju sa drugima, uzastopno zamračenje pokazuje povećanje otpora. Kolo C ima sijalicu od 120 vati, koja može da se veže u seriju sa sijalicom od 3 volta ili jednim malim motorom, ili se sijalica i motor mogu vezati paralelno. Kolo D ima 8 sijalica od 15 volti vezanih u seriju, kao u strujnom kolu sijalica za novogodišnju jelku.

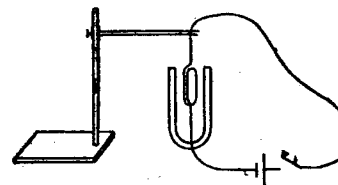
j. Uporedite efekat zagrevanja žica načinjenih od različitih materijala. Jednake dužine bakarne i gvozdene žice iste veličine zajedno motajte na jednom kraju i vežite u seriju sa reostatom. Žice rastegnite na izolovanim osloncima, a na svakom delu žice okačite papirnate jahače. Pojačavajte struju dok se hartija ne zapali. Jahači koji se nalaze na gvozdеноj žici prvi će se upaliti. Žice treba da budu približno veličine br. 24.

k. Posmatrajte promenu otpora sa promenom temperature. Sijalica baterijske lampe je vezana u seriju sa dve suve ćelije i kalemom nikl-hromne žice broj 19. Svetlost slabi kada kalem grejete Bunsenovim plamenikom.

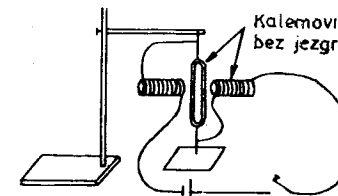
Merni instrumenti

1. Principi rada mernih instrumenata

a. Okačite jedan kalem između polova magneta (slika 346). Jedna od dovodnih žica nosi kalem sa 50 namotaja izolovane žice br. 32. Druga žica završava kolo preko suve ćelije i taster-prekidača. Kada je kolo zatvoreno kalem se okreće; kada se polaritet izmeni, kalem se okreće u drugom smeru.



SI. 346.



SI. 347.

b. Napravite model dinamometarskog tipa. Potkovičasti magnet sa slike 346 zamenjen je sa dva kalema, od kojih svaki ima 50 namotaja. Oni su postavljeni tako da su polovi blizu kalema suprotni i povezani u seriju sa pokretnim kalemom (slika 347). Uočite kretanje kada je kolo zatvoreno.

c. Zamenite suhu ćeliju izvorom naizmjenične struje od 3 volta u oba eksperimenta (a) i (b). Uočite razliku ponašanja.

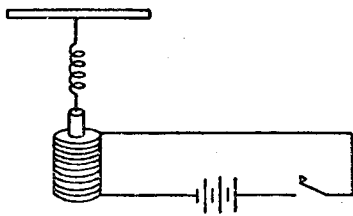
d-1. Sklopite model instrumenta tipa pokretnog kola. O elastičnu oprugu okačite gvozdeno jezgro dužine 4 inča i prečnika $\frac{1}{2}$ inča, tako da ulazi i delimično stoji iznad kalema sa 40 namotaja izolovane bakarne žice broj 14 do broj 18. Suve ćelije i taster-prekidač zatvaraju kolo (slika 348). Jezgro se uvlači u kalem. Sa povećanjem broja ćelija, jezgro se uvlači još više.

d-2. Napravite jednu varijantu uređaja u (d-1) pomoću lista mekog gvožđa koji je isečen tako da predstavlja pokretno kolo, ili jezgru, i kazaljku (slika 349). Ovi modeli mogu se upotrebljavati sa naizmjeničnom ili jednosmernom strujom od 6 volti.

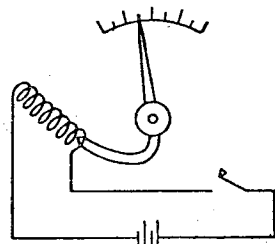
e. Sklopite model vatmetra. Postavite kalem sa 50 namotaja izolovane bakarne žice broj 16 (ili veće) na osnovu (slika 350). Kalem ima prečnik 6 inča. Obešeni kalem ima relativno mnogo namotaja fine žice (kao što je sekundar kod audio-frekventnog transformatora). Opterećenje može biti električni aparat za prženje hleba, pegla ili grejni element. Obešeni kalem vezan je paralelno sa opterećenjem. Kada je kolo zatvoreno kalem rotira, reagujući kako na struju, tako i na napon.

f-1. Pretvorite jednu vrstu mernog instrumenta u drugu. Galvanometar, kao što je onaj opisan u odeljku (2-b) u sledećem poglavlju, može se promeniti stavljajući deset inča bakarne žice broj 30 preko priključaka. Instrument je stavljen u seriju sa reostatom u obliku rastegnute žice i suvim elementom. Dužina šanta se menja sve dok ne dobijemo čitanje na otprilike jednoj trećini skale.

U seriju sa nekalibrisanim instrumentom, opterećenjem i otpornikom stavite ampermetar. Oznake na skali postavite tako da odgovaraju bezlazima na kalibrisanom instrumentu.



Sl. 348.



Sl. 349.

f-2. Proučite pretvaranje galvanometra u voltmetar stavljanjem kalema fine žice, kao što je sekundar audio-frekventnog transformatora, u seriju sa galvanometrom. Instrument se onda proveriti pomoću suvog elementa. Može se dodavati više ili manje otpora.

g. Demonstrirajte model ampermetra sa zagrevnom žicom (vidi stranu 255).

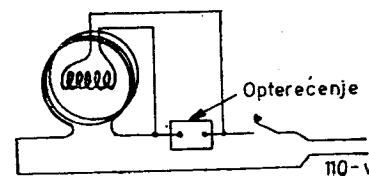
h. Uzmite veliki merni instrument demonstracionog tipa; i neki model ovog mogu da se pretvore iz jednog instrumenta u drugi.

i. Upotrebite standardne merne instrumente proučavajući funkciju raznih delova (vidi udžbenik fizike i laboratorijske priručnike).

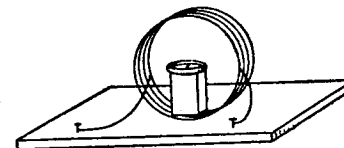
Vidi stranu 178.

2. Galvanometri

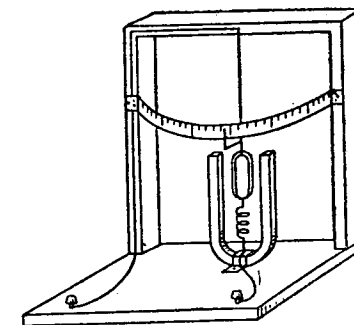
a. Upotrebite tangentni galvanometar. Omotajte jedan inč dužine cevi od kartona prečnika 3 inča, sa 150 namotaja jednožilne pamukom izolovane žice broj 22. Kalem postavite na drvenu osnovu, a krajeve žice povežite sa priključcima (slika 351). U kalem stavite mali komad drveta na koji ćete postaviti magnetni kompas u središtu kalema. Igla kompasa reaguje na najmanje struje.



Sl. 350.



Sl. 351.



Sl. 352.

b. Napravite galvanometar sa kretnim kalemom. Pričvrstite potkovičasti magnet za osnovu tako da su mu polovi okrenuti naviše (slika 352). Kalem sa 75 namotaja izolovane bakarne žice broj 36 napravite takve veličine da lako može da rotira između polova magnetu. Jedan komad žice nosi kalem o ramu i stvara kontakt sa jednim priključkom. Jedna fina žičana spirala, povezana sa drugim krajem kalema, pričvršćena je za osnovu i u kontaktu je sa drugim priključkom. Spirala teži da zadrži kalem u položaju. Po sredini rama postavite polukružnu skalu, a za gornji deo kalema pričvrstite kazaljku od aluminijumske žice. Instrument može da bude zastakljen. Ako se kazaljka ne vrati na nulu posle relativno velikog odstupanja, umesto bakarne žice za vešanje kalema možete upotrebiti žicu od fosforne bronz. Uređaj napravite tako da možete podešavati nivo instrumenta. Probušite tri rupe kroz osnovu, po jednu u blizini svakog prednjeg ugla i jednu u sredini zadnje stranice. Da biste podesili nivo u ove rupe uvrtećete zavrtnejeve, pomoću kojih ćete moći da podešavate osnovicu.

Na strani 160 opisani su načini za održavanje instrumenata i mere predostrožnosti prilikom spajanja.

Elektromotori

Rad motora

a-1. Demonstrirajte princip induccionog motora. Na oštar šiljak postavite u ravnotežni položaj plitku metalnu posudu. Iznad toga obesite potkovičasti magnet (slika 353) i uporedite konac o kome visi magnet. Prilikom raspredanja, metalna posuda takođe će se okretati zbog reagovanja na indukovanu struju.

a-2. Proučite komercijalne indukcione motore.

b-1. Demonstrirajte princip sinhronog motora. Omotajte dva elektromagneta, sa po 100 namotaja lakom izolovane bakarne žice broj 24, sa gvozdanim zavrtanjima kao jezgrima. Od mekog gvožđa napravite krst, dimenzija od kraja do kraja oko 3 inča (slika 354). U središtu krsta probušite rupu, postavite ga u ravnotežni položaj i stavite ga na osovinu. Kalemovi su postavljeni blizu i povezani u seriju sa sijalicom. Krst brzo okrenite. Njegovo okretanje se usaglašuje sa frekvencijom struje i zadržava stalnu brzinu.

b-2. Postavite jednostruki kalem u seriju sa sijalicom (slika 355). U blizini kraja kalema stavite magnetni kompas, a kraj oštro udarite. On pada u korak sa strujom.

b-3. Da biste uočili rad sinhronog motora proučite mehanizam električnog časovnika.

c. Proučite njihovu efikasnost u radu. U liniju napajanja od izvora jednosmerne struje postavite merne instrumente (slika 356). Jedan kožni kaiš, postavljen preko koturače, nose opružne vage kalibrisane u funtama. On služi kao opterećenje koje se meri razlikom u očitavanju na vagama. Brojač obrtaja oslonjen je na osovinu dok se ona okreće pod opterećenjem; struja i napon takođe se utvrđuju pod opterećenjem. Obim koturače izražen je u stopama.

$$\frac{\text{obim koturače} \times \text{br. obrt. u min.} \times \text{opterećenje}}{33.000} = \text{proizvedena konjska snaga}$$

$$\frac{\text{ampera} \times \text{volti}}{746} = \text{uloženo konjskih snaga}$$

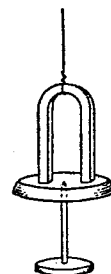
$$\frac{\text{proizvedeno konjskih snaga}}{\text{uloženo konjskih snaga}} = \text{efikasnost}$$

Ako faktor snage izvora naizmjenične struje od 110 volti nije negativan, efikasnost motora koji radi sa takvim izvorom može se utvrditi prilično tačno.

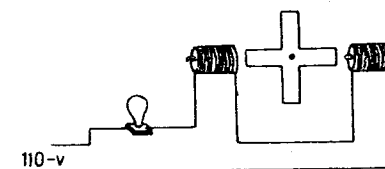
d. Proučite kontraelektromotornu silu. Grupni otpornik stavljen je u seriju sa motorom od 110 volti, a broj lampi podešen tako da nema bljeska. Kada se motor optereti, on usporava, a lampe blješte zbog pojačanja kontraelektromotorne sile, a kao rezultat toga, struja u kolu se pojačava.

e. Upotrebite modele delova. Demonstracionu armaturu i komutator napravite od drvenog diska prečnika 10 inča i šipke od mekog gvožđa dužine 10 inča, postavljene na vratilo. Za disk pričvrstite dve bakarne trake,

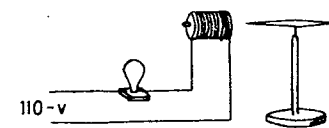
od kojih svaka zauzima gotovo polovinu obima. Svaki kraj šipke omotan je sa 20 namotaja izolovane bakarne žice broj 20, kalem su kontinualni, a njihovi krajevi pričvršćeni za bakarne trake (slika 357). Četkice od



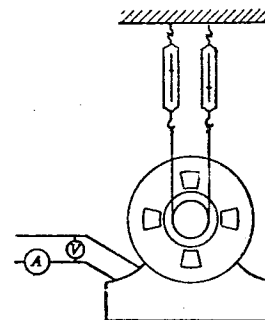
Sl. 353.



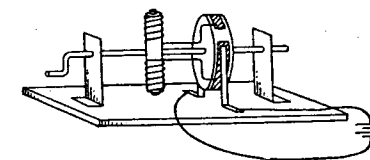
Sl. 354.



Sl. 355.



Sl. 356.



Sl. 357.

čvrste bakarne ili mesingane žice pričvršćene su za osovinu. Četkice povezite sa jednosmernom strujom od 4 do 6 volti. Demonstracioni kompas postavljen u blizini armature pokazuje promenu polariteta.

Elektroliza i elektroprevlačenje

Vidi strane 191 i 396.

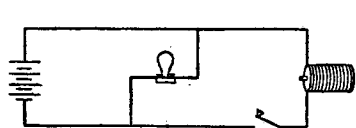
Transformatori i indukcija

1. Indukcija

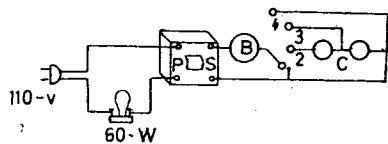
a. Upotrebite kolo sa kalemom koji se napaja jednosmernom strujom. Jedan elektromagnet sa 300 ili više namotaja, ili prigušni kalem radio-aparata povezan je sa akumulatorom od 6 volti, sa poslužnim prekidačem u kolu. Sijalica, čiji je radni napon nešto više od napona izvora, povezana je paralelno sa akumulatorom (slika 358). Kada se kolo prvo zatvori, sijalica

je mnogo sjajnije, a zatim postaje manje sjajna dok struja raste u kalemu. Kada je kolo otvoreno, sijalica svetli mnogo jače, neposredno pre no što se svetlosti ugasi. Ove efekte uzrokuje indukcija kalema.

b. Upotrebite kalem koji se napaja naizmjeničnom strujom. Stavite sijalicu od 60 vati u primarno kolo transformatora snižavača napona. Automobilsku sijalicu od 6 volti postavite u sekundarno kolo sa dva kalema (C) od kućnog zvona, povezanu u tačkama 2, 3 i 4 (slika 359). Kada se prekidač nalazi u tački 1, ne svetli nijedna sijalica; u tački 2, sijalice slabo svetle zbog indukcije u oba kalema. U tački 3 one svetle sjajnije, jer je jedan kalem isključen, a u tački 4 postaju još sjajnije. Ove efekte daje samoindukcija kalemova u C.



Sl. 358.



Sl. 359.

c. Uočite efekat jezgra na indukciju. Kalem sa 300 ili više namotaja bakarne žice broj 18 za jednosmernu struju ima gvozdeno jezgro koje se može izvaditi. Kalem je povezan u seriju sa sijalicom i linijom od 110 volti. Pre no što se jezgro uvuče u kalem, sijalica gori sjajno; zamrači se kada jezgro unesemo u kalem.

d-1. Posmatrajte efekat pojačanja ili slabljenja struje. Na oba kraja jezgra sačinjenog od gvozdених žica namotajte nekoliko namotaja izolovane bakarne žice. Dve baterije, jedan reostat od 0 do 10 oma i polužni prekidač postavite u primarni kalem, a multi galvanometar u sekundarni (slika 360). Kada je kolo zatvoreno, galvanometarska igla odstupa i vraća se na nulu, iako struja još teče kroz kolo. Odstupanje se javlja i kada se kolo prekida. Uočite smer skretanja igle.

d-2. Uočite efektne indukcije struje. Kada je kolo zatvoreno i promenjen otpor reostata.

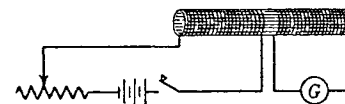
e. Posmatrajte reagovanje na indukovanu struju. Savite žicu od čvrstog bakra u omču na svakom kraju i zatvorite pažljivo omče tako da dobijate puno kolo. Žica je nešto savijena u sredini i obešena pomoću konca (slika 361). Kada unesete jedan pol magneta, omča zaokreće u suprotnom smeru.

2. Struktura i delovanje transformatora

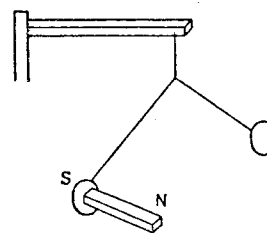
a-1. Sklopите jednostavni transformator. Napravite kalemove sa 50 namotaja izolovane bakarne žice broj 18 ili veće, prečnika približno 4 inča. Dva ili tri ovakva kalema vezana u seriju služe kao primer, a jedan kalem kao sekundar. U primarno kolo postavite reostat, ili grupni otpornik a u sekundar sijalicu male snage (za baterijsku lampu) (slika 362). Jačinu struje u primaru menjajte tako da zapalite sijalicu u sekundaru.

a-2. Napravite uređaj kao što je onaj opisan u (d-2) (vidi prethodnu stranu) sa 20 namotaja u primaru i 10 namotaja u sekundaru. U primar postavite samo polužni prekidač i bateriju. Posmatrajte reagovanje galvanometra kada zatvarate i otvarate kolo.

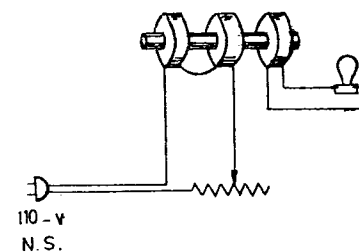
a-3. Upotrebite gvozdeni prsten kao jezgro. Obmotajte ga i upotrebite kao u (a-2).



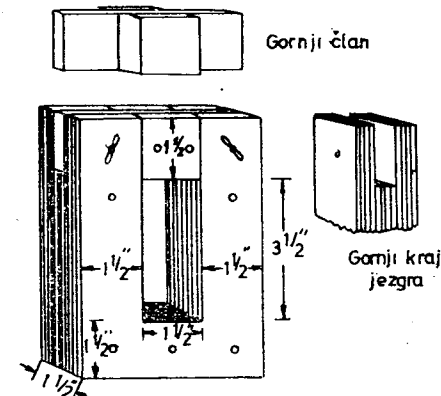
Sl. 360.



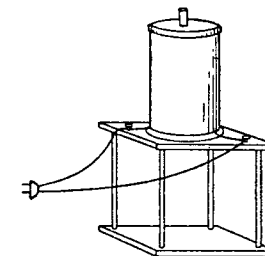
Sl. 361.



Sl. 362.



Sl. 363.



Sl. 364.

a-4. Napravite transformator od bačenog indukcionog kalema (na primer, sa starog automobila). Povežite bateriju sa primarom. Postavite prste jedne ruke preko sekundara. Povećani napon se može uočiti prilikom otvaranja i zatvaranja kola.

b. Rasklopite stare transformatore da biste videli na koji način su pravljени namotaji, na koji način su postavljeni i kako izgledaju jezgra i žice.

c-1. Napravite demonstracione transformatore. Transformator sa laminiranim jezgrom ima dimenzije date na slici 363. Slojevi su napravljeni od mekog gvožđa veličine približno broj 24. Oni su tako osečeni da se na bočnim članovima nalaze zarezni u koje treba postaviti gornje i donje članove. Bočni i donji član izbušeni su, a bočni članovi zakovicama pričvršćeni

za donji član. Rupe su izbušene tako da se gornji član može postaviti na svoje mesto pomoću zavrtnjeva. Transformator postavite na drvenu osnovu pomoću trake preko donjeg člana. Kalemovi su napravljeni sa kvadratnim otvorom stranice $1\frac{3}{4}$ inča. Detalji pojedinih kalema su sledeći:

Broj kalemova	Namotaji	Veličina žice	Dužina kalema
1	330	Br. 16	$3\frac{1}{4}$ inča
1	660	Br. 20	$3\frac{1}{4}$ inča
1	165	Br. 14	$3\frac{1}{4}$ inča
3	110	Br. 12	1 inč

Svaki kalem pokriven je trakom, a dodati su mu i priključci. Metoda namotavanja kalemova opisana je na stranama 128 i 335. Možete da iskoristite razne kombinacije kalemova i da proučavate dobijeni napon. Treba voditi računa da se kalemovi sa manjim brojem namotaja ne preopterećuju, ako se upotrebljavaju u primarnom kolu sa izvorom od 110 volti. U kolo možete postaviti i jedan reostat u nizu (vidi stranu 105).

c-2. Napravite kalem sa jezgrom od meke gvozdene žice, koje se može ukloniti. Žičano jezgro je dugo 10 inča a prečnika nešto manjeg od 1 inča; omotano je trakom.

Kartonska cev dužine 5 inča i unutrašnjeg prečnika 1 inč, sa pridatim kružnim blokovima, omotana je sa 220 namotaja bakarne žice br. 14. Kalem je postavljen na postolje a krajevi povezani na priključnicama na osnovici (slika 364). Kalem može da se poveže direktno sa izvorom naizmenične struje od 110 volti. Raznovrsne transformatorske efekte možete obezbediti na sledeći način:

- (1) Sekundar sa 10 namotaja povezan je sa sijalicom džepne lampe.
- (2) Sekundar sa 5 namotaja povezan je sa telegrafskim slušalicama; čućete suštanje.
- (3) Napravite čvrst i težak prsten od aluminijuma ili bakra tako da se može postaviti preko jezgra. Prsten će odskočiti kada se struja uključi. To može da vam posluži kao ilustracija Lencovog zakona.
- (4) Ako prsten ostane na mestu, on će se zagrejati.
- (5) Ako jedan drugi prsten pretesterirate tako da nema zatvorenog kola, neće biti ni efekta.
- (6) Napravite sekundar za 22 namotaja žice br. 18 i proverite izlazni napon.
- (7) Napravite sekundar sa šest namotaja bakarne žice broj 8 tako da se može postaviti preko jezgra, a njegove krajeve približite. Prilikom približavanja, može da dođe do stvaranja luka.

c-3. Napravite autotransformator (slika 129).

c-4. Upotrebite transformator za dečje igračke ili za kućno zvono, a takođe i transformatore iz radio-aparata i slično.

3. Indukcioni kalemi

a. Upotrebite industrijski napravljene kalemove kao što su, na primer, oni koji se upotrebljavaju za rad Gajlslerovih cevi.

b. Rasklopite i upotrebite indukcione kalemove, odbačene na primer sa starih automobila.

c. Upotrebite indukcioni kalem modernog automobila.

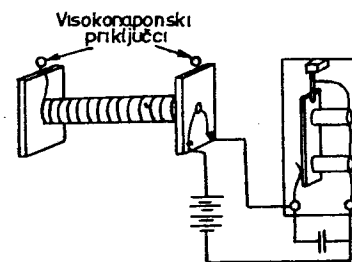
d. Pomoću smotuljka žice od mekog gvožđa koji će poslužiti kao jezgro napravite indukcioni kalem. Jezgro je dužine 5 inča i prečnika $\frac{3}{8}$ inča. Povezano je lepljivom trakom i omotano sa dva sloja izolovane bakarne žice broj 16. Kalem ima izvode dužine 4 inča. Uzmite bešavnu cev, dužine 5 inča, dovoljno veliku da u nju može da se postavi jezgro. Završeci, stranica 4 inča, u svojim centrima imaju izbušene otvore tako da se u njih može postaviti bešavna cev. Završeci su zalepljeni na svoja mesta. Na ovu cev namotan je sekundarni kalem od izolovane bakarne žice br. 28. koja je ravnomerno namotana u debljini od $\frac{1}{4}$ inča. Na završecima su postavljeni priključci, a krajevi sekundarnog kalema povezani sa njima. Priključci su postavljeni blizu kraja primara na jednoj strani, a za njih su povezane dovodne žice primara. Kao prekidač služi električno zvono kome je skinut gong. Kondenzator sa starog kalema za obrazovanje varnica, ili bilo koji drugi, sa relativno visokim kapacitetom, sprečava stvaranje luka i podiže napon u sekundarnu (slika 365). Ceo ovaj uređaj postavite na nosač. Uređaj treba da se napaja jednosmernom strujom od 6 do 8 volti.

e. Upotrebite ovakve kalemove da:

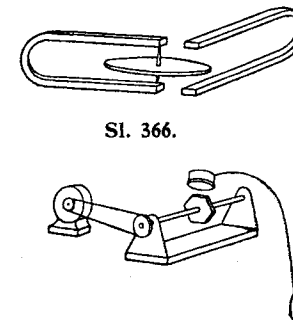
- (1) Proizvedete svetljenje u Gajlslerovim cevima.
- (2) Izazovete svetljenje spektralnih cevi.
- (3) Pokažete pražnjenje električnog vihora (vidi stranu 280).
- (4) Pokažete jonsku primenu plamena. (vidi stranu 281).
- (5) Napajate Kotrelov taložnik (vidi stranu 281).
- (6) Napajate Kruksovu cev, koju možete nabaviti u trgovini.

4. Efekti Edijevih struja

a. Okrećite jedan metalni disk između polova magneta. Disk (najbolje od aluminijuma) postavljen je na stožere u okviru i ima relativno malo trenje (slika 336). Zavrtite disk i postavite ga između polova. Usporavanje diska pokazaće stvaranje Edijevih struja.



Sl. 365.



Sl. 366.

Sl. 367.

b-1. Ispitajte uređaje koji koriste Edijeve struje. Rasklopite automobilski brzinoмер i uočite primenu principa.

b-2. Ispitajte strujomer.

c. Upotrebite poklopac napravljen od metalnog diska. Napravite kratko, oštro vreteno i zavrtite poklopac. Približite jedan pol magneta kraj ivice i iznad diska. Poklopac će se pretuniti zbog stvorenih Edijevih struja.

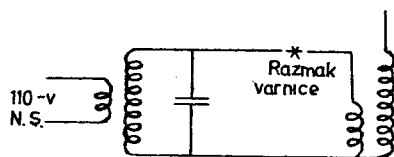
d. Postavite kalem sa približno 300 namotaja bakarne žice br. 20 u seriju sa sijalicom. Za kalem napravite dva jezgra, jedno od punog mekog gvožđa, a drugo laminirano (ili od svežnja žice od mekog gvožđa). Prilikom prenošenja struje uočićete da će puno jezgro da se greje, dok laminirano neće.

5. Električne orgulje

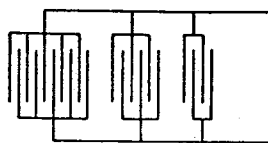
Upotrebite komplet slušalica, na primer, za radio-telegrafiju. Sa jedne od slušalica sklonite poklopac i membranu. Žice dveju slušalica pažljivo su spojene tako da postoji dobar električni kontakt. Isecite heksagonalni komad metalnog liva, stranica oko 2 inča. Ovaj heksagon postavite na vratilo i pričvrstite koturaču. To sve postavite na nosač i pokrenite pomoću električnog motora (slika 367). Slušalicu bez membrane postavite u blizini heksagona koji se okreće, a drugu stavite na uho. Čućete šum.

6. Teslin kalem

Napravite Teslin kalem sklapajući opremu koja je prikazana na slici 368. Za ovo treba da upotrebite transformator od 8.000 ili više volti. Kon-



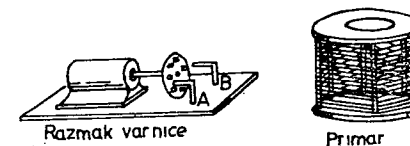
Sl. 368.



Sl. 369.

denzator je napravljen, kao što je opisano u poglavlju „Kapacitet i potencijal“ (vidi stranu 283). Morate imati najmanje 20 ploča (ili folija). Da biste ga lakše uskladili te ploče mogu da budu spojene kao tri kondenzatora, sa pet pari, tri para i dva para ploča u svakom (slika 369). Ovo se zatim može povezati kao što je pokazano i menjati radi povećanja potencijala. Na osovinu malog motora postavite bakelitni disk prečnika 8 inča. Oko periferije ovog diska, u ravnomernim intervalima, postavljeni su mesingani zavrtinjevi koji služe kao kontakti. Njih treba upotrebiti dovoljno kako biste dobili 400 varnica u sekundi (broj obrtaja motora u minuti treba da vam bude poznat). Dve elektrode A i B postavljene su tako da kontaktne tačke prolaze u njihovoj blizini (slika 370). Glave mesinganih zavrtinjeva povezane su, svaka sa svim ostalima, pomoću bakarne žice iza bakelitnog diska. Na kartonski cilindar prečnika 4 inča i dužine 36 inča namotajte sekundarni kalem. Cilindar je prevučen šelakom i obmotan jednim slojem bakarne žice broj 28. Zatim primenite još jedan premaz šelaka. Kalem montirajte vertikalno na osnovicu. Primar se sastoji od dva diska od šper-ploče, prečnika 12 inča, sa otvorima veličine sekundarnog kalema u centru. U

blizini periferije, u rupama koje su izbušene na podjednakoj razdaljini, ulepate šest zaglavica dužine po 10 inča (slika 370). Na ram namotajte 10 namotaja bakarne dvostruke žice broj 8, sa zarezima koji su isečeni u intervalima od 1 inč, kako bi se namotaji držali na svom mestu. Sklopite delove (slika 368), a baterijska klema daje kontakt od pričvršćene vodice do odvodnika (procepa varničara). Broj namotaja primara može se prilagoditi, tako da dobijete najbolji učinak.



Sl. 370.

Napomena: kondenzator treba da bude kratko spojen pre no što se izvrše bilo kakva podešavanja u primarnom kolu. Ako se to ne učini, može doći do veoma opasnih strujnih udara.

Radio

1. Ispravljanje

a. Upotrebite kristal u kolu niskog napona. Kalem od 200 namotaja bakarne žice broj 24 postavljen je u seriju sa sijalicom od 100 vati (slika 371). Sekundar sa 20 namotaja povezan je za galvanometar, sa kristalom galena u kolu. Dok struja teče uočite ponašanje galvanometra posebno kada je kolo kroz kristal otvoreno i zatvoreno.

b. Upotrebite jednostavnu radio-cev. Cev tipa 30 postavljena je u kolo sa dve neonske tinjalice XY (slika 372). Povežite anodu i rešetku. Kada pustite naizmeničnu struju 110 volti obe elektrode lampe X su zapaljene. Kada se grejanje cevi uključi, jedna elektroda lampe Y svetli.

c. Proučite Edisonov efekat. Cev tipa 76 ili 6P5G povežite u kolo sa izvorom jednosmerne struje od 90 volti u anodnom kolu u koje je stavljen miliampermetar. Rešetka je vezana za anodu (slika 373). Izvor napona od 6,3 volti daje struju za grejanje katode. Miliampermetar registruje struju kada je pozitivni priključak baterije povezan sa anodom, a ne registruje nikakvu struju kada se izmeni polaritet baterije.

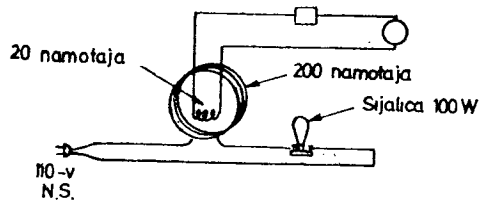
d. Upotrebite cev opisanu u odeljku (c) sa naizmeničnom strujom. Izvor jednosmerne struje od 90 volti zamenjen je direktnim spojem sa naizmeničnom strujom od 110 volti. Miliampermetar nastavlja da registruje, pokazajući ispravljačko dejstvo cevi.

2. Delovanje rešetke

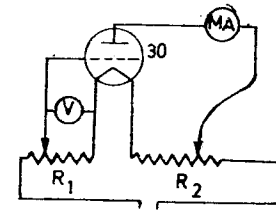
a. Upotrebite cev tipa 30 sa izvorom struje od 110 volti. (Izvor može da bude bilo naizmenične, bilo jednosmerne struje). Cev je povezana kao što je prikazano na slici 374. R_1 je otpornik od 200 oma i 100 vati. R_2 je otpornik od 1.600 oma i 10 vati. Miliampermetar treba da ima opseg od 0

do 10 miliampera. Efekat povećanog napona rešetke i povećanog napona anode možete proučavati odvojeno i istovremeno.

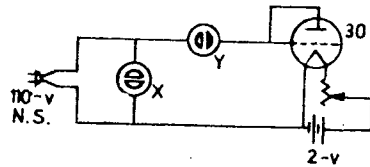
b. Upotrebite cev tipa 76. Bez ikakvog napona na rešetki, očitajte struju anode. Pomoću baterije u G (slika 375) uzastopno primenjujete više napone i uočite efekat na struju anode. Možete primeniti i raznovrsne negativne napone, pa onda uočite efekte.



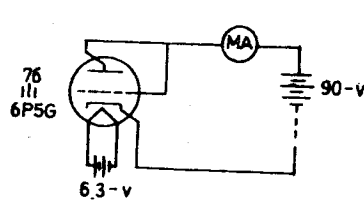
SI. 371.



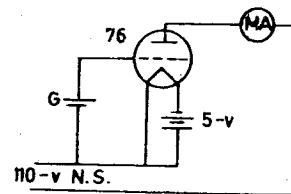
SI. 374.



SI. 372.



SI. 373.



SI. 375.

3. Radio-cevi

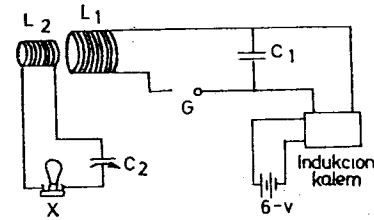
Proučite strukturu i delovanje radio-cevi tako što ćete rasklapati radio-cevi i utvrditi od kojih su delova one sačinjene. U okviru ovog proučavanja možete upotrebiti tablicu cevi i njihovih karakteristika.

4. Električne oscilacije i rezonanca

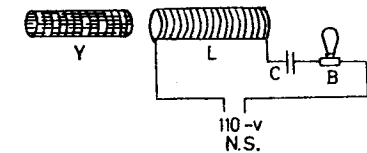
a-1. Upotrebite mehaničke analoge. Prikažite oscilaciju upotrebljavajući jednu cev u obliku slova U, delimično napunjenu vodom. Cev nagnite tako da voda gotovo do vrha ispunji jedan kraj. Prstom zatvorite cev, pa je zatim uspravite. Sklonite prst pa ćete dobiti prigušene oscilacije.

a-2. Pokažite rezonancu pomoću nekoliko klatna različitih dužina i dva klatna iste dužine koja su okačena o krutu šipku. Jedno od dva klatna iste dužine pustite da osciluje. Uočite efekat na ostala klatna.

b. Upotrebite uređaje koje možete nabaviti u trgovinama i koji koriste dve Lajdenske boce sa podešavajućim kolom u obliku omče.

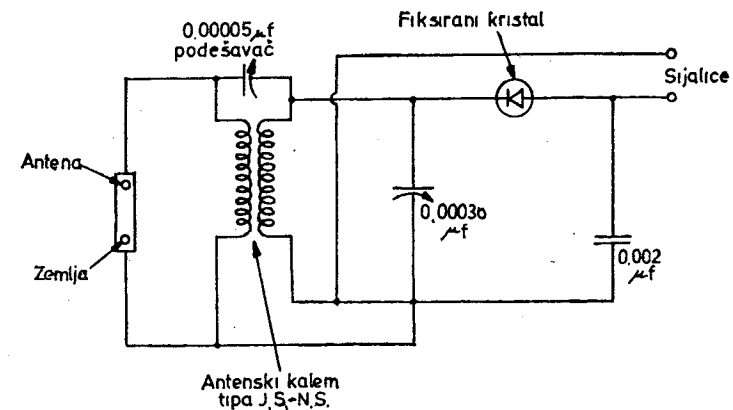


SI. 376.



SI. 377.

c-1. Upotrebite rezonantno kolo koje ima jedan indukcionni kalem. Dva kalema L_1 i L_2 omotana su izolovanom žicom broj 18 (slika 376). L_1 se sastoji od šest namotaja žice na kalupu prečnika 10 inča, a L_2 od 15 namotaja na kalupu prečnika 6 inča. C_1 je velika Lajdenska boca, C_2 je promenljivi kondenzator od 0,001 mikrofarada, G je procep varničara (odvodnik) (treba upotrebiti kugle), X je sijalica džepne lampe od 3 volta. Kalemovi L_1 i L_2 postavljeni su blizu jedan drugom, na istoj osovini. Kada se



SI. 378.

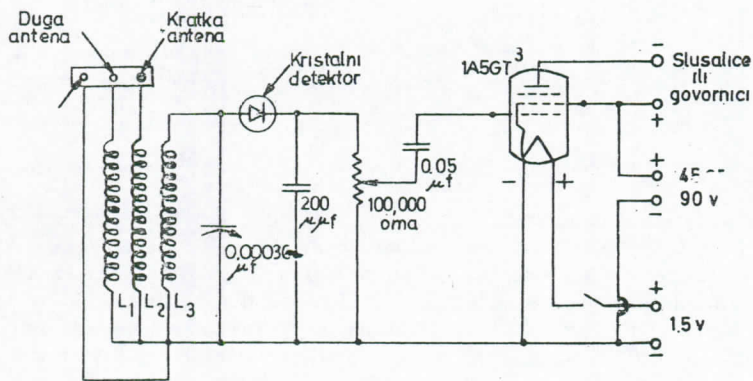
Lajdenska boca prazni preko odvodnika, kondenzator C_2 može da se podeši tako da sijalica zasvetli.

c-2. Na bešavnu cev dužine 8 inča i prečnika 1 inč (slika 377) namotajte kalem L koji se sastoji od jedne funte izolovane žice broj 18. Jezgro Y predstavlja smotuljak žica od mekog gvožđa, koji se može staviti u cev.

Kondenzator C ima kapacitet približno 10 mikrofarada. Sijalica B je od oko 10 vati. Sijalica će goreti sjajnije kada uvlačite jezgro, a njen sjaj će početi da slabi kako jezgro dublje ulazi u kalem.

5. Radio-kola

a. Napravite kristalni prijemnik. Stalni kristal je tipa 1N34. Trimer (kondenzator za podešavanje) prilagođen je mestu i korišćenju antene, pa nema potrebe za nikakvim daljim podešavanjima (slika 378). Sve delove treba ugraditi na ploču, ili u neku kutiju.

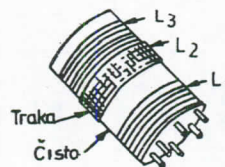


SI. 379.

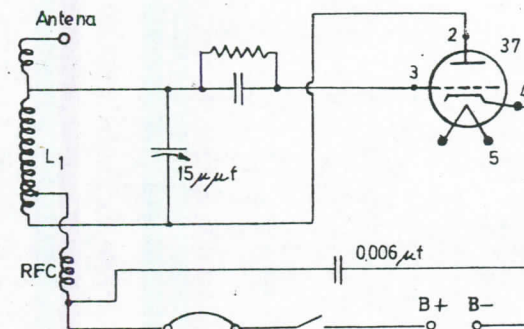
b. Kristalnom uređaju (slika 379) dodajte pojačivačku cev. Upotrebite kristal korišćen u (a), a takođe i promenljivi kondenzator od 0,000036 mikrofarada. Slušalice će raditi na 45 volti. Da biste mogli da koristite mikrofon, napon treba da iznosi 90 volti. Kalemovi L_1 , L_2 i L_3 sastoje se od 40 namotaja, 70 namotaja i 110 namotaja. Kalemovi L_1 i L_2 su napravljeni od lakirane žice broj 36, a kalem L_3 od iste takve žice br. 32. Kalemovi su namotani na plastični kalup koji je opremljen sa šest nožica koji odgovaraju podnožju sa šest kontakata (slika 380). (Tri kontakta su uzemljena). Komad lepljive trake obmotajte preko donjeg kraja kalema L_3 , dok se L_2 namota preko lepljive trake.

c. Napravite jednoceveni prijemnik (slika 381). Ugradite prijemnik na ploču dimenzije 7×7 inča (slika 382). Na vertikalnu ploču (A) postavite kalem i kondenzator. Prednja ploča (B) dimenzije 7×7 inča, nosi birač, prekidač, priključak za antenu i priključak za slušalice. Između ove dve ploče razdaljina sme da bude tri inča, da bi se sprečilo delovanje kapacitivnosti ruke. Grlo za cev C ugrađeno je u posebnu vertikalnu ploču. Grlo je keramičko, sa pet otvora. Zaštitna prigušnica (slika 381, RFC) sastoji se od 100 namotaja dvostruke, svilom izolovane žice br. 34, koja je obmotana oko klina od $\frac{3}{8}$ inča, postavljenog na osnovicu. Kalem L_1 napravljen je sa 30 namotaja čvrste bakarne žice br. 14, koja je obmotana oko kalupa od $\frac{1}{2}$ inča (koji će se ukloniti). Izvodnica treba da bude od elastične žice, koja je zavarena približno na jednoj četvrtini razdaljine od ravnog kraja

kalema. Ona se može menjati radi boljeg prijema. Kalem sa dva namotaja žice broj 14 postavljen je neposredno iznad L_1 za povezivanje antene. Upotrebite cev tipa 37, pri čemu je napon vlakna šest volti, za naizmeničnu ili



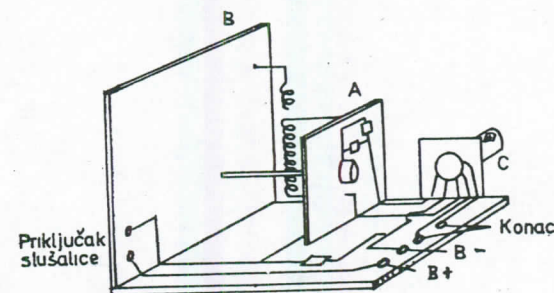
SI. 380.



SI. 381.

jednosmernu struju (sa izvorom od 2,5 volti može se upotrebiti cev tipa 27). Izvor B može da bude bilo od 90, bilo od 135 volti.

Prijemnik radi na talasnoj dužini od 10 metara.



SI. 382.

Termo, foto i piezo električni efekti

1. Termoelektrični efekti

Upotrebite industrijski napravljen termoelektrični magnet koji, zbog niskog otpora, ima relativno visoku struju i priličnu magnetnu silu.

Vidi stranu 267.

2. Fotoelektrični efekat

a. Upotrebite čist list cinka (koji je sveže očišćen hartijom peskačom), koji se nalazi na izolovanom nosaču i povezan je sa kuglom elektroskopa. Dajte mu negativno naelektrisanje. Cinkani list obasjite varnicom

ugljenog luka; naelektrisanje brzo iščezava kada ultraljubičasta svetlost pada na list. Ovaj rezultat može se uporediti sa onim kada nikakva svetlost ne pada na list, i sa onim koji se dobija kada se staklena ploča postavi na put lučne varnice.

b. Upotrebite fotoelektrične uređaje, koji se mogu nabaviti u trgovinama za demonstraciju.

c. Upotrebite fotoelektričnu ćeliju i pojačivač na filmskom projektoru. Ovo se može proučavati upotrebom zvučne filmske trake.

d. Upotrebite fotografske svetlomere koji imaju fotoelektrične ćelije.

Primedba: Sa instrumentima koji imaju fotoelektrične ćelije treba postupati pažljivo; izbegavajte fizičke udare i izlaganje instrumenata intenzivnoj svetlosti.

3. Piezo električni efekat

a. Natrunite malu količinu šećera između dve staklene ploče u tamnoj sobi. Šećer će blago sjajiti jer su kristali izlomljeni.

b. U trgovini nabavite uređaj koji ima kristal povezan sa neonskom lampom. Pritisak na kristal izaziva paljenje lampe.

c. Upotrebite kristalne mikrofone i delove gramofona. Njih možete ispitivati radi proučavanja delova i njihovog delovanja.

SVETLOST I VID

Primedba: Nastavnik i učenici treba da imaju na umu da gotovo u svakom eksperimentu koji je u vezi sa svetlošću i vidom, laboratorija (ili učionica) treba da bude dobro zamračena ili, u nekim slučajevima, potpuno tamna.

Fotometrija

1. Intenzitet svetlosti

a. Upotrebite dva komada parafina, preseka po 3 kvadratna inča i debljine $\frac{1}{2}$ inča. Površinu jednog malo istopite i pritisnite na njega komad kalajne folije i zaravnite ga. Istopite površinu drugog komada parafina i priljubite je uz kalajnu foliju. Ovako pripremljeni fotometar postavite između poznatog i nepoznatog svetlosnog izvora i približavajte ga jednom, istovremeno ga udaljavajući od drugog, dok vam, posmatrano sa ivice, obe strane parafinskih komada ne izgledaju podjednako sjajne. Ukoliko je jedan od svetlosnih izvora standardni, intenzitet drugog može se uporediti poređenjem kvadrata rastojanja.

b. Napravite fotometar sa senkom od vertikalnog komada belog kartona, stranice jedne stope, sa vertikalnom šipkom (klinom) postavljenom na liniju upravnu na ekran, na udaljenosti od 4 inča od njega (slika 383). Zapaljenu sveću (standardnu za dobijanje kvantitativnih rezultata) postavite na jednu stopu od ekrana i dva inča od linije. Na drugoj strani linije postavite nepoznati izvor svetlosti. Njegovu udaljenost menjajte sve dok

senke na kartonu ne dobiju isti intenzitet. Intenzitet nepoznatog izvora utvrđuje se na osnovu kvadrata razdaljina izvora od ekrana.

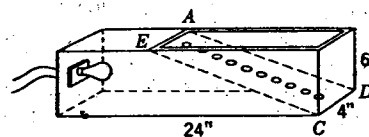
c. U dugu, pravougaonu kutiju (približnih dimenzija $4 \times 6 = 24$ inča) ugradite stakleni prozor dimenzija 4 inča \times 18 inča (slika 384). Na jedan kraj postavite sijalicu od 40 vati. Pregrada AECD od bele hartije ima deset krugova u liniji i u svakom masnu mrlju. Unutrašnjost kutije obojena je belo. Prilikom upotrebe, kutija je osvetljena iznutra, a prozor okrenut prema svetlosti koju treba meriti.

Fotometar se kalibriše postavljajući standardne sveće na izmerenim razdaljinama i uočavajući mrlju koja nije ni sjajna ni tamna, one koje su na jednoj strani sjajnije, a na drugoj tamnije. Mrlja je obeležena odgovarajućim očitavanjem stopa-sveća, a i druge mrlje se utvrđuju slično. Zatim možete proučavati nepoznate izvore.

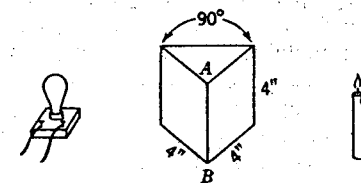
d. Napravite gipsani trouglasti blok sa uglom od 90 stepeni između dve površine (slika 385). Ivicu AB okrenite prema posmatračima. Različiti izvori osvetljavaju vam dve susedne površine. Kada osvetljenost dveju površina postane jednaka, iščezava vertikalna ivica AB. Proračun intenziteta obavite isto kao u (a), (b) i (c).



Sl. 383.



Sl. 384.



Sl. 385.

2. Fotoelektrične ćelije

a. Menjajte položaj zapaljene sijalice sve dok ne dobijete maksimalno očitavanje na svetlomeru. Ovo očitavanje podelite kvadratom razdaljine da biste utvrdili svetlosnu snagu sveće. Možete izvršiti poređenje sijalica različitih tipova i snaga.

b. Umesto instrumenta sa očitavanjem u obliku stopa-sveća možete upotrebiti fotografski svetlomer. Skala se može rekalibrisati upotrebom standarda svetlosti (kao što je, na primer, standardna sijalica). Na određenom rastojanju utvrdite očitavanje. Stavite umesto ove, sijalicu nepoznate snage i menjajte razdaljinu sve dok ne dobijete isto očitavanje. Snaga u svećama nepoznate sijalice dovodi se u vezu sa poznatim izvorom pomoću obrnutog odnosa kvadrata razdaljina. Budući da naponi strujnih kola znatno

variraju, treba proveriti napon i dovesti ga što je bliže moguće radnom naponu sijalice. Ako je potrebno, za smanjenje napona možete da upotrebite otpornik.

(Vidi stranu 200).

Priroda svetlosti

1. Mehanički uređaji za demonstriranje talasnog kretanja

a. Pustite plutani čep da pluta na vodi. Prilikom stvaranja talasa, smer kretanja čepa pokazuje transverzalnu prirodu talasa.

b. Demonstrirajte sinusnu prirodu talasa. Na mala kolica postavite vratilo na koje ćete postaviti dva diska. Na jednom se nalazi sijalica džepne lampe koja se napaja iz baterije pričvršćene za disk. Drugi disk služi da bi dao masku. Vratilo je pažljivo montirano tako da se smanji trenje, a diskovi imaju protivtegeve da bi se dobilo pravilno okretanje. Uređaj je postavljen na demonstracioni sto sa providnom pregradom između posmatrača i uređaja (slika 386). Kada se disk okreće sa zapaljenom sijalicom i kolica imaju translatorno kretanje, trag svetlosti upisuje na providnom ekranu sinusni talas.

c. Letva dužine 2 stope u koju ste na podjednakoj razdaljini od po 2 inča postavili niz klinova, služi kao izvor talasa u posudi sa mirnom vodom. Kada vrhovi klinova istovremeno dotaknu površinu vode, možete da posmatrate kretanje talasnog fronta i oblik interferencije i pojačanja.

d-1. Upotrebite posudu za talasanje. Jedan njen jednostavni oblik sastoji se od plitke posude dubine približno 3 inča, dok su njene druge dimenzije približno 1 stopa \times 2 stope. U posudi se talasi stvaraju kapanjem vode iz medicinske kapaljke, ili dodirivanjem površine ivicom kartona, ili metalnog lista. Možete proučavati odbijanje od zidova. Ivice mogu da budu nagnute, u vidu obala, kako biste smanjili odbijanje (vidi (d-5)). Prepreke napravljene od metalnih traka oblikovane su u vidu konkavnih, konveksnih i ravnih površina. Uočite ponašanje talasa prilikom sudara sa preprekama (vidi stranu 317). Vidljivost ćete poboljšati ako obojite dno belom bojom, ili ako na dno stavite list bele hartije.

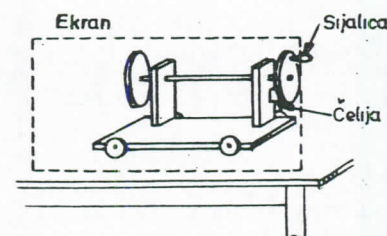
d-2. Napravite rezervoar sa staklenim dnom, montiranim na nožice. Stavite ogledalo pod rezervoar, radi reflektovanja svetlosti koja dolazi od luka (slika 387). Disk sa otvorima postavljen na osovinu motora omogućava vam stvaranje prekidne svetlosti. Pomoću električnog zvonca stvorite talasne frontove. Skinite gong, a za udaraljku spojite klin. Kraj klina neposredno dodiruje površinu vode. Brzinu okretanja diska sa otvorima podešavajte tako da talasi miruju ili se polako kreću. Postavite u rezervoar prepreke, kao one koje smo pomenuli u (b-1). Na tavanici će se pojaviti senke talasa.

d-3. Posuda za talasanje, sa ogledalom koje je postavljeno iznad, pod uglom od približno 45 stepeni, omogućava mnogim posmatračima da vide kretanje talasa na površini.

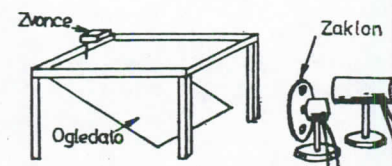
d-4. Pokažite Doplerov efekat pomoću osvetljene posude za talasanje, opremljene vibratorom na ramu, koji ima točkiće tako da može da se kreće

po postavljenim šinama (slika 388). Vibrator je testerasti nož, pričvršćen pomoću stezaljke, da bi se mogli podešavati dužina i učestanost. Konični zavrtnaj (drveni) prolazi kroz rupu na jednom kraju. Kraj zavrtnja se nalazi nešto iznad površine vode. Kada vibrator osciluje, vrh zavrtnja počinje da izaziva talasanje. Kada se okvir pomera s leva u desno dolazi do povećanja učestalosti talasa u jednom smeru i otpadanja u drugom.

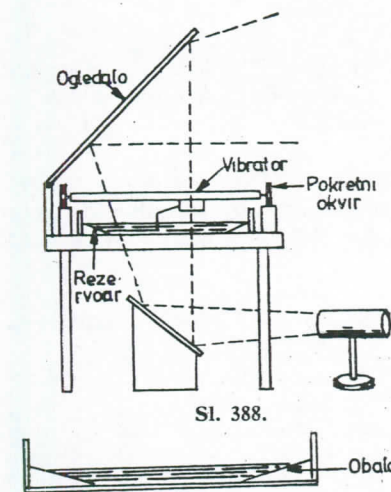
d-5. Eliminirajte nepravilna odbijanja pomoću obale koju ćete napraviti od mekog voska (ili od cementa) i relativno male količine peska. Ona je široka 4 ili 5 cm, sa relativno blagim nagibom. Površina vode treba da se pruža otprilike do polovine visine obale (slika 389).



SI. 386.



SI. 387.



SI. 388.



SI. 389.

2. Inteferencija

a-1. Upotrebite posudu za talasanje i uočite efekte odbijenih talasa. Posuda za talasanje opremljena je obalama (vidi (d-5) u prethodnom odeljku). Površine koje privremeno odbijaju napravite pomoću komada metala ili pomoću metalne šipke, savijene pod pravim uglom i postavljene na njenu ivicu. Kada se talasi odbijaju od površine, njihovo međusobno uzajamno delovanje sa pridolazećim talasom daje oblike interferencije. To se može projektovati (vidi (d-2) u prethodnom odeljku).

a-2. Upotrebite dva izvora talasanja (kao što su vibratori iz (d-4) u prethodnom odeljku) da biste stvorili talase u raznim tačkama. Talasi iz ta dva izvora daju interferenciju.

b. Pokažite interferenciju pomoću Njutnovog prstena. Ovaj uređaj sastoji se od plan-konveksnih sočiva veoma male krivine, koja svojom konveksnom stranom leže na komadu ravnog stakla. Kada posmatrač gleda u ovaj uređaj, menjanjem razdaljine između dveju površina stvara se interferencija, pa se formiraju obojeni prstenovi. Slika se može projektovati

snažnim osvetljavanjem uređaja, pri čemu se reflektovana svetlost fokusira projekcionim sočivima na ekran. Možete koristiti crvene i plave filtre i uočiti veličinu prstenova.

c-1. Stvorite monohromatsku žutu svetlost pomoću Bunsenovog plamenika sa azbestnim fitiljem (vidi stranu 331) potopljenim u slanu vodu. Dve staklene ploče (približno 3 inča × 4 inča) povezane su gumenim trakama. Duž jednog kraja, između ploča, postavljen je komad hartije. Zatim se dve ploče upotrebljavaju kao ogledalo u kome posmatrač koji stoji u tački O (slika 390) može da vidi sliku plamena. Naizmenično se pojavljuju žuta i crna traka zbog interferencije koja je stvorena odbijanjem od dveju površina. Ako su dve staklene ploče dobro uglačane i imaju ravne površine, rubovi se pojavljuju kao prave, ili pravilne trake. Ako je upotrebjeno obično staklo, rubovi mogu imati oblik otiska prsta. Bitno je da oko bude usmereno na samo ogledalo, a ne na lik plamena u ogledalu.

c-2. Umesto staklenih ploča iz (c-1), upotrebite zakrivljeni komad liškuna.

d. Zaparajte zadnje površine dva ogledala (A i B na slici 391) da biste stvorili interferenciju koja se može posmatrati iz tačke O. Ogledala su na razdaljini od 3 do 6 inča. Zarez na ogledalu A je linija napravljena sečivom nožića za brijanje; dva slična zarezna na ogledalu B, napravljena na sličan način, nalaze se na razdaljini manjoj od jedan milimetar. U tački L postavite izvor monohromatske svetlosti — (vidi (C₁)). U tački O zbog interferencije svetlost se vidi kao niz finih linija.

e. Posmatrajte interferenciju na staklenoj ploči približnih dimenzija 20 inča × 30 inča, koja služi kao ekran. Ploča je postavljena pod uglom od 50 stepeni u odnosu na površinu stola (slika 392). Athezione ploče (od poliranog stakla) postavljene su zajedno na traku crne hartije ili tkanine. Monohromatska svetlost iz plamenika usmeri se na ekran tako da se žižna tačka poklapa sa svetlošću koja se odbija od ploča. Pritisnite gornju ploču da bi izazvali kretanje traka interferencije.

3. Difrakcija

a. Držite karton (4 inča × 6 inča) sa jednom ivicom u horizontalnom položaju, na oko dve stope pred očima koje, kada im je linija pogleda neposredno iznad kartona, posmatraju nešto udaljeni predmet (na 20 ili više stopa). Podižite polako karton, ali se trudite da vašu pažnju zadržavaju predmeti iznad njega. Predmeti se prividno takode dižu, pri čemu gornja ivica služi kao izvor novih talasnih frontova.

b-1. Posmatrajte udaljene predmete kroz uski procep između dva nožića za brijanje i uočite interferencione linije izazvane difrakcijom.

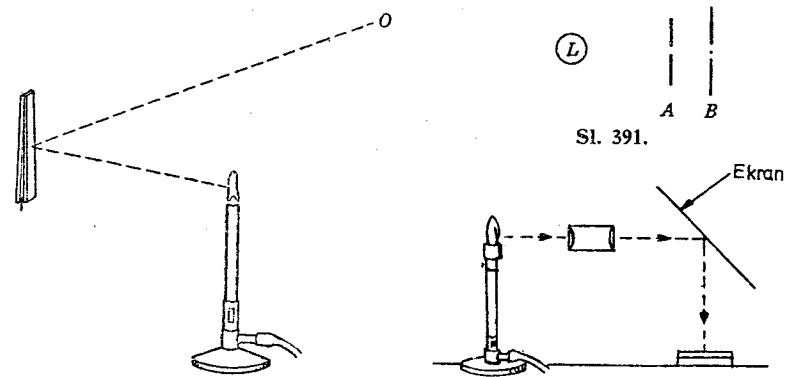
b-2. Posmatrajte užarenu nit sijalice sa pravom niti kroz pero, ili kroz trepavice kada skoro sasvim zatvorite oči. Niti pera ili trepavice moraju da budu paralelne sa niti sijalice. Posmatrajte difrakcione trake.

c. Držite dva kartona tako da su im ivice paralelne i veoma blizu jedna drugoj. Postavite ih na nekoliko stopa od relativno slabog izvora svetlosti, kao što je, na primer, sijalica ručne lampe, ili svetlost sveće. Uočite da na ekran (drugi karton) ne pada nikakva senka, čak iako postoji vidljivi razmak između dva kartona.

d. Posmatrajte difrakciju iz poglavlja „Merenje talasne dužine svetlosti“.

4. Merenje talasne dužine svetlosti

a. Postavite izvore monohromatske svetlosti (L i L) iza svakog od dva mala otvora koji su horizontalno postavljeni na razdaljini od nekoliko santimetara (slika 393). Posmatrač u tački O, koji posmatra kroz maramicu svetlost na prilično maloj razdaljini, vidi dve grupe od devet likova (slika 493). Posmatrač se povlači unazad od izvora svetlosti, sve dok se dva unu-



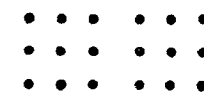
Sl. 390.

Sl. 391.

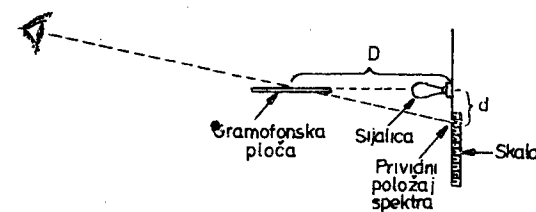
Sl. 392.



Sl. 393.



Sl. 394.



Sl. 395.

trašnja reda ne poklope. Tada se izmere razdaljina između dva izvora svetlosti (d) i razdaljina od posmatrača do otvora (e). Pomoću merača pamuka utvrdi se broj niti po inču (n) u maramici. Formula difrakcije za proračunavanje talasne dužine glasi:

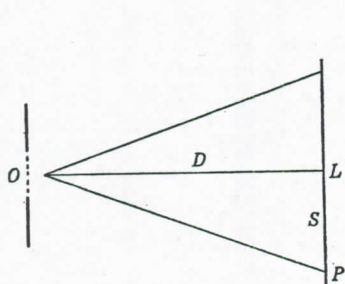
$$\lambda = \frac{d}{2ne}$$

(Sve jedinice moraju biti iste dimenzije).

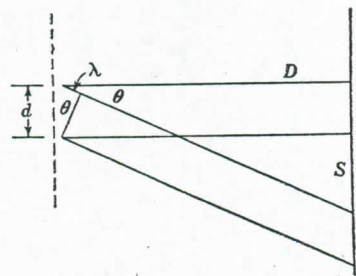
b. Posmatrajte difrakciju pomoću komada gramofonske ploče (približno 2 inča \times 3 inča) pod velikim uglom upada svetlosti (slika 395). Ploča je postavljena tako da svetlost zapaljene sijalice obasjava površinu ploče. Kraj sijalice vertikalno postavite skalu. Posmatrač će videti spektar koji proizvodi površina gramofonske ploče ili uočiti položaj određenih boja na skali. Razdaljinu od ove tačke do središta sijalice treba utvrditi (d). Broj ureza po santimetru na ploči (n) utvrđuje se uz pomoć slabog mikroskopa (to može da se odredi i prethodno pomoću broja okretaja ploče neophodnog da se igla pomeri za jedan santimetar. Utvrdite razdaljinu od ploče do skale (T). Talasna dužina je:

$$\lambda = \frac{d^2}{2n D^2}$$

Možete ispitivati i druge boje spektra. Ova formula daje približne vrednosti talasne dužine svetlosti.



SI. 396.



SI. 397.

c. Upotrebite difrakcionu rešetku postavljenu paralelno i na razdaljini oko 2 metra od skale (slika 396). Izvor monohromatske svetlosti postavljen je u tački L, tako da se OLP nalaze pod pravim uglom. Svetlost se posmatra iz tačke 0. Uočite položaj prvog spektra desno od L i izmerite razdaljinu S. Iz podataka o rešetki utvrdite razdaljinu između linija difrakcione rešetke (d), a izmerite razdaljinu od rešetke do skale (D). Za ovaj spektar formula za talasnu dužinu je:

$$\lambda = d \frac{S}{\sqrt{S^2 + D^2}}$$

Ova formula je dobijena na osnovu računa primenjenog na upotrebljenu opremu (slika 397). λ je razdaljina na kojoj dolazi do pojačanja (talasna dužina i na kojoj se primećuje spektar.

Ako je d konstanta rešetke, sledi:

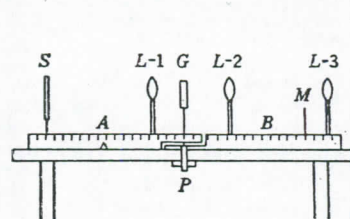
$$\lambda = d \sin \Theta$$

gde je Θ ugao između difrakcionog talasnog fronta i difrakcione površine, a takođe i ugao između upadnog i difraktovanog zraka.

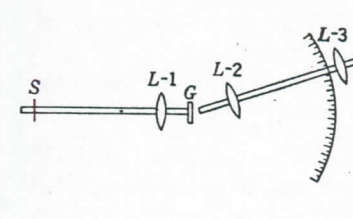
$$\sin \Theta = \frac{S}{\sqrt{S^2 + D^2}}$$

iz čega je prethodna formula za λ izvedena.

d. Načinite spektrometar koristeći difrakcionu rešetku na dvodelnom metru, koji je pričvršćen u tački P. (slika 398). Deo A metra pričvršćen u je za ploču stola, a deo B se zaokreće. U tački S postavite pero dimenzija 1 mm \times 30 mm. Jedno kolimatorsko sočivo (žična razdaljina 20 do 30 cm)

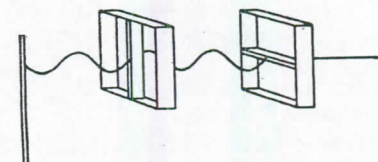


SI. 398.



SI. 399.

postavljeno je u tački L₁, nešto manje no što je njegova žična razdaljina od pera. Difrakciona rešetka postavljena je u tački G, neposredno iznad kotve. Sočivo L-2 (žična razdaljina 20 do 30 cm) postavljeno je približno na 10 cm od rešetke. Okular L-3 treba da ima žičnu razdaljinu 5 cm, ili manju. Kazaljka (žica) postavljena je u tački M, glavnoj žiči okulara. Za merenje ugla može se upotrebiti protractor ili veći metar (kružni) koji se može napraviti na ploči stola (slika 399). Može da se upotrebi i dužni



SI. 400.

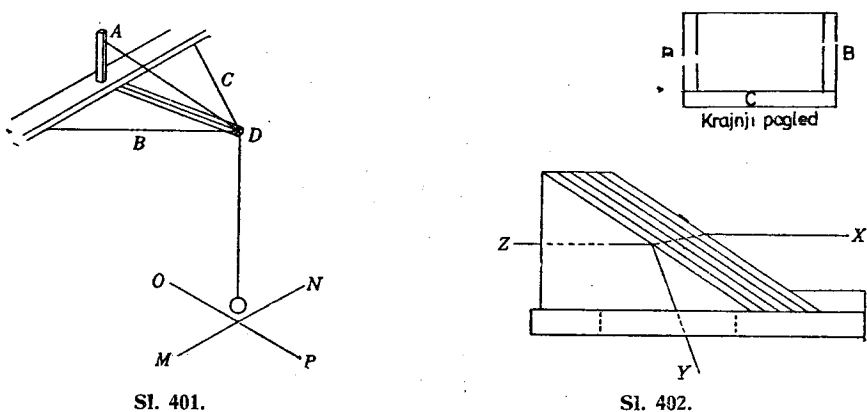
metar (T). U bilo kom slučaju, u odeljku (c) možete da nađete odgovarajuću formulu za merenje talasne dužine. Oko kolimatorskog sočiva postavite zastor kako biste sprečili pristup neželjene svetlosti. Izvor svetlosti može da bude obojeni plamen ili lampa (vidi stranu 331), ili spektralne cevi koji se mogu nabaviti. U upotrebi, teleskop se kreće sleva na desno sve dok željena linija koja dolazi od procepa ne dođe u žižu. Izvršite očitavanja i proračunajte talasnu dužinu.

5. Polarizovana svetlost

a-1. Upotrebite mehaničke analoge da biste lakše objasnili prirodu polarizacije. Rastegnite komad gumene cevi dužine nekoliko stopa u horizontalnom položaju, otprilike na 6 inča iznad ploče stola. Napravite dva rama (12 inča \times 12 inča \times 3 inča) i u svaki od njih postavite dva podeoka. Oni se nalaze na razdaljini od oko 1 inča. Gumenu cev provucite između podeoka u svakom ramu i tako je oslobodite da se može talasati (slika 400). Kada se podeoci nalaze u istoj ravni, talasi se prenose. Međutim, kada se analizator nalazi pod pravim uglom u odnosu na polarizator, talasi mogu da prođu kroz polarizator, ali ih zaustavlja analizator, što pruža sliku o delovanju svetlosnih talasa.

a-2. Pokažite ograničenost vibriranja na jednu ravan pomoću uređaja tipa klatna (slika 401). Držać A nosi raspinjaču dužine 4 stope. Konopci B i C imaju omče u D, tako da raspinjača može slobodno da se kreće oko 4 inča sa desna u levo. O tačku D obesite klatno dužine 4 stope. Dve osovine MN i OP obeležene su na listu hartije tako da se njihov presek nalazi direktno ispod tega klatna kada ono miruje. Kada se klatno kreće u smeru OP, ono nastavlja da vibrira zbog toga što nosač ne apsorbira nikakvu primetnu količinu energije. Međutim, kada se klatno pušta da vibrira u smeru MN, ono se brzo zaustavlja zbog kretanja raspinjače. Ako se klatno kreće u krug, ili dijagonalno, ono brzo gubi komponentu MN svog kretanja, ali nastavlja da se kreće duž osovine OP. Ovde je očevidna analogija sa apsorpcijom svetlosnih talasa u jednoj ravni i propuštanjem u drugoj.

b. Dva turmalinska kristala postavljena su u ramove koji stoje tako da svaki od njih može odvojeno da se okreće. Jedan kristal služi kao polari-

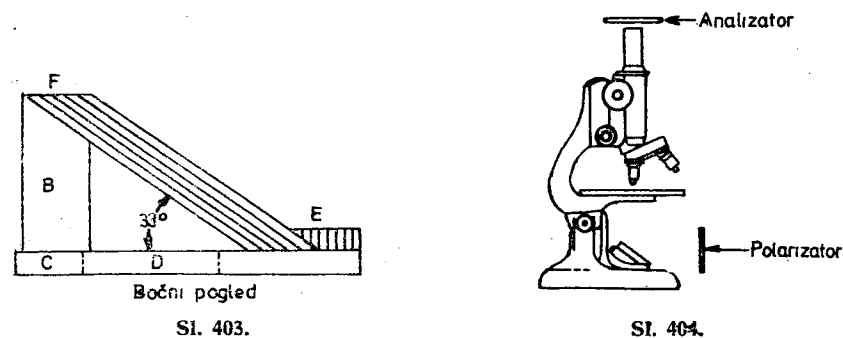


zator, a drugi kao analizator. Dok posmatrač gleda kroz ova dva kristala prema izvoru svetlosti, počnite da okretate jedan od kristala. Do maksimalne transmisije i ekstinkcije dolazi u naizmeničnim položajima pod uglom od 90 stepeni. Kristali prenose samo plavkasto-sivu svetlost.

c. Pokažite polarizaciju pomoću kalcita ili islandskog volonca (kalcita) koji pokazuje dvostruko prelamanje. Ono dovodi do pojave dva lika istog predmeta u različitim položajima. To je izazvano razlaganjem svetlosnih oscilacija u dve međusobno normalne komponente. Dve komponente prenose se kroz kristal različitim brzinama i tako se različito prelamaju. Kristal se može postaviti na stranicu štampanog materijala i okretati u ravni koja je paralelna sa površinom hartije. Dvostruki lik okreće se sa kristalom. Ovaj efekat može da se projektuje ako se postavi kristal na objektiv neprozračnog projektor. Da bi se eliminisao jedan od polarizovanih zrakova koji se javljaju, može da se upotrebi polaroidni disk; obratite pažnju da se polaroid ne pregreje (vidi (d-1)).

d-1. Polarizujte svetlost propuštanjem ove kroz staklo koje je postavljeno pod uglom polarizacije. Niz bistrih, čistih staklenih ploča postavljene je u okvir (slika 402). Dobro je imati 12 do 20 ploča. Dimenzije ne treba da budu manje od 3 inča \times 4 inča. Blokovi u B, po jedan sa svake strane, drže ploče pod uglom od 33 stepena u odnosu na osnovicu C. U položaju koji je pokazan, u D je probušen otvor prečnika 2 inča. Dva drvena komada, učvršćena klinovima u tački E, drže donju ivicu ploča. Lepljiva gumirana traka upotrebljena je da se poveže ovaj niz ploča preko gornjeg dela za tačku F i da se učvrsti za osnovicu. Od ovog niza ploča, koje su međusobno povezane gumiranim papirom, napravljen je analizator. Ploče mogu da se upotrebe u ovom položaju postavljene u kutiju, ili cilindar radi lakšeg nošenja i okretanja. Ugao između osovine cilindra (ili kutije) i površine ploča treba da bude 33°. Kada se svetlost propusti kroz polarizator, ona se može proučavati okretanjem analizatora oko njene ose. U tački maksimalne ekstinkcije na put svetlosti između polarizatora i analizatora možete staviti komad zgužvanog celofana, pa posmatrajte efekat.

d-2. Pokažite polarizaciju odbijene, a takođe i propuštene svetlosti. Polarizator je stavljen na svoju stranu (slika 403). Analizator postavite u



tačku Z (može da posluži i polaroidni disk). Svetlost je podešena tako da pada na analizator transmisijom iz X i refleksijom iz Y. Ti izvori upotrebljavaju se naizmenice, a potom se upoređuju položaji maksimalne ekstinkcije za reflektovanu i transmitovanu svetlost.

d-3. Postavite svetlosni izvor u Z (iz (d-2)) i analizator u X i Y (slika 403). Uporedite ravni polarizacije u dva položaja.

d-4. Za proučavanje kristala opremite mikroskop polarizatorom, koji se nalazi ispod postolja za predmete koji se posmatraju, i analizatorom u okularu. Za stvaranje polarizovane svetlosti pri ulasku svetlosti u mikroskop upotrebljava se polaroid (slika 404). Umesto polaroidskog diska može se upotrebiti niz ploča postavljenih pod odgovarajućim uglom. Drugi polaroidski disk upotrebljava se kao analizator iznad, ili se može upotrebiti drugi niz ploča u okularu. Kartonsku cev, čije spoljne dimenzije tačno odgovaraju unutrašnjim dimenzijama cevi okulara, izrežite tako da je ravan preseka pod uglom od 33° u odnosu na osovinu. Cev stavite na svoje mesto i na nju stavite deset ili više mikroskopskih stakala. Druga kartonska cev, izrezana pod istim uglom, drži stakla na njihovim mestima. Rotirajte okular da biste proučili strukturu kristala. (Sugestije za izbor kristala koji se mogu postaviti na postolje za predmete koji se proučavaju date su u (h-1)). Sitne komadiće sveže izrezanog krompira postavite na dija pozitiv i pomoću polarizovane svetlosti ispitujte zrnca škroba.

e. Izvedite polarizaciju odbijanjem svetlosti od površine pod uglom polarizacije. Crno ogledalo, koje ste napravili bojeći jednu površinu staklene ploče crnim emajlom ili bojom, postavite, prevučenom stranom nadole, na drvenu osnovicu. Pod uglom od 33° u odnosu na osnovicu postavite cev od hartije, ili malu bešavnu cev. Ona je postavljena tako da se svetlost koja udara o crno ogledalo reflektuje kroz cev (slika 405). Ovo ogledalo služi kao polarizator. Drugo ogledalo, koje ćete upotrebiti kao analizator, držite tako da je ugao upadanja polarizovane svetlosti 57° . Ogledalo se okreće oko osovine koja je paralelna zraku polarizovane svetlosti i zatim uočava efekat. Možete upotrebiti i druge analizatore; na primer, niz ploča [vidi (d-1)] ili polaroidni disk [vidi (h-1)].

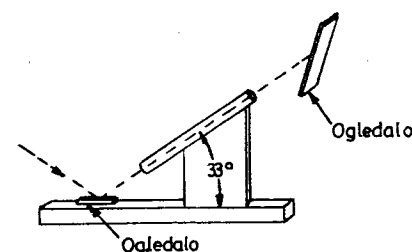
f. Napravite uređaj za posmatranje efekata, polarizovane svetlosti (polariskop), koristeći bilo odbijanje, bilo transmisiju svetlosti, ili oboje. Postavite niz ploča na dva nosača tako da se svetlost odbijena od crnog ogledala prenosi kroz ploče, pri čemu je ugao upadanja u svakom slučaju 57° (slika 406). Okvir za posmatranje, ili ploča, je daska ili komad metala, pod pravim uglom u odnosu na svetlosni zrak. Kroz ovu ploču probušena je rupa dimenzije $2\frac{1}{2}$ inča \times $3\frac{1}{2}$ inča. Na ovu ploču možete postaviti dija pozitive sa uzorcima koje želite da proučavate.

g. Do polarizacije dolazi i kada svetlost udara u veoma male čestice, kao što su čestice koloidnog rastvora. Pripremite ovakav rastvor zakiševljavanjem razblaženog rastvora fotografskog natrijum hiposulfita hlorovodoničnom kiselinom. Dolazi do suspenzije sumpora. Ukoliko je suspenzija „suviše mlečna“, treba je razblaživati sve dok ne postane dovoljno bistra. Propustite svetlosni zrak kroz suspenziju (slika 407). Možete upotrebiti sunčevu svetlost, ili vam za eksperimentat može poslužiti i iluminator. Kartonski zaklon, sa rupom treba upotrebiti da bi se sprečilo da svetlost direktno udara u zidove posude. Za utvrđivanje osovine polarizacije upotrebljavajte polaroidni disk.

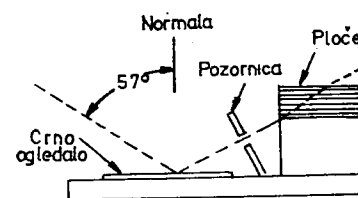
h-1. Izvedite polarizaciju svetlosti pomoću polaroida, komercijalnog proizvoda u formi lista. On se može nabaviti već ugrađen u kružne okvire, ili neugrađen, u listovima željene veličine. Materijal se sastoji od sićušnih kristala tetrajodkinin sulfata, poznatog pod imenom herapatit. Kristali se nalaze između staklenih ili plastičnih ploča. Glavna prednost leži u stva-

ranju zraka svetlosti velikih dimenzija. Za mnoge svrhe, kružni ramovi, ili diskovi, mogu se držati pomoću stezaljke za sočiva, ili pomoću držača koji se mogu nabaviti u trgovinama (slika 408). Između diskova mogu da se postave sledeći materijali i ispituju pomoću svetlosti sijalice:

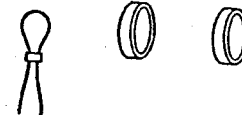
- (1) savijen i preklopljen celofan.
- (2) liskun.
- (3) rekristalizirani naftalin, na staklenoj ploči iz alkohola,
- (4) vinska kiselina, natrijum tiosulfat, ili kalijum hlorat, rekristalizovan iz vode,
- (5) plastični uređaji i modeli (češalj, četkica za zube, drška, plastično U, model mosta, itd.),
(Treba primeniti pritisak savijanjem, kompresijom, itd.)
- (6) Staklo pod pritiskom, ili staklo izloženo naprezanju zagrevanjem i hlađenjem.



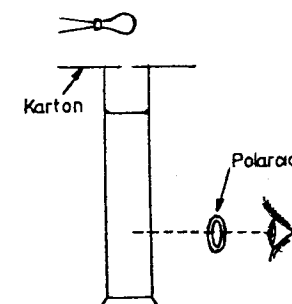
SI. 405.



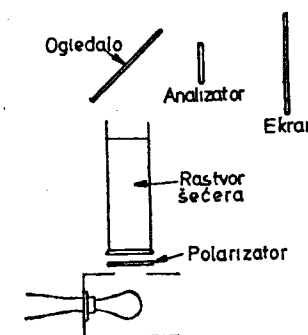
SI. 406.



SI. 408.



SI. 407.



SI. 409.

h-2. Proučite efekat rastvora šećera na polarizovanu svetlost (vidi stranu 73). Ako nemate pri ruci vertikalni projektor, kao osvetljivač možete upotrebiti kutiju u koju je ugrađena sijalica (slika 409). *Upozorenje:* polaroid ne treba pregrevati. Za kratke periode dovoljno je koristiti bistru staklenu ploču iznad sijalice.

h-3. Ispitajte nebo vršeci posmatranje kroz polaroidni disk u liniji koja stoji pod pravim uglom na liniju između posmatrača i Sunca. Rotirajte disk i uočite efekat [vidi (g)].

h-4. Upotrebite naočare sa polarizujućim filtrima, koji se mogu nabaviti u trgovinama. Uočite smanjenje bljeska od reflektujućih površina (metalni predmeti ili voda). Umesto naočara možete da upotrebite dva polaroidna diska.

Odbijanje svetlosti

1. Posuda za talasanje

Napravite reflektujuće trake od metala, nešto šire no što je dubina vode u posudi. Te trake savite u obliku konkavnog ogledala (konveksno koristeći suprotnu površinu), ravnog ogledala i nepravilne površine (slika 410). Svaku od ovih traka možete postaviti na ivicu, na jednom kraju posude. Proučite odbijanje talasa od svake od ovih površina.

2. Ravna ogledala

Upotrebite ravno ogledalo da utvrdite položaj lika pomoću geometrijske konstrukcije. Detalje pogledajte u laboratorijskom priručniku.

3. Konkavna ogledala

a. Upotrebite konkavno ogledalo da fokusirate zrake sunca na komad hartije, koju ćete držati samo malo zaklanjajući put svetlosti prema ogledalu. Ukoliko je ovo ogledalo dovoljno veliko, hartija se može ugljenisati ili zapaliti.

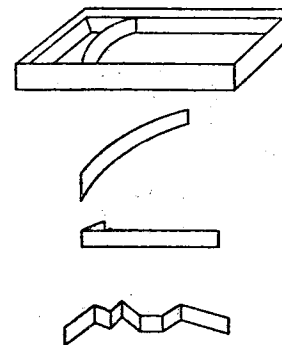
b. Utvrdite žižnu daljinu konkavnog ogledala fokusirajući lik udaljenog predmeta (drvo ili zgrada) na ekran kao u (a). Ogledalo i karton možete postaviti na optičku klupu (vidi stranu 408), a karton zaštititi od spoljne svetlosti.

c. Napravite kombinaciju predmeta i ekrana, pri čemu je predmet otvoreni krug sa oštrom strelom unutra, postavljenom na jednoj polovini kartona. Druga polovina je ekran (slika 411). Ovo, kao i konkavno ogledalo, postavite na metar. Predmet osvetlite otpozadi, sijalicom male snage (20 do 40 vati). Ogledalo podešavajte sve dok se lik ne pojavi na drugoj polovini ekrana. Razdaljina između ogledala i ekrana zabeležite i utvrdite odnos prema žižnoj daljini ogledala. Uočite da je razdaljina predmeta i razdaljina lika ista.

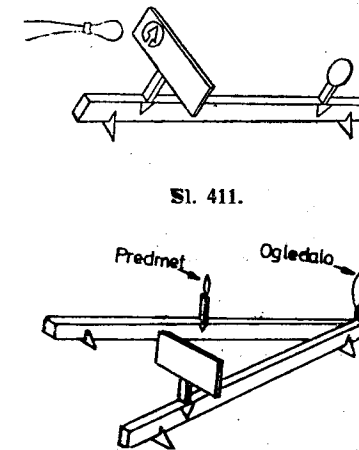
d. Upotrebite posebni ekran i uočite položaj i veličinu lika kada se razdaljina između predmeta i ogledala menja (slika 412). Kada predmet dolazi u žižnu tačku ogledala, stvarni lik iščezava, a kada se predmet približava još bliže ogledalu, uočićete pojavu imaginarnog lika iza ogledala. Utvrdite tačku posmatranja lika i postavite beleg iza ogledala, na prividnom položaju lika. Sa tačke posmatranja krećite glavu sa desna ulevo. Kada vam se učini da lik i predmet stoje zajedno iza ogledala, utvrdite položaj imaginarnog lika. Položaj se može utvrditi takođe grafičkim metodama i rezultate uporediti sa onima koji su dobijeni eksperimentalnom metodom.

e. Upotrebite automobilski far (uklonite njegov okvir), izvadite sijalicu i lepljivom trakom pričvrstite je na drvenu dršku (slika 413). Uklju-

čite sijalicu i krećite je duž optičke ose, približavajući je ogledalu i udaljavajući je od njega, proučavajući istovremeno odbijanje na ekranu. Kada osvetljena površina dostigne isti poprečni presek kao i kraj reflektora, utvrdite žižnu daljinu.



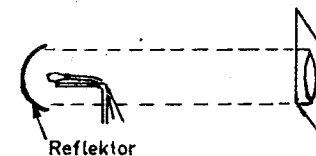
Sl. 410.



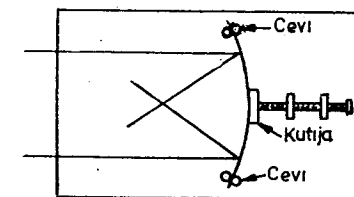
Sl. 411.

Sl. 412.

f. Demonstrirajte odnos krivine i žižne daljine pomoću elastičnog ogledala koje je cilindričnog tipa i napravljeno od elastičnog, visoko reflektivnog čeličnog lima. Pričvrstite ga za vertikalnu ploču pomoću dve male cevi na svakom kraju (slika 414). Zavarite malu kutiju za poledinu ogledala, a u kutiji, u njoj sredini, napravite rupu. Jedna šipka, sa pločom na jednom kraju, slobodno se okreće unutar kutije. Šipka ima narezanu lozu i stoji između dve vođice u tačkama A i B. Vođica u B je takođe sa



Sl. 413.



Sl. 414.

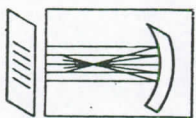
narezanom lozom tako da okretanje šipke menja krivinu ogledala. Paralelni zraci svetlosti ulaze sa leva i odbijaju se od zakrivljenog ogledala. Ploča je obojena belo, pa tako mogu da se vide zraci svetlosti koji padaju na nju.

g. Upotrebite relativno jaku sijalicu na razdaljini od nekoliko stopa od konkavnog (cilindričnog) ogledala. Karton, sa paralelnim prorezima, daje

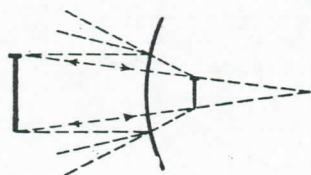
vam paralelne zrake koji se odbijaju (slika 415). List belog kartona tako je postavljen da zraci pokazuju njihov položaj tako što dotiču njenu površinu.

h. Pokažite sfernu aberaciju ogledala upoređujući efekte odbijanja od delova cilindra i od paraboličnih delova. Svetlosni zraci treba da budu paralelni. Zbog sferne aberacije sa cilindričnim delom ne može se pronaći prava žiža. Valja proučiti kakav ćete efekat izazvati kada pomoću maske presećete zrake od ivice ogledala, ostavljajući samo da se reflektuje centralni deo.

(Vidi stranu 324).



Sl. 415.



Sl. 416.

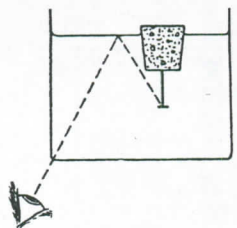
4. Konveksna ogledala

Postavite predmet, na primer iglu, pod pravim uglom preko optičke ose cilindričnog ogledala. Postavite pribadače iza ogledala, u položaju imaginarnog lika. Nacrtajte krivu liniju sledeći osnovicu ogledala, a od ovoga i položaja predmeta, pomoću geometrijske konstrukcije, utvrdite položaj imaginarnog lika. Rezultat uporedite sa eksperimentalnim podatkom (slika 416).

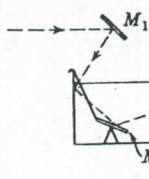
(Vidi stranu 193).

5. Totalno unutrašnje odbijanje

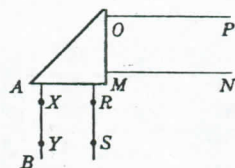
a. Demonstrirajte princip totalnog unutrašnjeg odbijanja pomoću dva paralelna ogledala koja se nalaze na razdaljini od oko jednog inča. Svetlost kroz prerez ulazi pod uglom na jednom, i odbija se na drugom kraju.



Sl. 417.



Sl. 418.



Sl. 419.

b-1. Sipajte nezatno sapunjavi rastvor u staklenu posudu sa ravnim dnom. Odbijena sunčeva svetlost ulazi odozdo. Menjajte ugao da pokažete kritični ugao izvan koga nikakva svetlost ne izlazi iz vode u vazduh.

b-2. Ukucajte mali ekser u uži kraj plutanog čepa. To postavite u vodu tako da je ekser okrenut na dole (slika 417). Posmatrano odozdo, refleksijom klin se vidi na površini vode. Čini se da on stoji uspravno.

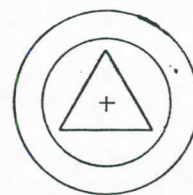
c. Odvojite dve staklene ploče, dva dijapozitiva ili dve mikroskopske ploče pomoću dve trake hartije na krajevima. Ivice zalepite vodonepropustljivim lepkom. Kada ploče potopite u vodu i okrećete da bi dobili odgovarajući ugao sa upadnim zrakom svetlosti, one pokazuju totalno unutrašnje odbijanje.

d. Pričvrstite dršku za ogledalo i ovo postavite u tački M_2 . Ogledalo M_1 je utvrđeno. Svetlost se reflektuje u rezervoar sa vodom, koji je prevučen fluoresceinom (slika 418). Menjajući položaj M_2 , uočite i refrakciju i totalno unutrašnje odbijanje (refleksiju).

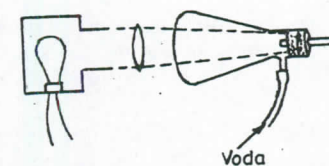
e-1. Nacrtajte dve linije, upravno na površini pravougule prizme (slika 419). Duž linije AB postavljeni su klinovi u tačkama XY. Položaj ova dva klina utvrđen je na osnovu njihove refleksije duž MN. Postavite pravougli lenjir i ucrtajte MN. Sada dva klina postavite u RS. Put lika OP utvrdite na odgovarajući način. Uočite položaje dva zraka koji će se pojaviti.

e-2. Ispitajte prizmatične naočare da utvrdite put svetlosnih zrakova.

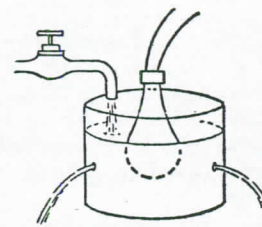
f. Upotrebite trougaonu prizmu sa približnim poprečnim presekom pokazanog trougla (slika 420) i dužine oko 8 inča. Prizmu postavite na trougao. Kada posmatrač gleda dole kroz prizmu, pozitivni znak može se videti direktno kroz staklo, a njegova slika je vidljiva u nekoliko drugih položaja zbog totalne unutrašnje refleksije. Krugovi se ne vide.



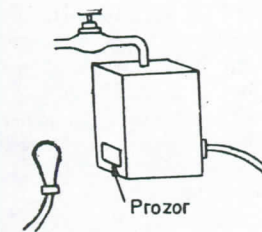
Sl. 420.



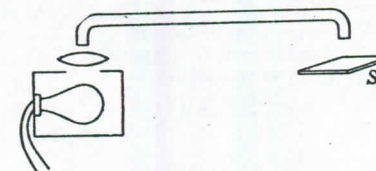
Sl. 421.



Sl. 422.



Sl. 423.



Sl. 424.

g-1. Postavite jednu Erlenmajerovu usisnu bocu, sa čepom sa jednim otvorom i staklenom cevi, tako da je svetlost sijalice pomoću sočiva fokusirana na mlaz vode koja ističe (slika 421). Zbog unutrašnje refleksije, svetlost sledi vodu. Da biste uočili efekat, treba da postavite prepreku na mlaz.

g-2. Upotrebite pravougaonu metalnu kantu, sa staklenim prozorom i ispuštom (slika 422). Prozor je pravougaoni otvor pokriven staklom, koje drže metalne trake koje su na svoje mesto pričvršćene zavrtnjima i zaptivene vodonepropustljivim lepilom.

g-3. Postavite kolor-filtre na puteve svetlosti u blizini sijalice u (g-1) i (g-2) i uočite efekat.

g-4. Potopite sijalicu u posudu sa vodom. Posuda ima tri-četiri otvora u zidovima (slika 423). Dok voda ističe iz ovih otvora, izvucite sijalicu. Iz slavine dopunite vodu.

h-1. Osvetlite komad krive staklene šipke (prečnika približno 8 mm) pomoću sijalice, pri čemu sočivo fokusira svetlost na kvadratne, polirane krajeve (slika 424). Osvetljeni predmeti su postavljeni u S.

h-2. Umesto staklenih šipki upotrebite šipke od kvarca ili od plastične mase.

Prelamanje svetlosti

1. Mehanički analozi

Upotrebite posudu za talasanje (vidi stranu 307) u koju ste potopili staklenu ploču, čija je debljina približno jednaka polovini dubine vode. Valja uočiti efekat ploče u promeni smeru talasa. Staklena ploča, izrezana u obliku centralnog dela sočiva, pokazuje efekat sočiva u svetlosti koja se prelama.

Vidi stranu 196.

2. Prelamanje raznih materijala

a. Upotrebite optički disk da biste pokazali prelamanje sa jednim, ili više njegovih pomoćnih staklenih komada (vidi stranu 311). Pričvrstite jedan komad sa paralelnim površinama. Upotrebom paralelnih zarezova, putevi zrakova prate se kroz staklo.

b. Na komadu hartije povucite liniju dužine tri ili četiri inča. Stavite pravougaonu prizmu na liniju čiji se krajevi prostiru van svake stranice prizme. Oblik linije posmatrajte odozgo, kako direktnim posmatranjem hartije, tako i kroz prizmu. Uočite da ćete videti izlomljenu liniju kada je posmatrate iz svih položaja, izuzev normalnog.

c. Stavite trouglastu prizmu na kraj. Nacrtajte liniju u položaju A—B i postavite dve pribadače na liniju (slika 425). Posmatrač u tački P kreće se sve dok se slike pribadače ne poklope. Postavite prav lenjir u odgovarajući položaj i konstruišite liniju. Operaciju ponovite za paralelnu liniju C—D. Sklonite prizmu i završite linije. Na ovaj način pokazaćete puni put svetlosti.

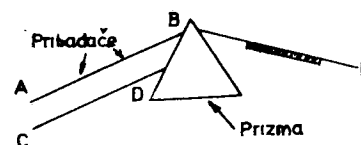
d. Postavite ogledalo licem na dno staklene posude sa vodom, u koju ste stavili fluorescein ili mlečni sapunjavi rastvor. Traka svetlosti koja ulazi u vodu odozgo pokazuje prelamanje prilikom ulaska i izlaska iz vode.

e-1. Hlorobenzin ima približno isti indeks prelamanja kao staklo. Staklena cev potopljena u ovu tečnost izgleda kao da iščezava zbog ove karakteristike.

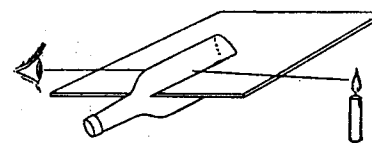
e-2. Eksperimentalnu epruvetu, koja ima čep sa jednom rupom u kojoj se nalazi staklena šipka do polovine dužine cevi (slika 426) napunite hlorobenzinom do polovine. Ako cev okrenete, učiniće vam se da šipka prividno iščezava.

f. Isecite komad teškog papira ili kartona tako da se mali deo boce projektuje iznad (slika 427). Karton predstavlja horizont. Sveća postavljena ispod horizonta može se videti zbog prelamanja koje uzrokuje staklo, što pokazuje način na koji se slika Sunca može videti pošto je Sunce sišlo ispod horizonta.

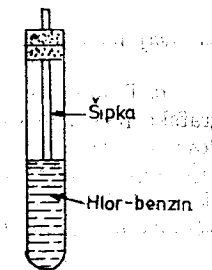
g. Demonstrirajte prelamanje izazvano promenom gustine vazduha i vode, koji dolaze u dodir sa vrelom površinom. Posmatrač treba da usmeri svoj pogled preko vrelog predmeta u neku tačku iza.



Sl. 425.



Sl. 427.



Sl. 426.

h. Proučite efekat sredine na žižnu daljinu tako što ćete potapati sočiva u različite materijale. Žižna daljina sočiva je utvrđena na vazduhu (bolje je pri tome upotrebiti sočivo sa malom žižnom daljinom), a sočivo se potom potopi u vodu, pomešanu sa fluoresceinom. Uočite povećanje žižne daljine.

3. Indeks prelamanja

a. Utvrdite indeks prelamanja vode stavljajući lenjir u tečnost tako da se kraj lenjira oslanja na dno posude (slika 428). Posuda treba da ima vertikalne zidove. Drugi lenjir postavite duž zida posude tako da se čini da se donji kraj nalazi na istom nivou. Ovu razdaljinu zabeležite i deljenjem stvarne dubine prividnom dubinom, utvrdite indeks prelamanja.

b. Utvrdite indeks prelamanja vode ili druge tečnosti upotrebom dugog klina (igla za pletenje ili komad žice) koji je provučen kroz plutani čep. Čep pluta na površini vode (slika 429). Posmatrač pogledom traži donji

deo klina, koji se ne vidi sve dok ga ne ugleda na površini vode. Zatim izmerite razdaljine X i Y. Ugao R je kritični ugao.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{indeks prelamanja}$$

Ako je $i = 90$ stepeni, $\sin i = 1$

Onda imamo:

$$\frac{1}{\sin r} = \text{indeks prelamanja}$$

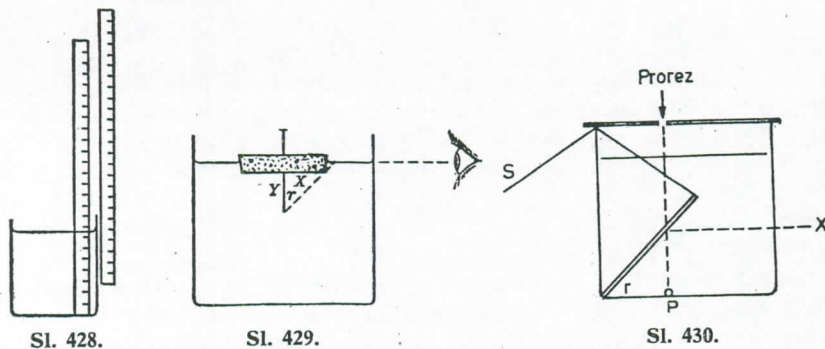
ili

$$\text{csr } r = \text{indeks prelamanja}$$

$$\text{csr } r = \frac{X^2 + Y^2}{X}$$

na ovaj način, iz X i Y može se izračunati indeks prelamanja.

c. Pomoću traka hartije na krajevima držite odvojene dve stare foto-grafske ploče, ili dve staklene ploče (približnih dimenzija 3 inča \times 4 inča). Pomoću pečatnog voska ili drugog nerastvorljivog materijala, u tom položaju zapečatite komade stakla. Potopite ovako spojene ploče u akumulatorsku posudu sa tečnošću kao što je voda i držite je pomoću konca S pod određenim uglom (slika 430). Pribadača P pričvršćena je za dno pomoću



woska, paralelno i direktno ispod preseka u poklopcu od kartona. Ploču spuštajte sve dok slika posmatranog predmeta kroz presek ne iščezne. Izmerite ugao r pomoću protraktora. To je kritični ugao za tu površinu. Predmet se sada može videti odbijen pomoću ogledala iz položaja X.

d. Poslužite se postupcima datim na strani 197 (slika 154). Izmerite uglove ABE i FBC.

$$\frac{\sin ABE}{\sin FBC} = \text{indeks prelamanja}$$

Opšte karakteristike sočiva

1. Mračna komora

Napravite mračnu komoru sa nekoliko bliskih rupica napravljenih pomoću čiode. Rezultat je umnožavanje broja likova na ekranu.

Vidi stranu 197.

2. Žižna daljina sočiva

a. Upotrebite konveksno sočivo prečnika 2 do 4 inča kao lupu. Prvo utvrdite njegovu žižnu daljinu. Postavite ga zatim dovoljno blizu novinske hartije tako da su slova dobro vidljiva. Uočite veličinu i položaj lika i razdaljinu od hartije uporedite sa žižnom daljinom.

b. Utvrdite žižnu daljinu dvostruko konveksnog sočiva. Detalje o ovoj naći ćete u laboratorijskom priručniku.

c. Postavite konkavno sočivo na optičku klupu sa predmetom i ekranom. Menjajte položaj predmeta i sočiva, ili samo sočiva u odnosu na ekran, s željom da fokusirate lik na ekran. To je nemoguće, ali se ekran može ukloniti i imaginarni lik predmeta proučavati sa stanovišta njegove razdaljine, veličine i položaja.

d. Jedan oblik koji kombinuje konveksno i konkavno sočivo jeste nepotpuno napunjeno vodeno sočivo sa prilično velikim vazдушnim mehurom unutra (vidi stranu 198). Kada je sočivo postavljeno ravno na sto dobija se ekvivalent konkavnog sočiva, okruženom konveksnim sočivima. Kada se drži iznad štampane stranice, povećani lik materijala okružuje udaljeni lik onoga što se nalazi u njegovom središtu.

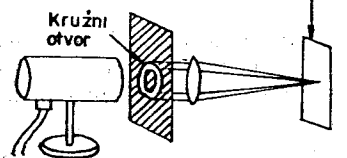
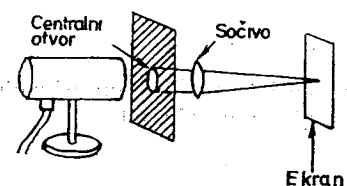
3. Sferna i hromatska aberacija

a-1. Pomoću optičkog diska pokažite sfernu aberaciju. Upotrebite plankonveksno, ili, još bolje, dvostruko konveksno sočivo, gde paralelni zraci pokazuju prelamanje. Zahvaljujući sfernoj prirodi površine prelamanje je veće za spoljne, nego li za centralne zrake; žižna tačka spoljnog zraka bliža je sočivu, nego žižna tačka centralnog zraka.

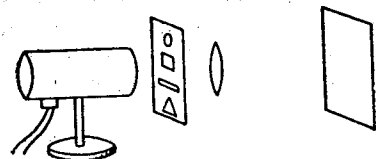
a-2. Jedno veliko, debelo sferno sočivo (najbolje plankonveksno) opremljeno je različitim dijafragmama, od kojih jedna ima otvor koji dozvoljava svetlosti da prođe samo kroz centralni deo sočiva, druga otvor koji dozvoljava samo da prođe prstenasti zrak u blizini ivice. Žižna tačka ovog drugog bliža je sočivu nego žižna tačka prvog (slika 431). To se može učiniti vidljivim pomoću optičke dimne kutije (vidi stranu 312), ili pomoću ekrana na koji se svetlost fokusira. Sa velikim povećanjem (svetlosni izvor postavljen

nešto iza glavne žiže), može se postići da razlika položaja žižnih tačaka centralnog i prstenastog zraka bude prilično velika.

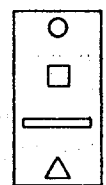
a-3. Upotrebite sočivo kao u (a-2) sa maskom, koja ima otvore različitih oblika, postavljene ekvidistantno (slika 432). Upotrebljena svetlost treba da je što je moguće više paralelna. Stavite masku između jedne i druge žiže sočiva (slika 433). Kada je ekran postavljen iza glavne žiže so-



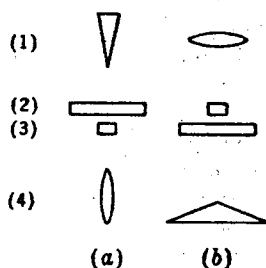
Sl. 431.



Sl. 433.



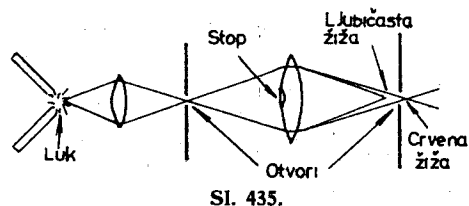
Sl. 432.



Sl. 434.

čiva, likovi se nalaze u obrnutom redu i dva centralna lika (2 i 3) odvojena su manjom razdaljinom nego spoljni likovi (3 i 4 i 1 i 2) (slika 434a). Likovi 1 i 4 su vertikalno izduženi. Kada se ekran nalazi u žiži centralnog dela sočiva, likovi su manje-više normalni. Kada se ekran nalazi između sočiva i žiže, izduženje likova 1 i 4 je u horizontalnoj ravni (slika 434b). (Likovi 2 i 3 su relativno više odvojeni no što crtež pokazuje.)

b-1. Posmatrajte hromatsku aberaciju u žiži lika formiranog pomoću nekorigovanog konvergirajućeg sočiva, ispitujući obris, ili ivicu lika u pogledu boja koje su stvorene zahvaljujući razlici u indeksu prelamanja raznih boja.



Sl. 435.

b-2. Pomoću prstenaste dijafragme upotrebljene u (a-2) prsten svetlosti je „porubljen” bojom.

b-3. Koncentrišite svetlost luka na karton sa rupom napravljenom pomoću pribadače, koji služi kao izvor za nekorigovano sočivo, na razdaljini od dve žižne daljine od sočiva (slika 435). Pričvrstite zatvarač (disk od hartije) za sočivo tako da se nalazi na putu centralnih zraka. Svaka elementarna (sastavna) boja fokusirana je u svoju sopstvenu, odgovarajuću žižnu tačku. Drugi karton sa istom takvom rupom postavite tako da se nalazi na putu svetlosti u oblasti žiže. Svetlost koja prolazi kroz otvor je bela svetlost, bez boja čije su talasne dužine veće od onih koje odgovaraju položaju drugog kartona sa otvorom. Kako se karton približava sočivu zrak koji prolazi sve više postaje jednobojan (ljubičast).

b-4. Ispitajte ahromatsko sočivo, najbolje ono sa elementima koji se mogu odvajati. Ako je odvajanje moguće, ispitajte dvostruko konveksni element u pogledu hromatske aberacije kao u (b-1) i uočite efekat dodavanja korigujućeg sočiva. Uočite prateću promenu žižne daljine.

Upozorenje: sa ahromatskim sočivima, kao i sa ostalim precizno napravljenim optičkim instrumentima, kao što su prizme, treba pažljivo postupati i držati ih samo za ivice ili površine koje se ne upotrebljavaju u eksperimentalnom radu.

Optički instrumenti

1. Jednostavni mikroskopi

Upotrebite jednostavni mikroskop. Držite dvostruko konveksno sočivo, (ili plankonveksno sočivo) (po mogućstvu žižne daljine 2 do 8 cm, što je bliže moguće oku) (slika 436). Postavite predmet, na primer karton, sa štampanim materijalom, neposredno u žižu sočiva (prethodno utvrđenu). Uočićete da je imaginarni lik na otprilike 25 cm za najveći broj osoba (razdaljina najjasnijeg vida). Uveličavajuća moć prostog sočiva je $25/f$, gde je f njegova žižna daljina u santimetrima.

Vidi stranu 199.

2. Kamera

a. Upotrebite relativno jednostavnu kameru. Utvrdite žižnu daljinu sočiva i dovedite u vezu ovu veličinu sa strukturom kamere, što će reći sa razdaljinom između sočiva i filma, uređajima za fokusiranje itd.

b. Držite komad brušenog stakla ili komad hartije na mestu filma. Otvorite zastor kamere i proučite veličinu i položaj lika.

c. Utvrdite odnos žižne daljine sočiva prema prečniku upotrebljenog dela sočiva. Otvor blende može se meriti za dati položaj ($f/6,3$; $f/4,5$; itd.). Količnik žižne daljine i ovog prečnika treba da bude (f) — broj za taj položaj.

d. Proučite birač za izostravanje slike kamere, odredite žižne daljine sočiva, i utvrdite položaj birača za ove žižne daljine.

3. Projektori

a. Upotrebite optički sistem dijaprojektora koji je opisan na strani 71. Utvrdite žižnu daljinu projekcionog sočiva i dovedite u vezu razdaljine predmeta lika sa žižnom daljinom, koristeći formulu za sočiva.

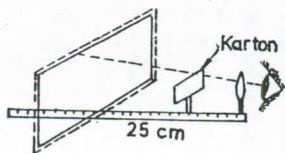
b. Proučite projekciona sočiva projektoru od 8 mm, 16 mm i 35 mm, slično proučavanju sočiva koje smo opisali u (a).

c. Uklonite kondenzujuća sočiva u projektorima za dijapozitive, filmske ploče i filmske trake: utvrdite njihove žižne daljine; proučite njihov položaj u odnosu na njihovu funkciju koncentrisanja svetlosti na predmet.

d. Improvizujte projektor upotrebljavajući iluminator opisan na strani 193, dijapozitiv i konveksno sočivo žižne daljine 6 inča.

4. Teleskopi, pozorišni durbini i prizmatične naočari

a-1. Napravite refraktujući teleskop (astronomski) upotrebljavajući jedno sočivo sa relativno velikom žižnom daljinom (oko 50 cm) i drugo sa relativno malom žižnom daljinom (oko 5 cm). Postavite ih na optičku klupu tako da im je razdaljina nešto veća od zbira njihovih žižnih daljina (slika 437). Realni lik formira se u X, neposredno izvan glavne žiže sočiva objektiv. Lik se posmatra pomoću okulara koji se neznatno podešava dok se ne dobije jasni lik (realni lik u X je veoma blizu svojoj žiži). Karton postavljen u X kao ekran pokazuje izvrnuti lik pre no što je ovaj uhvaćen okularom. Razdaljina između dva sočiva podešava se za predmete na različitim udaljenjima. Moć povećanja je data količnikom žižne daljine okulara. Ovo se može proveriti posmatranjem metra na izvesnoj razdaljini i upoređenjem skale posmatrane kroz teleskop, sa skalom posmatranom golim okom.

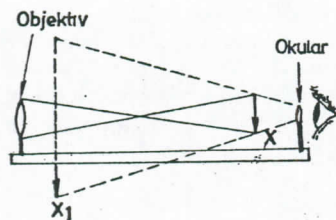


Sl. 436.

a-2. Napravite relativno stalni mikroskop tako što ćete postaviti sočiva u bešavne cevi, pri čemu jedna cev upravo ulazi u drugu. Sočiva možete da učvrstite na određena mesta pomoću gumirane hartije ili selotejpa.

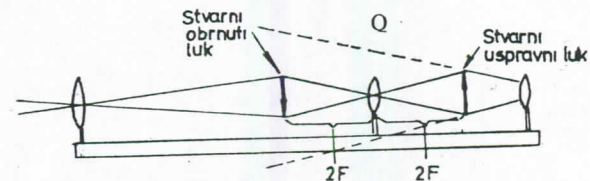
a-3. Pretvorite astronomski teleskop [vidi (a-1)] u zemaljski teleskop, ubacujući jedno konveksno sočivo da vam obezbedi prvobitno izvrtanje. Jedno sočivo žižne daljine od 5 do 10 cm postavljeno je u Q (slika 438), a na dve žižne daljine od realnog, izvrnuti lik. To stvara realni uspravni lik koji se može posmatrati pomoću okulara kao u (a-1).

b. Demonstrirajte reflektujući teleskop pomoću konkavnog ogledala prečnika 3 ili više inča i žižne daljine do dve ili više stopa. Okular je dvo-



Sl. 437.

struko konveksno sočivo žižne daljine 1 do 2 inča (L na slici 149). Jedno ogledalo dobrog kvaliteta, kao što je, na primer, pravouglata staklena prizma, postavljena je u M da bi se uklonio posmatrač sa puta svetlosti u konkavno ogledalo. Lik koji daje konkavno ogledalo fokusira se na karton. Približite okular, koji držite blizu oku, tako da posmatrate lik.

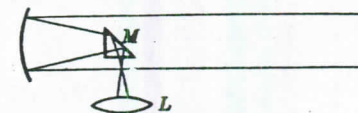


Sl. 438.

c. U trgovinama možete nabaviti komercijalno proizvedene reflektujuće teleskope za laboratorijsku upotrebu.

d. Proučite astronomske teleskope u laboratoriji.

e. Ispitajte pozorišni durbin. Proučite konkavno i konveksno sočivo u odnosu na njihovu žižnu daljinu, njihov međusobni položaj i neutrališući efekat konkavnih sočiva na sočiva oka. Uočite malo vidno polje.



Sl. 439.

f. Ispitajte sistem sočiva i reflektujućih prizmatičnih naočara da bi uočili kombinaciju principa teleskopskog i binokularnog gledanja i primenu totalne unutrašnje refleksije jer ona daje razdaljinu između sočiva i ponovo izvrće lik.

5. Složeni mikroskop

a-1. Stavite jedno sočivo relativno male žižne daljine (1 do 3 inča) na nešto veću razdaljinu od njegove žižne daljine prema osvetljenom predmetu. Fokusirajte lik na ekran. Okular (žižne daljine 5 do 10 cm) postavljen je tako da, kada sasvim približite oko sočivu, jasno možete da vidite zrak na ekranu (sa strane okulara). Rastojanje od predmeta do objektiv (D₀), od objektiv do ekrana (D₁) i od ekrana do okulara treba pribelježiti, uklonite ekran i posmatrajte imaginarni lik (možda ćete morati neznatno da podesite karton). Moć povećanja sočiva objektiv je D₁/D₀. Moć povećanja okulara je 25/f, gde je f njegova žižna daljina. Proizvod dveju moći povećanja je uveličanje stvoreno složenim mikroskopom, što će reći

$$\frac{D_1}{D_0} \times \frac{25}{f}$$

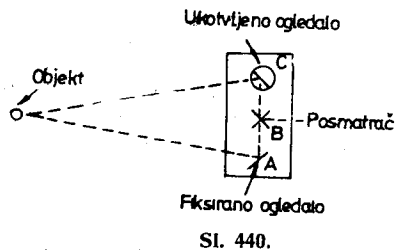
a-2. Postavite sočiva u (1) vertikalno, sa objektivom iznad predmeta nešto više no što je njegova žižna daljina. Posmatrajte uveličanje raznih malih predmeta (materijala).

b-1. Proučite komercijalno proizvedeni složeni mikroskop. Proučite njegovu sočiva i izračunajte njegovu povećanje.

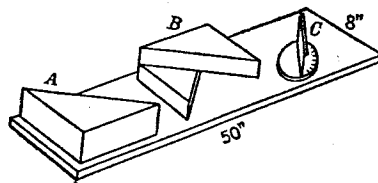
b-2. Nabavite sheme mikroskopa, koje pokazuju konstrukciju i rad komercijalno proizvedenih mikroskopa.

6. Optički daljinomer (telemetar)

Postavite dva ogledala (2 inča \times 8 inča) jedno iznad drugog, na trouglasta postolja, međusobno pod pravim uglom na drvenoj osnovi (slika 440). Jedno stalno ogledalo (4 inča \times 8 inča) u tački A (slika 441) nalazi se pod uglom od 45 stepeni u odnosu na liniju koja prolazi kroz centar gornjeg ogledala, tako da je paralelno sa gornjom polovinom drugog dela aparature. Drugo ogledalo (4 inča \times 8 inča) nalazi se na kružnom postolju u tački C (slika 440), postavljeno na osovinu u središtu. Svetlost od predmeta, koji se nalazi u tački O, reflektuje se duž dva puta, jedan čini refleksija od stalnog ogledala u tački A, a drugi refleksija od ogledala koje je stavljeno na osovinu koja se obrće, sve dok lik na gornjem ogledalu ne postane jednak liku u donjem ogledalu u tački B. Razdaljina se utvrđuje očitavanjem sa skale kod ogledala koje se nalazi na osovinu. Skala je pričvršćena za osnovicu. Kazaljka pričvršćena za okruglo postolje pokazuje koliko okretanje treba izvršiti da bi se poklopila dva polulika. Skala se može eksperimentalno kalibrisati; posmatraju se razni predmeti, njihove razdaljine se mere i odgovarajuća očitavanja unose na skalu.



SI. 440.



SI. 441.

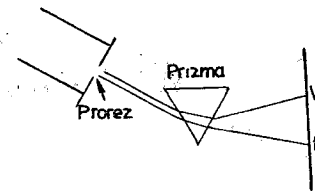
Boja

1. Stvaranje obojene svetlosti

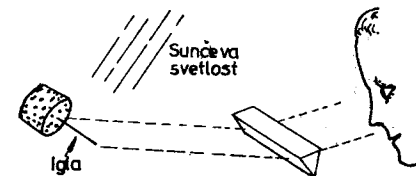
a-1. Pokažite disperziju bele svetlosti pomoću staklene prizme, upotrebom preseka (širine 2 do 5 cm) kroz koji prolazi svetlost Sunca, luka, ili snažne, sijalice sa vlaknom. Prizma se okreće sve dok se ne dobije najbolja slika spektra na ekranu (slika 442).

a-2. Šuplja staklena prizma, koja se može napuniti vodom ili drugom tečnošću (kao što je ugljen disulfid) može se nabaviti u trgovini, ili se može napraviti. Upotrebite tri staklena poklopca koristeći dijapozitive (ili druge komade stakla slične veličine, $3\frac{1}{4}$ inča \times 4 inča) kao stranice prizme. Isecite osnovicu od metalnog lima dužine $3\frac{1}{4}$ inča po svakoj ivici, ostavljajući

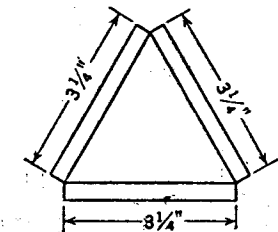
jući jedan deo lima van trougla, koji se može savijati. Te delove, otprilike $\frac{1}{4}$ inča širine, savijte (slika 443). Staklene zidove postavite na odgovarajuće mesto unutar ovih savijenih delova i zapečatite ih pečatnim voskom ili dekotinskijevim leplilom duž osnovice i na spojevima između zidova. Gornji deo napravljen je kao i osnovica, ali ima na sebi otvor prečnika $\frac{3}{8}$ inča. Ovakva prizma može se zatvoriti i držati u raznim položajima, da bi se mogla upotrebiti kao što je opisano u (a-1).



SI. 442.



SI. 444.



SI. 443.

a-3. Propustite svetlost izvora, kao što su oni pobrojani (a-1), kroz pravougaonu staklenu posudu sa vodom. Svetlost prolazi kroz nju pod takvim uglom da trouglasti deo vode služi kao prizma.

a-4. Postavite finu, čistu iglu u položaj paralelan ivici staklene prizme (slika 444). Nju osvetljava Sunce, ili druga jarka svetlost. Podešavajući položaj prizme i oka, i razdaljinu od oka do prizme, videćete dobar spektar.

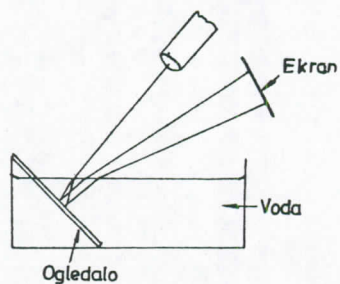
a-5. Napravite vodenu prizmu postavljajući ogledalo u posudu sa vodom i naslanjajući ga na ivicu posude. Svetlost se reflektuje od ogledala i prelama na površini, dok se spektar formira na ekranu (slika 445).

b-1. Proučite spektar stvoren disperzijom sunčeve svetlosti u mlazu raspršivača vode. Podesite raspršivač tako da dobijete maksimalno raspršivanje. Eksperiment treba vršiti ujutro ili popodne i to tako da se posmatrač leđima okrene Suncu. Ako budete pažljivo postupali, možete videti dve duge. Valja uočiti red boja u svakoj od njih.

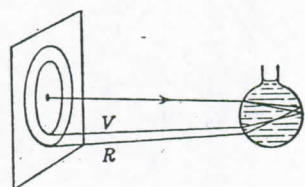
b-2. Demonstrirajte spektar pomoću dobro ohlađene (na primer u frižideru) staklene ploče i zapaljene sveće, koju ćete postaviti na razdaljinu od nekoliko stopa od stakla. Učinite tako da se para prikuplja na staklu (od daha ili od obližnje posude sa vrelom vodom). Posmatrač gleda sveću kroz staklo. Videćete „dugu“.

b-3. Ispunite sfernu kuglu (prečnika 2 do 8 inča) vodom, tako da vam predstavlja kap vode. Postavite je tako da se zrak jarke svetlosti, koji

ulazi kroz rupu u središtu ekrana, prelama i odbija od „vodene kapi”. Dobićete spektar (slika 446). Proučite efekat svake od površina i uočite red boja.



Sl. 445.



Sl. 446.

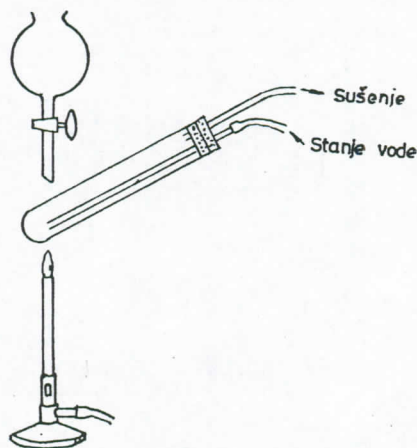
c-1. Upotrebite plamen da biste stvorili boje, zagrevajući soli različitih metala (ili njihove rastvore) u plamenu koji je što je moguće više bezbojan. Omogućite da rastvor soli ističe iz birete ili separatorskog levka na eksperimentalnu epruvetu, koju hladi tekuća voda (slika 447). Tečnost teče u bezbojni plamen i isparava, i stvaraju se karakteristične boje metala (uglavnom, boja plamena, koja je rezultat nesagorenog ugljenika, može se otkloniti povećanjem priticanja vazduha mešavini). Soli metala (hloridi ili nitrati) daju sledeće boje:

natrijum	žuta
kalcijum	narandžastožuta
stroncijum	crvena (sjajno)
barijum	zelena

c-2. Impregnirajte komad plovućca jednim od rastvora pomenutih u (c-1) i držite ga pomoću platinske žice u bezbojnom plamenu. Dati komad plovućca treba da se upotrebi samo za jednu boju.

c-3. Potopite platinsku žicu dužine 2 inča, koja je na jednom kraju stavljena u začepljenu staklenu cev, u jedan od rastvora pomenutih u (c-1), i držite je u bezbojnom plamenu. Boja nije tako intenzivna kao boje stvorene u (c-1) i (c-2) i, uglavnom, ne traje toliko dugo.

c-4. Obmotajte traku azbestnog platna (2 inča \times 3 inča) oko gornjeg kraja plamenika gorionika, tako da se platno prostire $\frac{1}{2}$ inča preko kraja.



Sl. 447.

Pomoću kratkog komada žice obmotane oko azbesta, ova azbestna cev stoji na svom mestu. Potopite azbest u jedan od rastvora soli pomenutih u (c-1) i osušite ga. Zapalite gas da biste dobili obojeni plamen.

c-5. Stavite 5 do 10 grama jedne od soli iz (c-1) u sud za topljenje i dodajte 10 mililitara etil alkohola. Izmešajte. Kada zapalite alkohol, dobićete obojeni plamen.

c-6. Postavite kristale kamene soli (koja se prodaje pod imenom soli za sladoled) na roštilj ili na Fišerov gorionik i grejte ih u plamenu plamenika.

d-1. Stvorite žutu karakteristiku natrijumovog plamena držeći komad staklene cevi ili šipke u bezbojnom plamenu nekoliko minuta, dok se staklo potpuno ne zagreje.

d-2. Da dobijete karakterističnu žutu boju upotrebite lampu sa parom natrijuma koja se može nabaviti u trgovini.

e. Neonske i argonske sijalice daju obojenu svetlost koja može da se upotrebi kao izvor, ali zbog relativno slabog intenziteta svetlosti, one nisu zadovoljavajuće. Ovo, uglavnom, važi takođe i za spektralne cevi različitih elemenata.

f-1. Upotrebite razne filtre. Uobičajeni izvor je sijalica napravljena od obojenog stakla za upotrebu na pozornicama, krilnim reflektorima, itd. Uglavnom, ove sijalice se napajaju naizmjeničnom strujom od 110 volti.

f-2. Upotrebite obojeni list želatina, kao što je onaj koji se upotrebljava za osvetljavanje pozornice. Najpogodnije je postaviti ga između dva staklena poklopca dijapozitiva. To zatim stavite u projektor i uključite ga.

f-3. Upotrebite obojeni celofan slično želatinu u (f-2). Možda ćete morati da stavite zajedno nekoliko listova da bi se obezbedio željeni efekat.

f-4. Upotrebite komercijalno proizvedene filtre kao što su Vreten, br. A (žut), br. B (zeleno), br. C (plavo i ljubičasto) i br. G (crveno). Kao izvor treba upotrebiti luk.

f-5. Upotrebite filtre kao što je „rubinska” svetlost (koji se upotrebljavaju u fotografskim mračnim komorama) i kobaltno staklo (koje se koristi u kvalitativnoj analizi u hemiji).

f-6. U trgovini možete nabaviti dijapozitive koji pokazuje efekte kombinovanja boja.

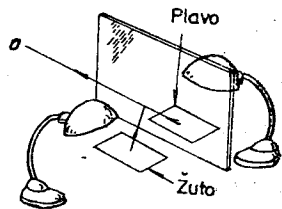
2. Mešanje i slaganje boja

a-1. Pomešajte boje tako što ćete postaviti zapaljenu crvenu i zelenu sijalicu (ili sijalice drugih boja) na razdaljini od 2 stope i na 3 inča iznad stola. Jedan list bele hartije leži na stolu između njih. Uočite boju u blizini svake sijalice, a takođe i u centralnom delu hartije. Možete dodati i jednu plavu sijalicu i tako uočiti efekat.

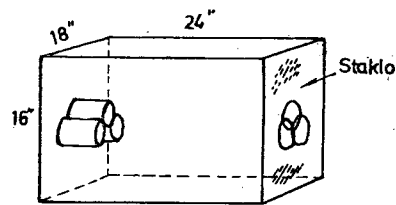
a-2. Pomešajte boje propuštanjem ili delimičnom refleksijom od ploče od bistrog stakla (približno 10 inča \times 12 inča). U odgovarajuće položaje, na obe strane stakla, postavite listove svetloplavog i žutog papira (ili neke druge boje). Svaki od ovih osvetlite zasenčenom sijalicom. Posmatrač u tački O uočava efekte mešanja (slika 448).

b. Blago uskomešajte površinu vode koju ste upotrebili za dobijanje spektra (strana 330). Boje se rekombinuju i stvaraju belu svetlost.

c-1. Izmešajte boje upotrebljavajući kutiju, čija je jedna stranica od nagriženog (ecovanog) ili neprozirnog stakla (slika 449). U cilindričnu posudu postavite crvenu, plavu i zelenu sijalicu (100 vati) tako da možete da usmerite zrak na ekran. Kutije postavite i podesite tako da svaki zrak prekriva druga dva zraka. Svaka od sijalica postavljena je na poseban uređaj za usmeravanje; na ovaj način boje se mešaju po želji. Jedan reostatski upravljač i spoljna vodeća svetlost (10 vati) mogu da se vežu u seriju radi kontrole intenziteta i da bi se pokazalo kakvi su relativni intenziteti.



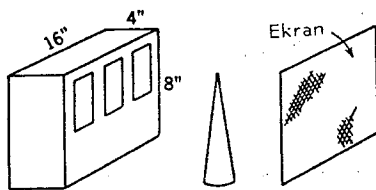
SI. 448.



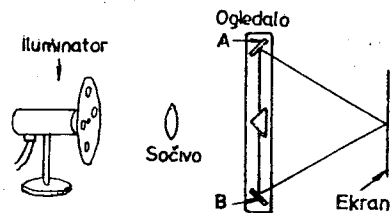
SI. 449.

c-2. Nabavite drvenu kutiju sa tri prozora (2 inča \times 3 inča) preko kojih ćete postaviti filtre od crvenog, plavog, odnosno zelenog želatina (ili celofana). Stavite snažnu sijalicu (sa posebnim prekidačem) iza svakog od ovih prozora. Ispred toga postavite konus ili cilindar (visine 6 inča, prečnika osnovice 3 inča). Konus i ekran podesite tako da se svetlosti iz raznih izvora preklapaju (slika 450).

c-3. Napravite disk za boje sa dva filtra od crvenog i zelenog želatina, koji su postavljeni jedan naspram drugog (slika 451). Prečnik diska je približno 3 inča. Za središte postolja ogledala spojite dva ogledala pod pravim uglom. Ogledala u tačkama A i B takođe su postavljena vertikalno, pričvršćena krajevima za osovine, tako da se mogu okretati. Ogledala imaju stranicu dužine oko 3 inča. Sočivo fokusira svetlost iz filtera (snažno osvetljenih) na ekran. Okrećući ogledala, možete postići da se boje preklapaju. Disk možete opremiti i drugim bojama.



SI. 450.



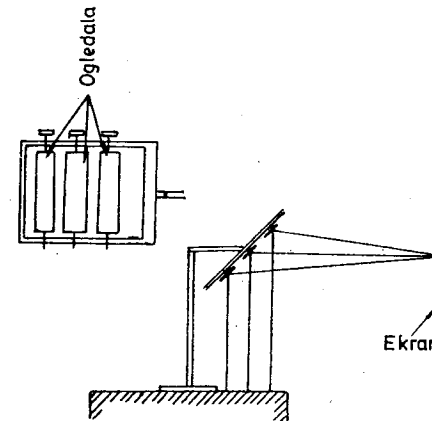
SI. 451.

bližno 3 inča. Za središte postolja ogledala spojite dva ogledala pod pravim uglom. Ogledala u tačkama A i B takođe su postavljena vertikalno, pričvršćena krajevima za osovine, tako da se mogu okretati. Ogledala imaju stranicu dužine oko 3 inča. Sočivo fokusira svetlost iz filtera (snažno osvetljenih) na ekran. Okrećući ogledala, možete postići da se boje preklapaju. Disk možete opremiti i drugim bojama.

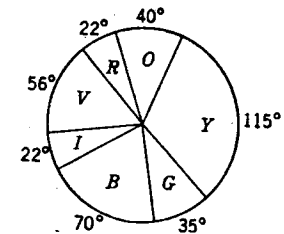
c-4. Opremite vertikalni projektor (vidi stranu 71) sa tri ogledala koja se posebno mogu podešavati (slika 452). Svako ogledalo prevučeno je slojem obojenog želatina da bi se dobila određena boja na ekranu. Menjajući položaje ogledala, boje se mogu mešati u raznim kombinacijama.

d-1. Boje se mešaju dolaskom u oko niza uzastopnih impulsa, koji potiču od raznih izvora, kao što je disk za boje. Disk ima sektore boja spektra (slika 453). Njegov prečnik je 10 do 12 inča. Sektori se mogu iseći iz obojene hartije, koja će se potom zalepiti na disk od kartona, ili možete upotrebiti vodene bojice da direktno nanese boje na karton odgovarajuće veličine. Disk postavite na osovinu rupom koja je izbušena u njegovom središtu i okrecite ga. Kao posledica ovog javiče se osećaj bele boje.

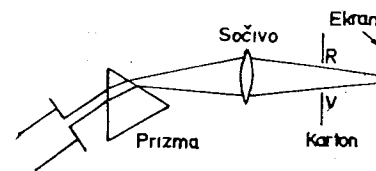
d-2. Nabavite diskove u trgovinama. Oni mogu imati nepokretne sektore kao u (d-1), ili svaka boja može biti na posebnom disku. U tom slučaju spojite sve diskove i postavite ih koncentrično, tako da se delovi raznih diskova vide. Boje se spajaju okretanjem kombinovanih diskova.



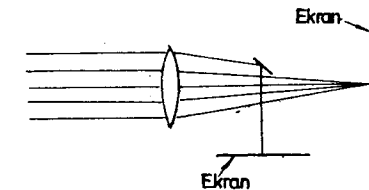
SI. 452.



SI. 453.



SI. 454.



SI. 455.

e-1. Proučite efekat mešanja pigmenta za dobijanje raznih boja, posmatrajući obojenu sliku pod mikroskopom. Proučite razne boje da biste utvrdili relativnu količinu pigmenta u svakoj boji.

e-2. Izmešajte male, jednake količine pigmenta (umetničkih boja). Efekte dobijene mešanjem pigmenta uporedite sa efektima mešanja bojene svetlosti.

f-1. Pokažite dopunske boje kombinujući dve boje (na primer crvenu i zelenu), na disku boja kao u (d-1) i (d-2). Menjajte količinu svake od njih da biste dobili belu boju što je više moguće.

f-2. Propustite zrak snažne svetlosti kroz prerez i raspite ga pomoću staklene prizme. Unesite sočivo i usredsredite svetlost na ekran, gde će se formirati bela tačka. U tačku R, unesite komad kartona koji će odsecati crvenu svetlost (slika 454). Tačka na ekranu postaje komplementarna zelenkastoplava boja. Zatim karton možete uneti kod tačke V, odsecajući ljubičastu boju; tačka postaje žuta. Kada otklonite ljubičastu, plavu i zelenu boju, tačka postaje crvena. Umesto kartona možete upotrebiti usko ogledalo, a otklonjena boja će se reflektovati na drugi ekran radi poređenja sa ostalim bojama (slika 455).

f-3. Demonstrirajte efekte komplementarnih boja kroz zamor mrežnjače (vidi stranu 341).

3. Apsorpcija i odbijanje obojene svetlosti

a-1. Postavite komade kartona različitih boja u spektar sunčeve svetlosti. Svaki komad pokazuje svoju boju kada odgovarajući deo spektra pada na njega, ali izgleda crn u drugim delovima spektra.

a-2. Posmatrajte obojene predmete (slike, tkanine, itd.) kada su osvetljeni svetlošću natrijumovog plamena (vidi stranu 331).

a-3. Posmatrajte obojene predmete (a-2) u obojenoj svetlosti koju daju filtri (vidi stranu 332). Boju ili boje koje prenose filtri uporedite sa vidljivim bojama.

a-4. Stavite filter u rasuti zrak iz prizme i uočite njegov efekat na spektar. Unesite sočivo da biste sakupili svetlost. Uporedite boju tačke sa bojom filtra.

b-1. Proučite efekte veštačkog osvetljavanja pažljivo uočavajući pojavu obojenih predmeta u prostoriji koja je osvetljena jedino sijalicama sa zagrevnim vlaknom, a zatim dnevnom svetlošću.

b-2. Proučite efekte sijalica sa vlaknom i fluorescentnih sijalica koje osvetljavaju obojene predmete.

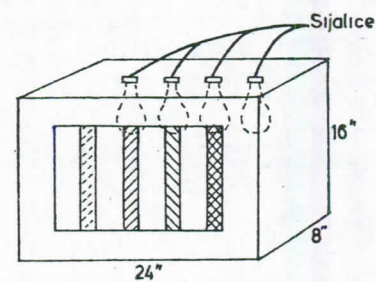
b-3. Opremite drvenu kutiju prozorom na čeonom zidu, sijaličnim grlima i plavom, zelenom, crvenom i bezbojnom sijalicom, svakom vezanom za poseban prekidač (slika 456). Na unutrašnju stranu postavite male komade tkanine raznih boja koje ćete posmatrati kroz prozor. Uporedite efekat pojedinih boja, ili kombinacija, sa efektom bezbojne sijalice.

4. Spektroskopi i spektar

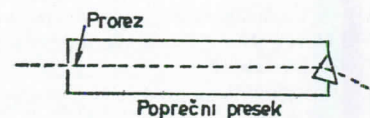
a-1. Jednostavni spektroskopi opisani su na stranama 329 i 330.

a-2. Napravite spektroskop od bešavne cevi (prečnika 2 do 3 inča). Na pozadini ogledala, oštricom noža, urežite prerez dužine $\frac{1}{2}$ inča. Pažljivo zalapite ogledalo za cev. Na jednom okruglom komadu kartona isecite pravougaoni otvor, takve veličine da u njega može stati deo staklene prizme (slika 457). Osvetlite prozor i prizmu podesite tako da vam da široki spektar. Zatim pomoću lepljive trake pričvrstite prizmu.

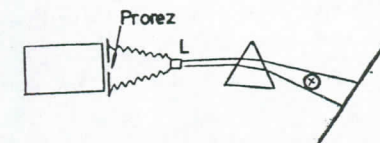
a-3. Napravite demonstracioni spektroskop od dijaprojektora. Staklenu prizmu (čije su stranice osnovice 5 cm) ili tečnu prizmu opisanu na strani 330, postavite neposredno iza sočiva (slika 458), tako da je lice prizme pod uglom od oko 30° u odnosu na smer zraka svetlosti. U listu mekog metala isecite prerez širine 2 mm. Ovaj list postavite u nosač dijapozitiva, tako da prerez bude u vertikalnom položaju. Fokusrirajte spektar na ekran.



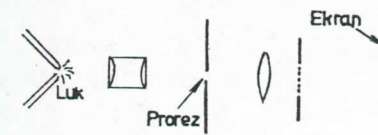
SI. 456.



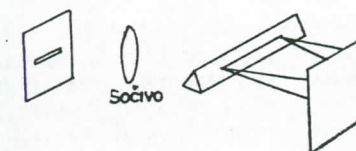
SI. 457.



SI. 458.



SI. 459.



SI. 460.

b-1. Pokažite apsorpcioni spektar pomoću demonstracionog spektroskopa opisanog u (a-3). Rotirajte prizmu do položaja minimalnog odstupanja i pribeležite taj položaj. Zatim je okrenite u položaj refleksije od lica prizme ka ekranu, a sočivo L podesite tako da fokusira lik proreza na ekran. Prizmu vratite zatim u položaj prelamanja i posmatrajte kontinualni spektar svetlosti sijalice. Na put svetlosti u tački X (slika 458) postavite izvor natrijumove svetlosti (vidi stranu 331). U spektru će se pojaviti tamne linije koje pokazuju apsorpciju svetlosti sijalice ovih talasnih dužina.

b-2. Pomoću komercijalno proizvedenih spektroskopa dobrog kvaliteta posmatrajte apsorpcione linije u spektru Sunca. Svetlost Sunca može se pomoću ogledala reflektovati u horizontalno postavljenu spektroskop.

b-3. Natrijumski luk daje kontinuirani i apsorpcioni spektar, a takođe i karakterističnu sjajnu liniju natrijuma. Potopite ugljene elektrode upotrebljene u luku u rastvor natrijum hlorida i osušite ih. Luk je postavljen u odgovarajuću žižnu tačku sistema kondenzujućih sočiva (slika 459). U drugu žižnu tačku postavljen je prerez koji se može podešavati. Projekciono sočivo u tački L baca lik na ekran u tački S. Difrakcionu rešetku postavite neposredno iza sočiva u tački G. Ako su ugljeni štapovi samo neznatno odvojeni, formiran je luk obavijen atmosferom relativno hladne natrijumove pare, a energija bele svetlosti luka ima karakterističnu žutu boju apsorbo-

vanog natrijuma. Na ekranu će se pojaviti tamna Fraunhoferova linija. Ako ugljene štapove još više odvojite, tamna linija će iščeznuti i pojaviće se kontinuirani spektar. Ako su ugljeni štapovi toliko odvojeni da se na prorezu fokusira malo ili ništa svetlosti, kontinuirani spektar prepušta mesto karakterističnoj sjajnoj spektralnoj liniji natrijuma.

c. Upotrebom osetljivog filma kao ekrana pokažite osetljivost filma na razne boje. Fokusirajte svetlost iz procepa pomoću sočiva na ekran, tako da svetlost rasipate prizmom (slika 460). Zatim, u zamračenoj sobi postavite film u odgovarajući položaj na ekranu i eksponirajte ga. Razvijanje filma pokazaće vam osetljivost filma na razne boje sprektra. Za proučavanje osetljivosti filmova na boje, možete da upotrebite razne vrste filmova.

Luminescencija

1. Ultraljubičasta svetlost

Upozorenje: Pri radu sa ultraljubičastom svetlošću morate postupati pažljivo da izbegnete oštećenja očiju i kože.

a-1. Sunčeva svetlost je dobar izvor ultraljubičaste svetlosti. Ako se ona koristi u laboratoriji, prozor treba otvoriti ili skinuti okno (ultraljubičasta svetlost ne prolazi kroz obično staklo). Prostorija treba da bude dobro zamračena i ultraljubičasti filter (koji se može kupiti) treba da bude postavljen u otvor na prozoru. U toj svetlosti može se proučavati fluorescencija materijala o kojima će biti reči u (b-1) do (b-6) i (d-1) do (d-3) ovog odeljka.

a-2. Argonska sijalica, koja se napaja naizmjeničnom strujom od 110 volti, daje ultraljubičastu svetlost. Takve sijalice mogu se nabaviti u trgovinama.

a-3. Upotrebite svetlost ugljenog luka kao izvor. Luk treba da bude zatvoren i valja upotrebiti filter. Ako se upotrebi lučni iluminator, treba ukloniti sočivo. Ako se ne upotrebljava filter, treba voditi računa da izlaganje kože bude sasvim kratko.

a-4. Nabavite u trgovini sijalice koje bogato zrače ultraljubičastu svetlost.

b-1. Upotrebom fluorescentnog ekrana detektujte ultraljubičastu svetlost (kada nema sunčeve svetlosti). Malu količinu antracena navlažite vodom i premažite je u tankom sloju preko površine brušenog stakla. Ekran postavite tako da se zračenje prima direktno. Posmatrajte zelenu fluorescenciju.

b-2. Rastvor kinina u razblaženoj sumpornoj kiselini fluorescira kada se izloži ultraljubičastoj svetlosti.

b-3. Posmatrajte zube i nokte na prstima i uočite njihovu fluorescenciju u prisustvu ultraljubičaste svetlosti.

b-4. Razni naftni derivati fluoresciraju u ultraljubičastoj svetlosti; pokažite pomoću vazelina razmazanog preko kartona. Kerozin i ulje za podmazivanje neznatno fluoresciraju. Nafta osvetljena sunčevom svetlošću pokazuje laku fluorescenciju direktno.

b-5. Kalcijum sulfid i cink sulfid (specijalno pripremljen) koji se može nabaviti u trgovini, reaguju na ultraljubičastu svetlost i mogu se upotrebiti

kao ekran. Ovaj materijal se rasprši preko stakla, prethodno prevučenog šelakom ili lepkom.

b-6. Materijali kao što su fluorit, kalcit, antimonit, vernerit, vilemit, šelit i sfalerit fluoresciraju u ultraljubičastoj svetlosti. Uzorci ovih materijala mogu se nabaviti u trgovinama.

b-7. Razne boje [vidi (b-1)] fluoresciraju u prisustvu ultraljubičaste svetlosti.

c-1. Posmatrajte aktinčni (fotohemijski aktivan) efekt ultraljubičaste svetlosti eksponiranjem fotografskog filma na kome se nalazi komad metala (ključ ili novčić).

Razvijanje filma pokazaće vam efekat zračenja.

c-2. Proučite efekat ultraljubičaste svetlosti na sveže pripremljenim srebrohlorid (nataložen iz rastvora amonijum hlorida i srebro nitrata) razastirući hlorid (u dobro zamračenoj prostoriji na čistu staklenu ploču. Ovaj ekran postavite na put zračenja svetlosnog luka, ili drugog izvora, pošto radijacije prođu kroz ultraljubičasti filter da bi se otklonila vidljiva svetlost. Komad običnog stakla filtrira zračenje koje pada na jednu polovinu ekrana. Uočite stepen zatamnjenja srebro hlorida uzrokovan zračenjem kao i filtrirajuće delovanje stakla.

c-3. Rastvor 5 grama amonijum oksalata u 100 mililitara vode dodajte rastvoru od 5 grama živinog hlorida u 100 mililitara vode. Dobijenu tečnost filtrirajte i podjednake količine tečnosti stavite u tri epruvete. Jednu izložite preko noći ultraljubičastoj svetlosti argonske sijalice, drugu običnoj svetlosti, a treću ostavite u tamnoj prostoriji. Posle 12 časova u epruveti izloženoj ultraljubičastoj svetlosti zapazite kristale živinog hlorida.

d-1. Razne boje (i druge hemikalije) fluoresciraju u ultraljubičastoj svetlosti. Rastvor 1/20 grama u jednom litru vode predstavlja odgovarajuću koncentraciju.

Boja ili hemikalija	Rastvarač	Boja u običnoj svetlosti	Boja u ultraljubičastoj svetlosti
Rodamin B	voda	crvenonaranđasto	jako crveno
Eozin	voda	ružičasto	narandžasto
Fluorescein	voda	bledožuta	jakožuta
Primulin	voda	bezbojno	svetlozeleno
Antracen	bez rastvarača; jedna unca izmešana u jednom kvartu benzola sa 20 g parafina i 20 g vazelina		
Eskulin	voda	svetlomrko bezbojno	blago zeleno jako plavo

Upotrebite boje u (d-1) i tonove da pokažete fluorescentne efekte na tkanini, hartiji i drugim materijalima. Možete praviti slike i crteže.

d-2. Napravite fluorescentne boje rastvaranjem malih količina pobrojanih hemikalija u alkoholu. Rastvor zatim izmešajte sa lakom i celulozno acetat-acetonskim rastvorom.

d-3. Antracen rastvoren u benzolu ili ksilolu formira nevidljivu tečnost za pisanje. Kada se tekst napisan ovom tečnošću izloži ultraljubičastoj svetlosti, može se čitati.

Boja ili hemikalija	Rastvarač	Boja u običnoj svetlosti	Boja u ultraljubičastoj svetlosti
Rodamin B	alkohol	narandžasta	crvena
Rodamin 6G	alkohol	žuta	narandžasta
Eozin (jak)	alkohol	narandžasta	tamnonarandžasta
Antracen u prahu (čvrst)	primešan celulozno acetatnom rastvoru	mrka	jako zelena
Trimulin (jak)	alkohol	mrka	tamno zelena
Auramin	alkohol	žutomrka	žutozelena
Natrijumsalicilat u prahu	izmešan u celulozno acetatnom rastvoru	belo	plavo
Natrijum salicilat u prahu i nekoliko kapi ulja za podmazivanje	izmešan u celulozno acetatnom rastvoru	žuto	svetloplavo

2. Fosforescentni materijali i fosforescencija

a. Pripremite fosforescentni materijal, tako što ćete izmešati prah olova neizbrisive olovke sa bornom kiselinom težine jedne polovine težine praha. Mešavinu grejte u posudi za topljenje dok ne postane staklasta. Posle izlaganja svetlosti, ovaj materijal fosforescira ili sjaji.

b. Pripremite fosforescentnu boju rastvaranjem dovoljne količine acetata celuloze u acetonu da biste dobili blago sirupastu tečnost. Sa ovim rastvorom pomešajte malu količinu fosforescentnog kalcijuma ili cink sulfida (cink sulfid daje bolje rezultate). Dodajte veoma malu količinu sulfida, uz dugo mešanje pri svakom dodavanju. Za korišćenje treba pripremati samo malu količinu i treba je upotrebiti brzo. Umesto rastvora acetata celuloze možete da upotrebite lak. Ova boja može se upotrebiti za kazaljke časovnika, kostime, ravne površine na koje pada senka, i slično.

c. Pripremite fosforescentnu boju mešanjem praha pobrojanih materijala. Količine su date u gramima.

Kalcijum oksid (bez gvožđa)	300
Sumpor	90
Štirak	30
Bizmut nitrat	6/100
Natrijum hlorid	2
Kalijum hlorid	2

Pošto ove sastavne delove dobro izmešate, stavite smešu u posudu za topljenje, pokrijte je azbestom nakvašenim staklenom vodom i izložite žarenju od 15 minuta. Zatim ovu smešu treba izložiti temperaturi usijanja dodatnih 15 minuta. Materijal zatim izmeljite u fini prah i pomešajte ga sa šelakom ili sa rastvorom celuloznog acetata, opisanog napred u odeljku (b).

3. Elektroluminiscencija

a. Napajanje neonskih ili argonskih sijalica naizmeničnom strujom od 110 volti demonstrira elektroluminiscenciju.

b. Demonstrirajte ovaj fenomen upotrebljavajući Gajslorove cevi, neonske cevi i fluorescentne lampe na višim naponima, kao što je, na primer, napon koji daju indukcioni kalemovi.

4. Triboluminiscencija

a. Stvorite svetlosne iskre lomeći komade kristalizovanog šećera kleštima u potpunosti tami. Remećenje kristala stvara svetlost.

b. Energično mućkajte krupne kristale uranil acetata u boci sa staklenim čepom da biste dobili iskre svetlosti.

c. Pokažite ovaj fenomen upotrebljavajući mešavinu 50 grama cink oksida ili cink karbonata sa 15 grama sumpora (sumpornog cveta) i ¼ grama mangan dioksida. Ovo grejte u zatvorenoj porcelanskoj posudi za topljenje pola sata, na temperaturi žarenja. Pošto se ohladi, masu izvadite i pretvorite je u prah. Zatim komad kartona prevucite lakom ili bistrim lepilom, a dobijeni prah pospite po kartonu, pa pustite da se osuši. Kuckanjem kartona dobićete iskre.

5. Radioluminiscencija

Posmatrajte radioluminiscenciju pomoću spintariskopa (vidi stranu 361).

Oko i neke njegove karakteristike

1. Održavanje slike

a. Efekt slika proizvedenih na ekranu pomoću filmskog projektora demonstrira održavanje slike. Projektor se može usporavati sve dok na ekranu ne dođe do treperenja. U toj tački, slika se više ne održava.

b. Izazovite ovaj efekat okrećući komad drveta, sa malim drškama. Različite crteže postavite na suprotnim stranicama na primer, kavez za pticu na jednoj, a pticu na drugoj. Kada ovaj uređaj brzo okrećete između prstiju, čini vam se da se ptica nalazi u kavezu.

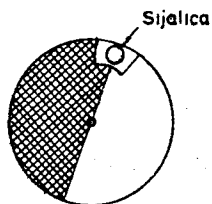
c. Izvedite jedan složeniji prikaz pomoću niza slika nacrtanih na kartonima veličine 3 inča × 5 inča. Akcija na svakoj slici neznatno se razlikuje od one na prethodnoj. Kada pomoću cele sekvence kartona sprovedete celu akciju posmatrajući svaki karton u kratkim razmacima, dobićete prividni utisak kretanja. Ovo postižete ako držite kartone između palca i prstiju leve ruke i posmatrate slike, dok kartone skidate palcem desne ruke. Na tom principu radi i običan dečji projektor.

Treba voditi računa da se slike nacrtane na kartonima kao što je gore opisano, nalaze u istom položaju na kartonu.

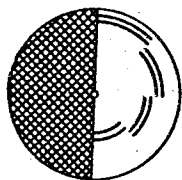
2. Zamor mrežnjače

a. Pokažite zamor mrežnjače pomoću komada sjajne crvene hartije. Ovaj komad hartije stavite ispred projekcionog ekrana i snažno ga osvetlite. Posmatrač gleda u crvenu tačku, a zatim mu se kaže da nastavi da gleda u tom pravcu i pošto se hartija ukloni. Kada se hartija brzo ukloni ustranu, prividni efekat na mrežnjaču je zelena boja, što je rezultat zamora izazvanog crvenom bojom. Ova se operacija može ponoviti sa komadom sjajne zelene hartije, u kom slučaju dobijate kao rezultat približno ružičastu boju.

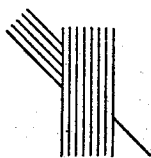
b. Postavite disk (prečnika 12 do 16 inča) na osovinu rotora. Jedan deo diska, dovoljne veličine da bi se videla sijalica, je isečen (slika 461). Jedna polovina je obojena belo, a druga crno. Upotrebite zapaljenu sijalicu. Kada se disk okreće u smeru suprotnom kretanju kazaljke na satu, crvena boja sijalice prividno se menja u zelenu.



Sl. 461.



Sl. 462.



Sl. 463.

c. Postavite odgovarajući disk (prečnika 6 do 8 inča), tako da se može okretati na igli, ili mehaničkom rotoru. Polovina diska je crna, druga bela, sa crnim lukovima kao što je prikazano na slici 462. Uočite efekte boja pri okretanju diska u svakome od pravaca.

3. Optičke iluzije

a. Nacrtajte dva kruga podjednake prečnika, jedan sa upisanim, a drugi sa opisanim trouglom. Uporedite prividne veličine krugova.

b. Niz paralelnih linija prekida jedna linija koja se pruža izvan paralelnih linija na obe stranice. Pored jednog od tih krakova koji se pružaju van paralelnih linija nalaze se još četiri paralelne linije (slika 463). Pažljivim posmatranjem utvrdite koja je od tih linija ona koja predstavlja produžetak linije nacrtane preko paralelnih linija.

c. Nacrtajte dve linije jednake dužine, ali različite širine, u obliku slova T. Uočite prividnu razliku u dužinama.

d. Nacrtajte kocku i uporno je posmatrajte; katkada vam se čini da vidite vrh, a katkada dno.

Vidi stranu 203.

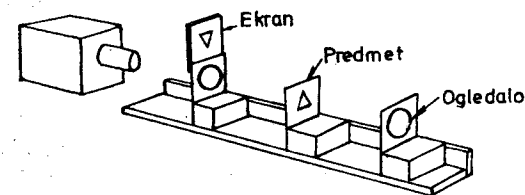
Korisni uređaji

Proučavanje svetlosti može da bude olakšano upotrebom raznih uređaja. Neki takvi uređaji, koji su u opštoj upotrebi, opisani su u tekstu koji sledi. Da bi se udovoljilo specifičnim situacijama i svrhama, te sugestije mogu se prilagođavati i menjati.

1. Optička klupa

Optička klupa nosi raznovrsnu opremu za proučavanje sočiva, ogledala, talasne dužine svetlosti i slično.

a. Optička klupa uobičajenog oblika sastoji se od metra koji je postavljen na drveno ili metalno postolje. Takva postolja mogu se nabaviti u trgovini, ili se mogu napraviti. Za izvesne svrhe, poželjno je imati metar dužine 2 metra. Držači sočiva, ogledala, ekrana i sveća mogu se nabaviti, što važi i za nosač metra koji ima i gasni plamenik, ili grlo za električnu sijalicu, što može poslužiti i kao predmet i kao uređaj za osvetljavanje predmeta. Optička klupa u vidu metra ima tu prednost što omogućava direktno merenje razdaljina.



Sl. 464.

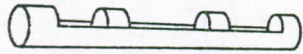
b. Napravite optičku klupu, ili je nabavite u trgovini. Ona treba da ima čelične šipke sa držačima sočiva i drugim elementima. Ovakva klupa je stabilnija, ali ne omogućava direktno merenje, kao klupa sa metrom.

c. Napravite optičku klupu od daske, sa vođicom duž jedne ivice (slika 464). Kao nosači služe drveni komadi sa metalnim pločama visine $4\frac{1}{8}$ inča. Rupe u pločama (prečnika $1\frac{1}{4}$ inča) napravljene su da bi se u njih stavila obična ogledala i sočiva. Možete napraviti veće ili manje drvene komade. Sočiva i ogledala pričvršćena su za svoja mesta gumenim trakama. Gumenom trakom je za ploču takođe pričvršćen i kartonski ekran. Svetlosni izvor je sijalica postavljena u kutiju. Predmet je crtež izrezan u kartonu. Ogledalo može da se nagne napred ili nazad, pomoću palidrvčeta, ispod komada drveta. Na takve drvene komade mogu se postaviti i drugi predmeti: pribadače, ekrani, ili crteži.

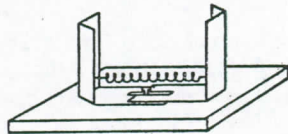
d. Optička cev služi nekim od funkcija optičke klupe. Napravite cev, od mesinga, tako da je njen gornji deo izrezan (slika 465). Sočiva su postavljena u metalne okvire koji ulaze u mesinganu cev. Sočiva se mogu lako podešavati za demonstraciju teleskopa i mikroskopa. Umesto mesingane cevi možete upotrebiti jaku bešavnu cev, kod koje ćete komade manjih bešavnih cevi upotrebljavati kao nosače sočiva.

2. Držači sočiva

Držači sočiva (koji takođe mogu da drže ogledala i drugu optičku opremu) su neophodni za bezbednu upotrebu takve opreme na optičkoj klupi i u drugim prilikama i u kojima takva oprema treba da ima svoj nosač.



Sl. 465.



Sl. 466.

a. Držači sočiva mogu se nabaviti u trgovinama u raznovrsnim oblicima. Prosti držači napravljeni su od čelične ili mesingane opruge. Složeniji i prilagodljiviji držači sočiva mogu se nabaviti po nešto većoj ceni.

b. Napravite držače sočiva zavarivanjem komada metalnih limova (broj 20), koje ste savili pod pravim uglom u trake sa prorezom (slika 466). Zavrtnji drže dva dela labavo pričvršćena za osnovicu. Opruga privlači međusobno dva komada i drži sočiva.

3. Predmeti ili izvori svetlosti

a. Upotrebite zapaljenu sveću; svećnjaci se mogu kupiti.

b. Upotrebite zapaljenu slabu sijalicu (od bistrog stakla). Možete imati izvesnih teškoća zbog toga što nit ne leži dovoljno u jednoj ravni. Možete upotrebiti i sijalicu sa pravom niti.

c-1. Napravite malu kutiju (od drveta ili metala) sa prozorom od mat stakla, koju osvetljava sijalica male snage. Iscrtajte olovkom crteže na prozoru.

c-2. Naortajte metričku skalu na prozoru, ili pričvrstite plastični lenjir sa skalom preko prozora. Ovakva skala pomoći će vam u proračunima uvećavanja.

d. Upotrebite sijalicu male snage (25 vati) sa mat staklom. Postavite na nju komade selotejpa, lepljive trake, ili slično, izrezane u vidu crteža. Zatim sijalicu obojite crno i sklonite lepljivu traku. Kada je zapaljena, dobićete dobar lik crteža.

e. Upotrebite automobilski far (ili neku drugu malu sijalicu). Smanjenje struje pomoću reostata vezanog u seriju sa sijalicom izaziva usijanje niti do tamnocrvene boje, što je bolje za optičke eksperimente. Grlo treba da bude bezbedno postavljeno na odgovarajući nosač, ili osnovu.

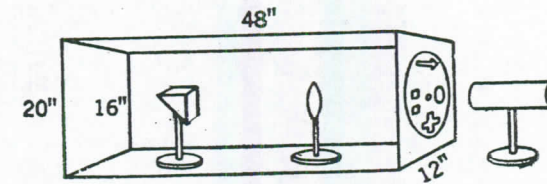
f. Upotrebite goreći mlaz gasa, podešen tako da nam daje blistavi plamen. Mlaznik treba da bude mali. Ovakav mlaznik može se nabaviti u trgovini kao deo kompletne optičke klupe [vidi (a-1)].

g. Prozor sa otvorom u delimično zamračenoj sobi, često predstavlja koristan „predmet”. Ako je soba dobro zamračena i ako jedan mali otvor propušta svetlost od predmeta, dobro osvetljeni predmeti napolju (drveće, kuće i slično) mogu poslužiti kao predmeti na razdaljini.

4. Put svetlosnih zrakova.

a. Dimna kutija, sa staklenim čeonim delom i kosim staklenim gornjim delom omogućava puno posmatranje unutrašnjosti i omogućava svetlosti da izađe iz kutije radi posmatranja i proučavanja (na primer, spektra na tavanici). Jedan kraj je čvrst (drvo ili metal), drugi ima kružni otvor (prečnika $2\frac{1}{2}$ inča). Jedan metalni disk, sa četiri crteža isečena u njegovim kvadrantima (otvor prečnika 2 inča, strela dužine 2 inča, krst dimenzija 2 inča u svakom pravcu, i kvadratni otvori na razdaljini od $\frac{1}{2}$ inča) postavljen je tako da svaki od likova okretanjem diska može da se postavi preko otvora (slika 467). Pozadina kutije pokrivena je crnom zavesom u dva dela, koja se preklapa na centru tako da se može rukovoditi optičkim delovima (predložene dimenzije su približne). Jedan spoljni iluminator projektuje zrak u unutrašnjost kroz kružni otvor, ili razni likovi na disku postaju predmeti, ili izvori svetlosti za proučavanje. Dno i krajevi unutar kutije obojeni su mat-crno.

Put svetlosnog zraka postaje vidljiv zahvaljujući dimu zapaljenog truda, komada vate, ili cigarete. Upotrebom odgovarajuće opreme možete prikazati pravilnu i difuznu refleksiju, difuziju u providnim materijalima, osobinu sočiva, prelamanje i rasipanje, selektivnu apsorpciju filtera i obojenih površina, i druge fenomene.



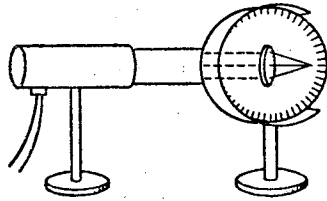
Sl. 467.

Možete napraviti ovakvu kutiju raznih veličina. Na njoj takođe možete načiniti i druge prozore (na primer, na krajevima), vrata za rukovanje, itd. U svakom slučaju, postolja sa nosačima sočiva i slično treba pripremiti da bezbedno drže optičke delove u željenim položajima.

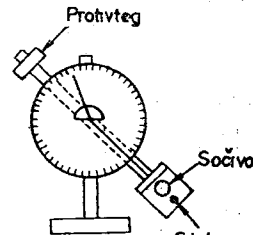
b. Optički disk može se kupiti, ili napraviti. Metalna ploča (prečnika 12 do 16 inča) postavljena je u vertikalni položaj. Jedan zastor nosi ploče sa otvorima i sprečava dopiranje spoljne svetlosti (slika 468). Disk je obojen belo, ima skalu duž svoje periferije i opremljen je zavrtnjima sa oblom glavom, koji drže delove sa sočivima, ogledalima, prizmama i slično. Ploče sa otvorima su raznovrsne i služe da propuste svetlost iluminatora (kao što su paralelni zraci). Disk se može okretati da bi se olakšalo posmatranje refleksije. Podešavanjem položaja izvora, jasno se može videti put svetlosnih zraka dok oni obasjavaju površinu diska.

c. Jedan uređaj sličan optičkom disku koristi automobilsku sijalicu, postavljenu na pokretnu osovinu. Sijalica je stavljena unutar abažura (može da posluži kutija konzerve), kod koga cilindrična cev sa vodom služi kao sočivo. Svetlost prolazi kroz prorez duž ose držača. Disk od metala ili šperploče čvrsto je postavljen na postolje i prevučen belim emajlom (slika 469). Pomoću šipki, ili zavrtnjeva sa oblom glavom, za središte diska pri-

čvršćeni su komadi stakla, kao što su oni opisani u odeljku (b). Osovina na kojoj se nalazi izvor svetlosti ima svoj protivteg. Na ovaj način može da se menja položaj upadne svetlosti, a upotrebom ovog uređaja mogu se demonstrirati razni optički fenomeni opisani u (a) i (b).



Sl. 468.



Sl. 469.

AERODINAMIKA

Bernulijev princip

a. Postavite ivicu lista relativno tanke hartije između stranica knjige; list savijte i prebacite ga preko knjige (slika 470). Vazдушnu struju usmerite preko ove hartije, što će izazvati njeno uzdizanje. Vazдушnu struju možete stvoriti duvanjem.

b. Okačite paralelno dva lista hartije na razdaljini od jednog inča, tako što će se njihova ivica držati između stranica jedne knjige. Pomoću staklene cevi, ili slamčice, duvajte vazduh između njih. Listovi će se zajednički pomerati.

c. Kroz centralni deo kartona dimenzije 2 inča \times 2 inča probodite pribadaču. Postavite ovaj karton na kalem tako da se pribadača nalazi u otvoru kalema. Karton se ne može otkloniti duvanjem po drugom kraju.

d-1. Savijte filter papir i čvrsto ga postavite u stakleni levak. Duvanjanje kroz cev levka prema filter papiru neće ga pomerati.

d-2. Umesto filter papira stavite loptice za stoni tenis pa ćete dobiti sličan rezultat.

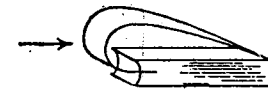
e. Obesite o nosač dve lopte na međusobnoj razdaljini od oko 1 inča. Duvanjanjem između njih izazvaćete njihovo približavanje. Umesto lopti možete da upotrebite jabuke, ili loptice za stoni tenis možete okačiti pomoću konca pričvršćenog lepilom.

f. Demonstrirajte delovanje rasprašivača tako što ćete postaviti dva relativno mala komada staklenih cevi kroz rupe u isečenom plutanom čepu (slika 471). Dve cevi su podešene tako da vazдушna struja iz horizontalne cevi prolazi neposredno iznad otvora vertikalne cevi. Donji kraj vertikalne cevi nalazi se u posudi sa vodom. Duvanjanje izaziva podizanje vode.

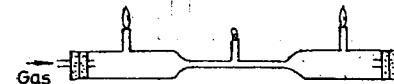
g. Duvajući naviše možete držati lopticu za stoni tenis na mlazu vazduha. Za ovo treba upotrebiti izvor sabijenog vazduha. Mlaz možete nagnuti pod priličnim uglom u odnosu na vertikalu pre nego što loptica padne.

h. Pokažite smanjenje pritiska pomoću visine plamena dobijenog na mlaznicama u raznim tačkama Venturijeve cevi (slika 472). Svetleći gas dovedite pomoću gumene cevi povezane sa staklenom cevi. Čim svetleći gas prođe u cev i potisne vazduh, mogu se zapaliti tri mlaznice. Razlika u nivoima plamena daje vam sliku o pritisku gasa u svakoj mlaznici. Onaj u sredini je kraći, što pokazuje smanjeni pritisak na zidovima zbog povećane brzine gasa. Prečnik otvora svake mlaznice je isti.

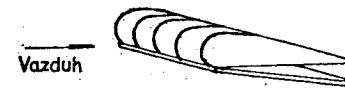
i. Napravite deo krila od teškog papira ili drugog lakog konstrukcijskog materijala. Za ovu konstrukciju možete da upotrebite celofan ili gumiranu hartiju, pomoću kojih takođe možete okačiti načinjeni deo za tanku dasku, ili težak karton. Ovakva „šarka” treba da se pruža duž celog fronta kako vazduh ne bi mogao da uđe ispod dela krila i tako proizvede efekat zmaja (slika 473). Snažna struja vazduha preko dela krila izaziva podizanje slobodne ivice, kada je tetiva tela savijene hartije pod malim uglom u odnosu na odgovarajući vetar.



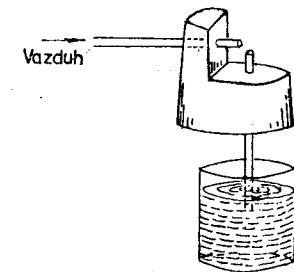
Sl. 470.



Sl. 472.



Sl. 473.



Sl. 471.

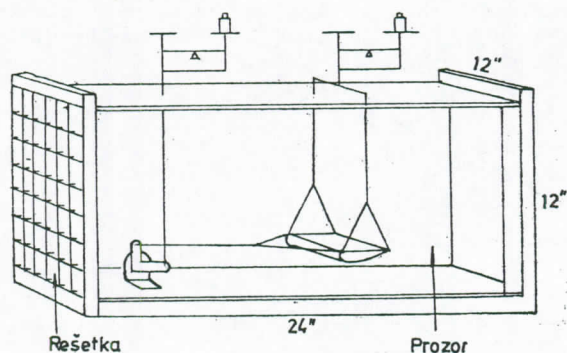
j. Demonstrirajte Bernulijev princip zaokrećući lopticu za stoni tenis u trenutku kada je bacate. Okretanje loptice može da bude izazvano pritiskom u trenutku kada loptica napušta ruku, ili se loptica može staviti u bešavnu cev, prevučenu listom hartije peskače. Naglo okrećite bešavnu cev u kojoj je loptica. U trenutku kada loptica izlazi iz cevi, dolazi do okretanja zbog trenja o hartiju peskaču.

Vazdušni tunel

Vazdušni tuneli mogu se kupiti, ili se mogu napraviti. Date dimenzije (slika 474) predstavljaju samo sugestiju. Dno, gornji deo i jedan zid su od šperploče ili od čvrstog drvenog tapeta. Jedna stranica je od ravnog stakla, što omogućava posmatranje unutrašnjosti. Stranice, dno i gornji deo, na svakom kraju pritegnute su međusobno okvirom. Stranica od stakla stoji na svom mestu u drvenim žlebovima, koji su pričvršćeni za gornji i donji deo u unutrašnjosti kutije. Svi drveni komadi pričvršćeni su zavrtnjevima.

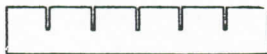
Jedan kraj je otvoren, da bi vazduh mogao da ističe iz tunela i da bi moglo da se rukuje opremom u tunelu. Na drugom kraju nalazi se rešetka, napravljena spajanjem kartonskih traka (ili traka od lakog metala) isečenih sa zarezima (slika 475). Dubina zareza jednaka je polovini širine trake, a njena širina je približna debljini kartona ili metala. Zarezi su napravljeni u razmacima od 2 inča. Da napravite rešetku, pet takvih traka stavite u pet drugih, pa sve to postavite u otvor tunela i pričvrstite pomoću zavrtnjeva ili kopči.

Jedan nešto veći električni ventilator, najbolje je koristiti onaj koji poseduje uređaj za menjanje brzine, postavljen je ispred kraja sa rešetkom vazdušnog tunela tako da je vazдушna struja usmerena ka tunelu.



Sl. 474.

Profil (odnosno krilo) može da se napravi od balsamovog drveta ili kartona, koji se drži lepljivom trakom. Deo krila može da ima približnu dužinu 4 inča i tetivu 4 inča. On se drži u obrnutom položaju u četiri tačke pomoću konca koji je pričvršćen lepkom. Konci su spojeni, a zatim provučeni kroz otvore na poklopcu; svaki od njih pričvršćen je za poprečnu šipku, koja se pomoću konca drži za jednu stranicu vage. Na drugi tas postavite teg. Pomoću konca pričvršćenih za krajeve vodeće ivice, profil se postavlja u vazдушnu struju. Ti konci su spojeni a zatim pričvršćeni za jedan kraj pravouglo poluge. Konac sa drugog kraja prolazi kroz otvor na gornjem delu do jedne stranice vage koja je postavljena iznad. Obe vage dovedene su u ravnotežni položaj.



Sl. 475.

a. Prilikom merenja podizanja i vučenja, teg na svakoj od vaga izabran je tako da vrati vage u ravnotežni položaj pre očitavanja.

b. Veličina podizanja i vučenja može se utvrditi za razne uglove napadanja.

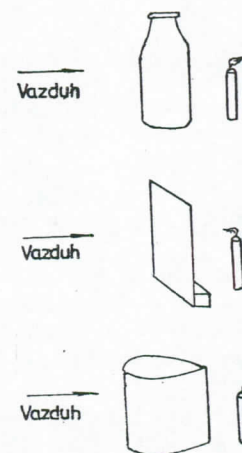
c. Možete proučavati promene podizanja i vučenja sa menjanjem brzine vetra.

d. Možete proučavati takođe i profile (krila) raznih veličina i oblika.

Strujanje

a. Upotrebite sveću da pokažete efekat prepreka u vazdušnoj struji. Napravite tri prepreke istog poprečnog preseka. Boca prečnika 2 do 3 inča može da posluži kao cilindrična prepreka.

Komad teškog kartona isecite tako da je njegova širina jednaka prečniku boce, a visina ista kao i visina boce. Pomoću klinova pričvrstite ga za komad drveta. Drugi komad kartona, širine jednake visini boce, i dužine 1,5 do 2 puta veće od obima boce savijen je tako da se njegovi krajevi dodiruju. Pričvrstite ih celofanom. Karton pritisnite tako da dobije oblik strujnice istog poprečnog preseka dveju prethodnih prepreka (slika 476). Iza svake od ovih prepreka postavite zapaljenu sveću. Njena visina treba da bude približno jednaka polovini visine prepreke. S druge strane usmerite vazдушnu struju. Iz ponašanja plamena sveće utvrdite delovanje prepreke na vazдушnu struju.



Sl. 476.



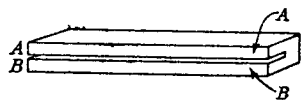
Sl. 477.

b. Izvršite poređenje delovanja predmeta raznih oblika na vazдушnu struju postavljajući ove, po jedan na svakom kraju, na šipku koja je pričvršćena za stožer (slika 477). Četiri predmeta — cilindar, lopta, polulopta, i predmet u obliku kapi — izrađeni su od drveta tako da su njihovi poprečni preseoci isti (2 do 3 inča). Ako je prečnik predmeta u obliku kapi 3 inča, njegova najduža osa treba da bude 5 inča.

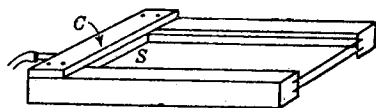
Vertikalni nosač šipke pričvršćen je za osnovicu pomoću zavrtnja koji vertikalno prolazi kroz osnovicu. Na vrhu vertikalnog nosača nalazi se klin kome je glava odsečena. Preko ovog klina (ili pribadače) postavljena je podloška kao ležaj. U centru šipke izbušena je rupa tako da se ona može labavo postaviti preko pribadače ili klina. Dva kraja šipke zaobljena su i

obrađena tako da se mogu postaviti u otvore izbušene u četiri predmeta. Otvori su tako izbušeni da je isti poprečni presek svakog od predmeta izložen vazdušnoj struji. Klin, ili žica, koja se proteže od jedne stranice vertikalnog oslonca blizu vrha, služi kao kotva za lake gumene trake pričvršćene za šipku na svakoj stranici. To sprečava da se šipka suviše pomeri od osnovnog položaja kada se na jednoj strani vazdušnom strujom stvori veća vučna sila nego na drugoj.

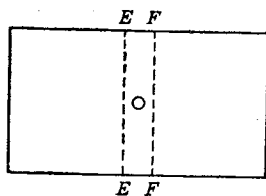
c. Napravite projekcionu ćeliju za vertikalni projektor (vidi stranu 74). Ova omogućava demonstriranje vazdušnog strujanja prilikom upotrebe profila (krila), ili predmeta u obliku strujnice. U ovom uređaju, relativno tanak sloj vazduha koji nosi vodenu paru, kreće se kroz demonstracioni deo projektor, a rezultati se projektuju na ekran. Pažljivo uglačajte i obradite dva komada drveta ($\frac{3}{4}$ inča \times $\frac{3}{4}$ inča \times 6 inča). Na svakom od ovih komada nacrtajte dve paralelne linije na razdaljini od $\frac{1}{4}$ inča (AA i BB na slici 478). Pomoću testere, duž ovih linija napravite zareze dubine $\frac{1}{4}$ inča. Sa dva staklena poklopca dijapozitiva privremeno postavljenih na svoje mesto, komad drveta C se iseče, izbuši i postavi (slika 479). Metalna komora ispod C može da bude napravljena od lakog metalnog lima, kao što



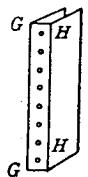
Sl. 478.



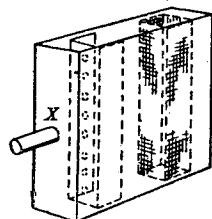
Sl. 479.



Sl. 480.



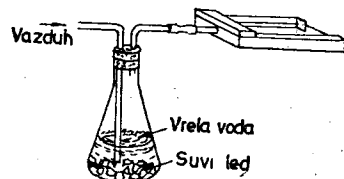
Sl. 481.



Sl. 482.



Sl. 483.



Sl. 484.

je, na primer, lim za konzerve. Isecite komad metalnog lima $3\frac{1}{4}$ inča \times $4\frac{1}{2}$ inča i u njegovom geometrijskom centru izbušite otvor (slika 480). Linije EE i FF nalaze se na razdaljini $\frac{1}{4}$ inča. Lim je savijen duž ovih linija.

Drugi komad metalnog lima (3 inča \times 1 inč) ima izbušene otvore $\frac{1}{16}$ inča u intervalima od $\frac{3}{16}$ inča i savijen je duž linija GG i HH, koje se nalaze na razdaljini od $\frac{3}{16}$ inča (slika 481).

Komad žičane mreže (3 inča \times 2 inča) savijen je ka unutrašnjoj strani duž četiri paralelne linije tako da se dobije „kutija” $\frac{3}{16}$ inča \times $\frac{3}{4}$ inča \times 3 inča (slika 481).

Dve ove pregrade zavarite u komori, a preko otvora u tački X (slika 482), zavarite komad bakarne cevi dužine 2 inča. U svaki od četiri zarez u kornadima drveta stavite tanak sloj lepila, pa onda postavite na svoje mesto staklene ploče i metalnu komoru. Svi delovi se sklope pre nego što lepak otvrdne. Jedna tanka drvena traka S zalepi se tako da prekriva spoj između metala i stakla.

Delovi profila i prepreka vazdušnoj struji oblikuju se od mekog drveta (slika 483). Svaki od njih treba da bude dovoljno velike debljine da može da stane između dve staklene ploče ćelije. Glavne dimenzije svakog od njih ne bi trebalo da budu veće od jednog inča. Možete napraviti žičanu alatku za podešavanje položaja svakog dela u ćeliji.

Uslovi koji stvaraju turbulenciju, efekat strujanja i ponašanje vazduha prilikom podizanja profila prikazuju se sa ćelijom postavljenom na postolje vertikalnog projektor, pošto se obezbedi para, da bi vazdušno strujanje bilo vidljivo (vidi sliku 10 na strani 75).

d. Upotrebite suvi led da bi vam strujanje vazduha bilo vidljivo. Nekoliko malih komada leda stavite u bocu koja ima čep sa dva otvora. U bocu sipajte vrelu vodu, ili iz izvora sabijenog vazduha, ili duvanjem, obezbedite vazduh (slika 484). Gasovi sa parom protiču kroz drugu cev u projekcionu ćeliju, pri čemu strujanje vazduha postaje vidljivo i projekcija omogućena. Neophodno je periodično uneti novu količinu vrele vode a takođe i promeniti suvi led.

ODELJAK 3.

HEMIJA

PRIRODA MATERIJE

Atomsko i molekularno kretanje

1. Mehanički analozi

a. Stavite porculanski ili stakleni disk, ili čeličnu ploču u horizontalni položaj. Izvesnu količinu staklenih kuglica izručite na ovaj disk sa visine od dve ili tri stope, a jednu sličnu ploču stavite nad ovu ploču, paralelno sa njom, na razdaljini od 4 do 6 inča. Udarajući o ploče kuglice se odbijaju pokazujući efekat molekula gasa koji se odbijaju od površine.

b. Potopite u vodu drveni cilindar (prečnika 3 do 6 inča). Iz kutije izručite olovnu sačmu tako da udara u gornji deo cilindra. Potapanje cilindra treba uporediti sa pritiskom u posudi za gas.

c. Napravite veliki stakleni cilindar tako što ćete izrezati i vrh i dno velike boce, kao što je staklena boca zapremine jednog galona (slika 485). Preko otvorenih krajeva postavite žičanu mrežu, a u bocu loptice za stoni tenis. Snažan električni ventilator pokretaće loptice za stoni tenis, predstavljajući efekat molekula gasa u kretanju. Ako je jedna loptica obojena, njeno kretanje može se lako pratiti.

d. Projektujte ovaj efekat upotrebljavajući uređaj opisan na strani 74.

2. Efekat molekularnog sudaranja

Uzmite staklenu cev prečnika približno $\frac{3}{4}$ i dužine 12 inča, koja je zatvorena na jednom kraju. Drugi kraj je stisnut i živa sipana do dubine od $\frac{1}{2}$ inča. Na živu stavite nekoliko komadića pulverizovanog obojenog stakla. Iscrpите vazduh iz cevi i zatvorite je. Kada se plamen prinese donjem kraju cevi, čestice stakla odskaču od površine, mada je površina žive prividno mirna. (Slika 486). Na ovaj način pokazuje se da je molekularno kretanje neophodno da bi se dobilo ovakvo pokretanje čestica. Treba voditi računa da se živa ne pregreje. Ceo uređaj može se nabaviti u trgovini.

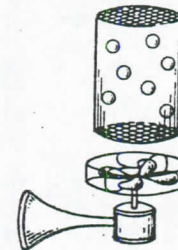
3. Braunovo kretanje

a. U trgovini se može nabaviti dimna kutija za prikazivanje Braunovog kretanja. Ona se sastoji od male komore koja se stavlja ispod mikroskopa. Komora se osvetljava iz položaja koji se približno nalazi pod pravim uglom u odnosu na osovinu mikroskopa i tako je napravljena da se čestice

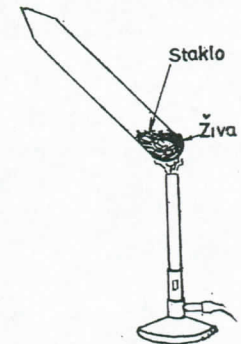
dima mogu povući u komoru (slika 487). Izvor svetlosti treba da bude sijalica snage najmanje 500 vati ili, još bolje, svetlosni luk. Mikroskop se podešava sve dok se ne vide čestice dima kako menjaju pravac uređenja, zbog sudaranja molekula medijuma u kome se nalaze.

b. Lako dunite prašak likopodijuma na površinu vode u maloj čeliji (slika 488), koja je intenzivno osvetljena odozgo, pod uglom od oko 45 stepeni u odnosu na horizontalnu ravan. Kretanje čestica može se posmatrati snažnim mikroskopom pod koji možete da stavite čeliju.

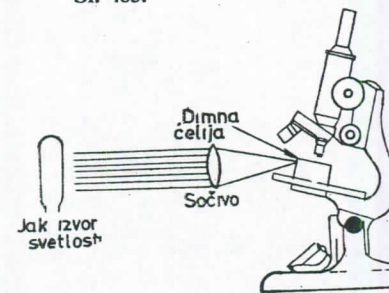
c. Napravite čeliju za posmatranje Braunovog kretanja spajajući četiri staklena poklopca mikroskopa u kutiju otvorenu na dvema stranama. Ovu kutiju prilepite otvorenom stranom nagore za srednji deo mikroskopske ploče. Drugu ploču isecite tako da vam bude poklopac za čeliju (slika 488). U čeliju stavite kap amonijum hidroksida, a zatim mali komad upijaće hartije, potopljene u hlorovodoničnu kiselinu, posle čega poklopite čeliju.



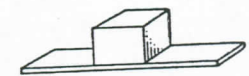
Sl. 485.



Sl. 486.



Sl. 487.



Sl. 488.

Kada dim amonijum hlorida ispuni čeliju, ovu treba postaviti na postolje mikroskopa. Pomoću snažne sijalice iza abažura sa otvorom prečnika $\frac{1}{4}$ inča osvetlite čeliju sa strane. Zrak pomoću sočiva usmerite ka unutrašnjosti ćelije. Slabi objektiv mikroskopa fokusira se na zrak u ćeliji a Braunovo kretanje posmatra kroz okular.

d. Projektujte Braunovo kretanje upotrebljavajući suspendovani koloidni rastvor. Pripremite zasićeni rastvor smole i alkohola. Dobićete koloid. Jednu kap stavite na mikroskop i prekrijte staklenim poklopcem. Sa mikroskopa uklonite okular. Cev mikroskopa stavite u istu liniju sa zrakom sve-

tlosti iz izvora (vidi sliku 26, na strani 91). Upotrebite vodenu ćeliju da smanjite grejanje objektiva. Nađeno je da je povećanje od 450 puta zadovoljavajuće. Lučna svetlost ili drugi intenzivni izvor daju dovoljno osvetljenje.

4. Difuzija

a. Demonstrirajte difuziju otvarajući bocu vodonik sulfida ili etra, u nekoj tački u sobi naloživši posmatračima da podignu ruke kada osele prisustvo mirisa.

b-1. Opremite poroznu šolju čepom sa jednim otvorom, koji je povezan sa bocom sa vodom začepljenom čepom sa dva otvora. U drugom otvoru nalazi se cev koja se završava mlaznikom (slika 489). Preko porozne šolje izvrnite krčag ili drugu posudu i stvorite atmosferu vodonika. Njegov veći iznos difuzije nego li čestica vazduha koje se već nalaze u šolji pokazuje mlaz vode koja ističe.

b-2. Umesto porozne šolje može da se upotrebi mala saksija za cveće sa čepom.

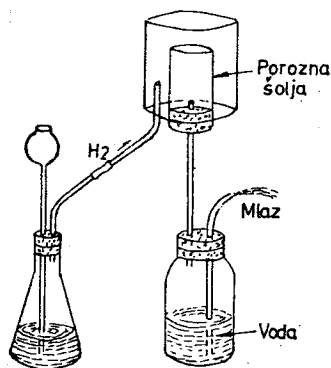
b-3. Glinena lula, čija je glava zatvorena čepom od tvrde gume može da se upotrebi tako što ćete kamaš povezati sa bocom koja se nalazi ispod lule.

b-4. Može se upotrebiti i komad gumene opne koja je pričvršćena za kraj čičkove cevčice pomoću gumene trake.

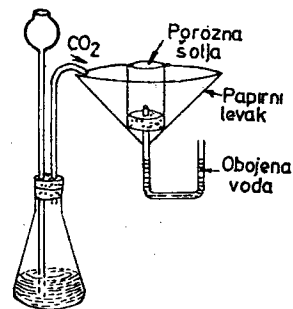
b-5. Možete upotrebiti nesatiniranu hartiju, kao što je, na primer novinska hartija, tako što ćete je omotati oko dva čepa, od kojih je jedan pun, a drugi ima jednu rupu. Hartiju pričvrstite za čepove pomoću lepljive trake.

b-6. Za teški gas, kao što je ugljen dioksid, porozna šolja može se postaviti u veliki stakleni ili papirnati levak (slika 490). Posle difuzije ugljen dioksida u šolju, levak se može ukloniti radi proučavanja naredne brzine difuzije. Manometar sa obojenom vodom pokazuje promene pritiska.

c. Postavite male posude (za topljenje) sa bromom na ravnoj površini. Preko svake od njih stavite izvrnutu bocu koja sadrži drugi gas, na primer, vodonik i kiseonik. Relativna brzina difuzije može se posmatrati preko brzine bojenja gasa u bocama.



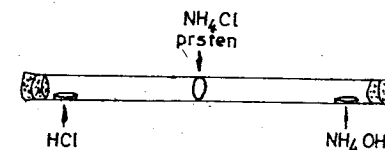
SI. 489.



SI. 490.

Upozorenje: zbog prirode broma ovu demonstraciju treba izvoditi pod odvodnim levkom za gasove.

d. Izvršite kvantitativno proučavanje brzine difuzije sa cevima prečnika od 3 do 6 cm, i dužine od 30 do 100 cm. Hlorovodoničnu kiselinu i amonijum hidroksid u malim porculanskim čančićima, ili posudama za topljenje unesite na suprotne krajeve. Neposredno posle unošenja čančića postavite pune čepove na krajeve cevi da biste izbegli strujanje vazduha (slika 491). Na mestu gde se pare dva hemijska jedinjenja susreću, formira se mešavina amonijum hlorida. Račun pokazuje da je brzina difuzije obrnuto proporcionalna kvadratnom korenu gustine gasa.



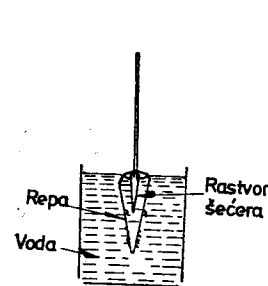
SI. 491.

Umesto porcelanskih čančića, u svaku ovu tečnost možete potopiti komad vate i staviti ga na kraj cevi. Dobićete rezultate koji se mogu uporediti sa onima koje smo malo pre opisali.

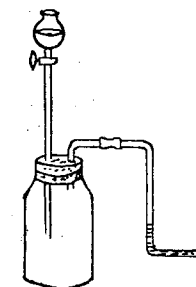
e. Posmatrajte difuziju u želatinu. Pustite da se bistri želatin stvrdne u epruveti. Približno ista količina obojenog želatina zatim se stavi na vrh, a preko toga prevuče sloj parafina. Relativne brzine difuzije mogu se posmatrati narednih časova i dana. Želatin može da se oboji sa nešto malo fuksina (crvena trifenil metanska boja) ili pomoću druge boje.

5. Osmoza

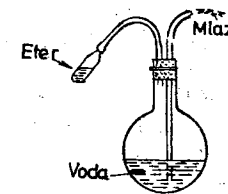
a. Upotrebite membrane povrća da pokažete osmozu. Izbušite šargarepu, ili repu u sredini i u taj otvor postavite čep sa jednim otvorom sa staklenom cevi (slika 492). U taj otvor stavite koncentrovani rastvor šećera. Čep sa staklenom cevi učvršćen je pomoću parafina, a povrće stavljeno u posudu sa vodom. Izvršite ispitivanje posle nekoliko sati.



SI. 492.



SI. 493.



SI. 494.

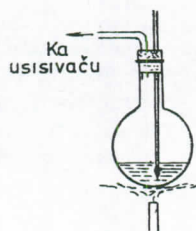
b. Hemijsko „baštensko cveće“ je rezultat osmotskog dejstva. Poželjno je upotrebiti rastvor vodenog stakla (natrijum silikata) specifične težine 1,1. U 400 mililitara ovog rastvora u posudi ubacite komade sulfata bakra, gvožđa, nikla i aluminijuma, hloride bakra i gvožđa i nitrata bakra, gvožđa, kobalta, nikla i kalcijuma. Iz ovih komada „cveće“ brzo raste. Silikati formiraju membranske kesice koje imaju visoku koncentraciju u unutrašnjosti, čime se podstiče brzi razvoj kesica.

c. Prekrite čičkovu cev celofanom, ili životinjskom membranom, kao što je, na primer, svinjska bešika. U cev stavite koncentrovani rastvor šećera ili soli i bezbedno pričvrstite membranu. Stavite je u posudu sa vodom. Posmatrajte je u roku od nekoliko dana i uočite dizanje tečnosti u cevi.

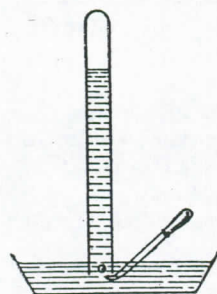
6. Pritisak pare

a. Pokažite da tečnosti imaju pritisak pare (napon pare) tako što ćete bocu začepiti čepom sa dva otvora; u jednom se nalazi jednocevni manometar, a za levak izdvajanje u drugom (slika 493). Bocu malo zagrejte da biste podstakli isparavanje. U levak, sipajte tečnosti, na primer, alkohol kap po kap. Uočite očitavanje na manometru. Promena očitavanja na manometru je mnogo veća no promena koju daje prvobitna zapremina nekoliko kapi tečnosti koju unosite u bocu.

b-1. Začepite bocu čepom sa dva otvora. U jednom se nalazi mlaznik (slika 494). Boca je delimično napunjena toplom vodom. Iz bočice cevi unesite etar pritiskom na pumpicu. Mlaz vode koji ističe pokazuje isparavanje etra.



SI. 495.



SI. 496.

b-2. Začepite bocu čepom sa jednim otvorom, kroz koji prolazi staklena cev i dolazi do dna boce. Cev se spolja završava mlaznikom. Staklence sa etrom se pomoću gumene trake drži unutar cevi, iznad vrele vode u boci. Etar se unosi naginjanjem boce.

c-1. Pokažite odnos pritiska pare i ključanja podizanjem temperature vode u boci na 80° ili 90° Celzijusa (slika 495). Ako se zatim iz boce iscrpi vazduh, voda ključa.

c-2. Pokažite odnos hlađenjem boce sa vrelom vodom da biste izazvali ključanje (vidi stranu 253).

d. Pokažite smanjenje pritiska pare sa smanjenjem temperature (vidi stranu 61).

e. Pokažite efekat grejanja „pulsne staklenske“ (vidi stranu 252).

f. Izmerite pritisak pare tečnosti (na datoj temperaturi) upotrebljavajući zatvorenu staklenu cev kao što je barometarska cev, koja je ispunjena živom i okrenuta iznad posude sa živom. Živa pada odozgo; zabeležite njen nivo. Pomoću medicinske kapaljke sa krivim vrhom, unesite kap ili dve tečnosti kao što je, na primer, etilalkohol ili etar. Živa pada (slika 496). Kada se doda dovoljno tečnosti da se mala količina tečnosti vidi na površini žive (koja više ne pada), očitajte novi nivo. Razlika u nivoima predstavlja pritisak pare na temperaturi na kojoj je uneta tečnost.

g. Izvršite poređenje pritiska pare raznih tečnosti upotrebljavajući četiri cevi živinog barometra. Jedna od njih sadrži samo živu. U drugoj cevi nalazi se nekoliko kapi vode, koja je unesena pomoću medicinske kapaljke; u trećoj, nekoliko kapi alkohola; u četvrtoj, nekoliko kapi hloroforma, ili etra. Relativni pritisci pare na ovaj način pokazani su padom žive u svakoj cevi. Oko svake cevi može se obmotati zagrejeni kalem, da bi se pokazao efekat toplote na pritisak pare.

h. Utvrdite pritisak pare hidratiranih soli tako što ćete uneti male kristale u cevi opisane u (g).

i. Pokažite efekat rastvora čvrstih materija u vodi na pritisak pare pomoću više tačke ključanja. Ovo može da se ilustruje rastvaranjem soli, šećera, ili bilo koje druge lako rastvorljive čvrste materije i utvrđivanjem tačke ključanja.

Atomske i molekularne sile

1. Površinski napon

a. Smanjenje površinskog napona pomoću kamfora može da izazove kretanje. Izrežite brodić od mekog drveta. Njegova dužina je približno dva inča. Na njegovom zadnjem delu isečeno je malo udubljenje u koje može da stane komad kamfora veličine graška. Kamfor treba da bude jednom trećinom topljen. Smanjenje površinskog napona na zadnjem delu broda izaziva njegovo kretanje unapred.

b-1. Upotrebite sapun da bi smanjili površinski napon. Kraj kratkog malog drveta, na primer palidrvca, nasapunjen je i postavljen u vodu. Sapun okreće „brodić“ po površini.

b-2. Vežite svileni konac dužine šest inča tako da napravite petlju koja plivi po vodi. Komadom vlažnog sapuna dodirnite vodu unutar petlje koja će istog trenutka postati savršen krug.

b-3. Dunite film talka ili praška likopodijuma lako na vodu. Ugлом vlažnog komada sapuna dodirnite vodu. Prah će se udaljavati od tačke dodira zbog smanjenog površinskog napona koji je postignut rastvaranjem sapuna.

b-4. Spustite polako iglu ili nožić za brijanje na površinu vode tako da pluta. Možda ćete morati da provučete iglu između prstiju da biste joj napravili tanku prevlaku masti. Iglu ili nožić za brijanje spustite pomoću

komada hartije. Dodavanje veoma male količine rastvora sapuna izaziva potapanje ovog predmeta.

c. Upotrebite alkohol da smanjite površinski napon. Dva palidrvcaeta ili čačkalice za zube plutaju po površini vode na razdaljini od oko jednog inča. Kanite kap alkohola između njih. Oni će se razdvojiti.

d. Površinski napon omogućava da se podigne nivo vode iznad posude u kojoj se voda nalazi. Napunite posudu vodom. U posudu ubacite veliku količinu malih komada žice ili igala, dok voda ne počne da se prelijeva. Na ovaj način tečnost u posudi podiće se iznad ruba posude.

e. Upotrebite sredstvo za kvašenje. Napravite 0,1% rastvor aerosola OT. (Aerosol OT je dioktil estar natrijum sulfoksinata). Stavite jednu pored druge posudu sa ovim rastvorom i posudu sa čistom vodom. Na obe tečnosti nanosite sumporni prah. U aerosolu OT on će tonuti kao pesak, dok će po površini vode plutati. Drugi način za izvođenje ovog eksperimenta je da se sumpor stavi na površinu čiste vode u obe posude i da se zatim doda sredstvo za kvašenje.

U dve posude sa tečnostima možete da ubacite smotuljke ili vlakna pamuka, pa uočite njihovo suprotno ponašanje.

f. Pomoću staklenih cevi pričuvajte kapilarno dejstvo. Efekat unutrašnjeg prečnika cevi pokazaće se ako upotrebite niz cevi različitog prečnika, postavljenih krajevima u posudu sa vodom.

g. Napravite veoma finu staklenu kapilarnu cev. Dobićete vidljiviji efekat ako upotrebite vodu obojenu mastilom.

h. Stavite kapilarnu cev u vodu i utvrdite položaj meniskosa. Zatim je stavite u živu i u ovom slučaju uočite depresiju meniskosa.

i. Postavite suženu staklenu cev u horizontalni položaj. Stavite kap vode u širok kraj. On će se kretati ka suženom kraju zbog kapilarnog dejstva (slika 497). On će početi da se vraća ka širem kraju kada se primeni pritisak. Kapi žive deluju obrnuto. Ovi eksperimenti mogu se prikazati projiciranjem.

f. Pomoću ugla upijaće hartije pokupite kap mastila zahvaljujući kapilarnom protoku. Lako se može videti uticanje mastila u upijaću hartiju.

k. Držite kocku šećera delimično pod površinom kafe u šolji. Uticanje kafe u kocku pokazuje kapilarno dejstvo.

l. Napunite staklenu cev peskom i stavite je jednim krajem u posudu za vodu. Zbog kapilarnog dejstva voda će se podizati kroz pesak. Ako istovremeno u vodu stavite cevi sa finim i krupnozrnim peskom možete posmatrati efekat razlika u materijalima.

m. Dve čiste staklene ploče spojene su duž jedne ivice i odvojene duž druge pomoću čačkalice za zube (slika 498). Gumene trake drže ih u ovom položaju. Ovaj uređaj postavite ivicom u vodu. Voda će se ispinjati u obliku hiperbole.

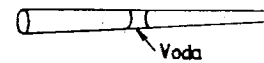
2. Kohezija i athezija

a. Postavite dva komada ravnog stakla jedan uz drugi. Kada učinite napor da ih odvojite u smeru koji je upravan na njihovu površinu, uočićete kohezionu silu. Kapi vode kanute između površina pojačavaju efekat i iza-

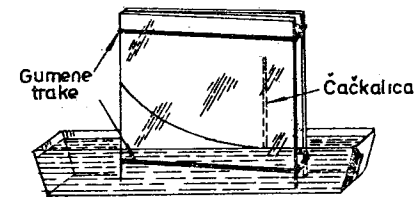
zivaju atheziju. Ove ploče možete držati pomoću gume za čišćenje vodonih instalacija, tako što ćete po jednu gumu staviti na svaku od njih.

b. Isecite šipku kalaja i pažljivo zagladite krajeve. Prislonite dva kraja i snažno ih pritisnite. Oni će ostati spojeni, pokazujući kohezionu silu koja dejstvuje između njih.

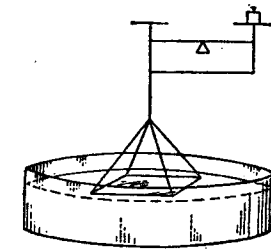
c-1. Obesite staklenu ploču o jedan krak vage tako što će se konci pričvrstiti za staklo pomoću voska za pečaćenje (slika 499). Pošto se vaga uravnoteži, stavite posudu sa vodom tako da njena površina jedva dodiruje staklenu ploču. Dodajte tegove na tas vage sve dok koheziona sila vode ne bude savladana i staklena ploča povučena na gore.



Sl. 497.



Sl. 498.



Sl. 499.

c-2. Uočite silu koja drži vodu za staklo (athezija).

d. Primere athezije možete naći u slivanju kišnih kapi niz staklene prozore i niz drvo, lepljivosti raznih materijala, prijanjanju krede za školsku tablu, i slično.

2. Elastičnost

a. Demonstrirajte elastičnost pomoću opružne vage ili drugih kalemova čelične žice, kao što je na primer opruga za zatvaranje vrata.

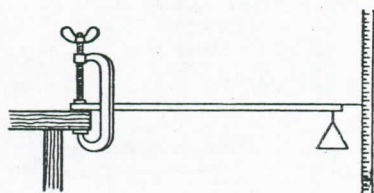
b. Posmatrajte elastične osobine čelika, gume stakla i drveta, tako što ćete bacati kuglice od ovih materijala o tešku čeličnu ploču.

c. Proučite elastičnost žice pomoću komada čelične ili klavirske žice dužine 8 ili 10 stopa. Ova žica pričvršćena je za kruti oslonac, kao što je, na primer, kuka ugrađena u tavanicu. Žica treba da bude prava i bez krivina. O njen donji kraj pričvrstite vešaljku za tegove, a neposredno iznad nje pričvrstite za žicu malu stezaljku. Blizu žice stavite stožer. Za suprotni kraj metra, koji se upotrebljava kao poluga, pričvršćena je skazaljka, a u njenoj blizini postavljena skala (slika 500). Prilikom dodavanja tegova, sa svakim povećanjem opterećenja treba beležiti položaj kazaljke. Da biste bili sigurni da se granica elastičnosti neće prevazići, tegove treba sklanjati posle svakog dodavanja, tako da se uverite da se žica vraća u svoj prvobitni položaj.

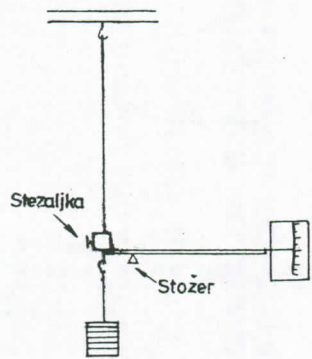
4. Savijanje

a. Proučavajte savijanje šipke ili noža tako što ćete pričvrstiti jedan kraj za oslonac, a na drugi kraj stavljati tegove (slika 501). Za individualni rad može vam dobro poslužiti testera. Za demonstraciju možete upotrebiti veće predmete, kao što su, na primer, komadi drveta (drveni metar). Za slobodan kraj predmeta treba pričvrstiti kazaljku, a u njenoj blizini postaviti skalju. Prilikom dodavanja tegova, beležite savijanje prilikom svakog povećanja opterećenja.

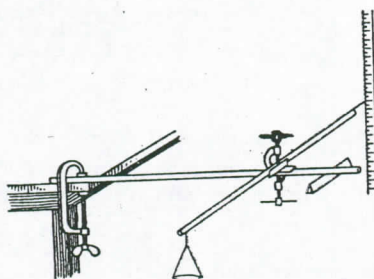
b. Materijal koji želite da proučite može da bude oslonjen na oba kraja, a opterećenje da se dodaje po sredini. Utvrdite veličinu savijanja, sa svakim povećanjem opterećenja.



Sl. 501.



Sl. 500.



Sl. 502.

5. Torzija

Pomoću šipke koja je pričvršćena jednim krajem za ploču stola, proučavajte torziju. Na drugom kraju druga šipka kruto je pričvršćena pod pravim uglom za prvu šipku. Neposredno ispod slobodnog kraja prve šipke postavljen je stožer, a na kraju poluge vešaljka za tegove. Na drugom kraju postavljeni su skazaljka i skala (slika 502). Dodajte tegove i uočite kretanje kazaljke sa svakim ovakvim dodavanjem. Možete izvršiti dva poređenja. Za ovaj eksperiment možete da upotrebite opremu koja se može nabaviti u trgovinama.

6. Smicanje

a. Proučavajte smicanje odsecanjem listova materijala iste vrste, ali različite debljine (na primer, gvođenog lima).

b. Uočite relativno teško smicanje raznih vrsta materijala (na primer, gvožđa i kartona).

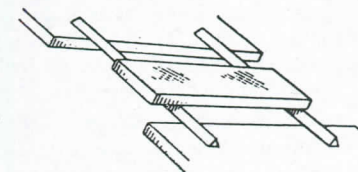
c. Demonstrirajte dejstvo smicanja upotrebom špila karata ili listova hartije. Gurajući ustranu gornju kartu ili list, ostale karte u špilju ponašaju se u velikoj meri kao molekuli u komadu metala prilikom smicanja.

7. Naponi

(Vidi strane 316 i 317).

8. Viskozitet

(Vidite strane 249 i 250).



Sl. 503.

9. Fizičko ustrojstvo

Pokažite svojstvo izdržljivosti stvoreno fizičkim ustrojstvom materijala, tako što ćete saviti komade papira da biste napravili nosače (slika 503). Ovakvi nosači nosiće relativno velike terete, dok je bez savijanja, moć održavanja veoma mala. Slično, listove papira možete umotati i napraviti cevi koje će nositi veća opterećenja. List hartije može se upresti da napravite konopac. Kao konopac, on je jači.

Atomska i molekularna struktura

1. Modeli

a-1. Prikažite raspored elektrona u orbitama atoma (u dve dimenzije na ploči od šper-ploče na kojoj su ucrtani krugovi ili elipse. U svakoj orbiti izbušite dovoljan broj otvora u koji mogu da stanu čepovi koji će predstavljati maksimalni broj elektrona u toj orbiti (slika 504). Ovi čepovi mogu da budu kratki komadi obojenih klinova ili drveni markeri za golf. Ploča može imati dimenzije tri do četiri inča po stranicama i postolje.

a-2. Ova ploča može da se napravi od daske za prevlačenje zidova, od relativno mekog drveta. Orbite su prikazane kao što je rečeno u (a-1). Sitni ekserčići za crtanje predstavljaju elektrone.

b. Upotrebite glinu za modeliranje; kuglica od gline predstavlja jezgro atoma. Žice različitih dužina, koje odgovaraju orbitama, postavljene su u glinu u raznim smerovima. Glinene kugle koje predstavljaju elektrone postavljene su na spoljne krajeve žica (slika 505). Na ovaj način možete prikazati kolikogod je potrebno orbita i razne atome spajajući modele raznih atoma, moguće je prikazati hemijske reakcije.

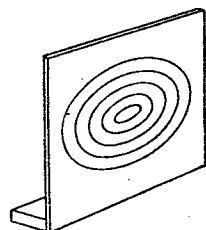
c. U trgovinama se mogu nabaviti modeli koji se upotrebljavaju za proučavanje hemijskih reakcija i proučavanje konfiguracije molekula.

2. Veličina molekula

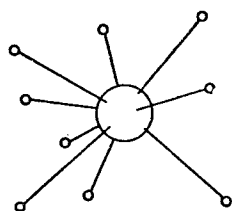
a. Napravite kocku od lakog materijala (šperploča ili karton) sa stranicama od 23,2 santimetra. Zapremina kocke je 22,4 litra. Na njenom spoljnom delu možete ispisati obaveštenje, na primer: „Zapremina 22,4 litra na 0°

Celzijusa i pri pritisku od 760 mm". Na kocku možete takođe upisati težine raznih gasova u tim uslovima, i broj molekula pod standardnim uslovima ($6,06 \times 10^{23}$). Jedan ugao kocke može da bude obeležen da bi pokazao dimenzije jednog litra.

b. Pomoću rastvora etil alkohola i vode pokažite očevidno ispunjavanje prostora između različitih supstanci zahvaljujući molekulima. Jednu biretu ispunite otprilike do jedne trećine njene zapremine vodom, tačno utvrdivši količinu vode. Dodajte sličnu količinu alkohola, vodeći računa da se ove dve tečnosti ne izmešaju. Očitajte konačnu zapreminu, a količinu dodatnog alkohola utvrdite oduzimanjem. Ovu biretu začepite i okrenite nekoliko puta da bi se tečnosti izmešale. Konačno očitavanje pokazuje smanjenje ukupne zapremine, što govori o „ispunjavanju” prostora molekulima.



Sl. 504.



Sl. 505.

c. Izračunajte Avogadrov broj iz tačno utvrđene zapremine vodonika koji se oslobađa elektrolizom vode. Za tačno merenje vremena protoka elektriciteta upotrebite dvostruki polužni prekidač. Treba upotrebiti precizan ampermetar. U Hofmanovu cev stavite zakiseljenu vodu i pustite aparat da radi od 15 do 30 minuta da bi se rastvor zasitio vodonikom. Zatim, dva kraka ponovo napunite tečnošću. Pošto se vodonik prikupio, izjednačite pritisak duvanjem u tački X, sa otvorenom slavinom da bi se izjednačila visina kiseonika i vodonika u cevima (slika 506). Zatim se voda u rezervoaru pomoću sifona podigne na isti nivo, a tada očitava zapremina vodonika. Ona se koriguje za temperaturu i pritisak. Za dalje određivanje valja promeniti tečnost u rezervoaru.

$$N = \frac{T \times I \times 22.400}{V \times e \times 2}$$

gde je T = vreme u sekundama

I = prosečna jačina struje

V = korigovana zapremina

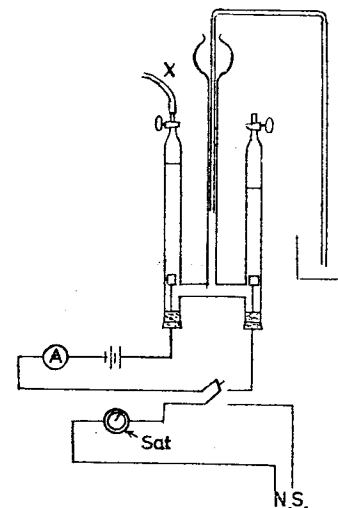
e = naelektrisanje elektrona ($1,5,921 \times 10^{-19}$ kulona)

3. Radioaktivnost

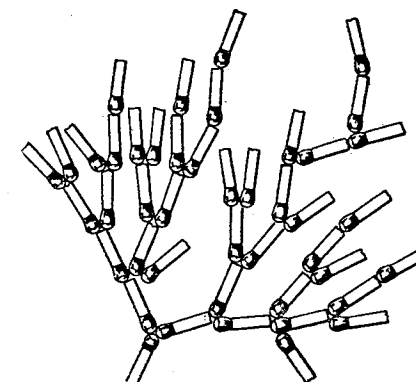
a. U trgovini se može nabaviti spintariskop. On se sastoji od jedne metalne igle koja nosi malo radioaktivne soli. Ona se postavlja na $1/8$ inča

iznad ekrana prevučenog fosforescentnim cink sulfidom. Ovo se stavi na kraj jedne kratke cevi; na drugom kraju cevi je sočivo koje je fokusirano na ekran. U mračnoj sobi jasno se može videti efekat radioaktivnosti.

b. Mikroskopske pločice prevučene radioaktivnim materijalom mogu se nabaviti u trgovinama. U mračnoj sobi ovakvu ploču ispitajte pod mikroskopom.



Sl. 506.



Sl. 507.

c. Pod mikroskopom, u tamnoj prostoriji ispitajte kazaljku sata ili zidnog časovnika prevučenu radioaktivnom bojom.

d-1. Pospite po kartonu deset grama uranijumove ili torijumove soli. Na osetljivu fotografsku ploču stavite ključ ili drugi mali metalni predmet. Postavite je preko kartona na koji ste posuli radioaktivnu so. Posle tri ili četiri dana razvijte ploču u tamnoj prostoriji. Na ploči ćete otkriti obrise ključa.

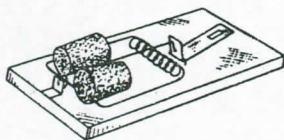
d-2. Umesto torijumove soli možete da upotrebite radioaktivni deo spintariskopa.

4. Lančana reakcija

a. Nezapaljane šibice, sa skraćenim drvcima, postavite u lanac koji se grana prema slici 507. Paleći šibicu na donjem levom uglu, otpočinje reakcija. Brzina reakcije utvrđuje se dužinom šibice posle odsecanja, koja može da bude od $3/8$ inča do $5/8$ inča.

b. Postavite 40 do 50 mišolovki u pravilnim redovima (na primer 6 redi sa osam mišolovki u svakom), tako da su mišolovke blizu jedna drugoj. Napnite svaku mišolovku i postavite dva plutana čepa na zamku svake od

njih (slika 508). Postavite paralelno stolu komad kartona ili šperploče koji će skretati čepove na oko jednu stopu iznad mišolovki. Njegove dimenzije treba da budu približne dimenziji površine koju prekrivaju mišolovke. Rupu u sredini kartona upotrebite da optočnete „reakciju“. Jedan od čepova bacite kroz rupu da biste aktivirali jednu mišoloku. „Neutroni“ koji se od bacuju produžavaju reakciju, iako neke mišolovke nisu otkaçene, slično analognoj lančanoj reakciji sa U-235.



Sl. 508.

PRINCIPI HEMIJE

Relativne jačine kiselina

Pripremite rastvore HCl, H₂SO₄ i HC₂H₃O₂, razblažujući svaku od ovih kiselina stavite u po tri bočice od 500 mililitara. Isecite magnezijumske trake dužine 1/2 inča i po jedan takav komad stavite u svaki od tri gumena balona, čija ćete grla postaviti preko otvora staklenih boca. U datom trenutku, svi baloni će se podići i komadi metala pasti u kiselinu. Relativno širenje balona ukazuje na relativnu aktivnost kiselina u bocama.

Amfoterizam

a. Stavite 10 grama aluminijumskih opiljaka u epruvetu i dodajte 100 mililitara 6N HCl. Videćete da je prikupljeni gas H₂. U drugu epruvetu sa aluminijumskim opiljcima dodajte 6N NaOH, i ponovo ćete kao proizvod dobiti H₂.

b. Pripremite amfoterično jedinjenje cink hidroksida dodajući malu količinu rastvora NaOH u Zn(NO₃)₂ rastvor, dok se ne formira gusti talog. Pazite da ne dodate previše NaOH. Rastvor sa talogom podelite u dva dela. Jednom dodajte rastvor NaOH sve dok ne iščezne, pri čemu će Zn(OH)₂ delovati kao H₂ZnO₂, a proizvod će biti Na₂ZnO₂. Drugoj polovini dodaje se HCl dok talog ne iščezne. Kiselina neutralizuje Zn(OH)₂, proizvod koji se dobija je ZnCl₂.

Kataliza

a. Pokažite efekat katalizatora tako što ćete staviti dva grama KClO₃ u po dve epruvete. U jednu od njih pažljivo dodajte jedan gram MnO₂ i pažljivo izmešajte. Dva Bunsenova plamenika podesite tako da daju što je više moguće podjednake plamenove. Zagrejte dve epruvete i iznad vode prikupite proizvedeni O₂. Uočite efekat MnO₂.

b. Napravite homogenu smešu tri grama cinkovog praha i šest grama joda u prahu i ovo stavite na metalnu ploču. Do reakcije ne dolazi sve dok se fini mlaz vode ne usmeri na smešu. Tada se odigrava brza reakcija

c. Ispunite posudu do 400 ml metil alkoholom do dubine od 1 inča. Napravite kartonski poklopac sa 2 do 4 otvora prečnika 5 mm. Sa unutrašnje strane poklopca obesite kalem platinske žice 1/2 inča iznad površine tečnosti. Žicu zagrejte do crvenog usijanja u plamenu, zatim je brzo spu-

stite u posudu. Vrela platina katalizira oksidaciju alkoholne pare; otvorena toplota održava žicu zagrejanom.

d. Kocka šećera koja se nalazi u plamenu topi se, ali ne gori (usijava se). Druga kocka šećera, na koju ste posuli pepeo od duvana, može da se zapali jer pepeo deluje kao katalizator.

Hemiluminiscencija

a-1. Rastvorite dva grama bergamotovog ulja u 30 grama etil alkohola. Dodajte pola grama natrijum hidroksida ili kalijum hidroksida i ovome dodajte 2 grama natrijum peroksida, 2 grama vodoničnog peroksida i 2 grama natrijum hipohlorita. Tokom reakcije koja se odvija emituje se svetlost.

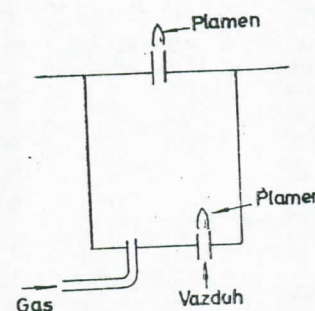
a-2. Umesto bergamotovog ulja u (a-1) upotrebite čileanski prah koji je potopljen u etil alkohol. Zatim dodajte druge sastojke kao što je napred rečeno.

b. Brzo izmešajte zapreminu od tri procentnog vodoničnog peroksida i 1/100 molarog rastvora pirogalola u boci sa okruglim dnom. Istu zapreminu od 1/100 molarog rastvora kalijum permanganata dodajte odmah posle prvog dodavanja. U veoma kratkom periodu vremena dolazi do emitovanja svetlosti.

c. Demonstrirajte hemiluminiscenciju upotrebom luminola (3-aminofthalhidrazida). Jedan gram luminola rastvorite u 100 mililitara 5% natrijum hidroksida. U drugoj boci rastvorite 2,5 grama K₃Fe(CN)₆ u 100 mililitara 3% vodoničnog peroksida. U jednu veliku posudu sipajte jednake zapremine ova dva rastvora. Mešanjem dolazi do sjajne luminiscencije. U svakom od ovih eksperimenata, završna operacija treba da se izvodi u tami da bi se dobili dobri rezultati.

Sagorevanje

Pokažite recipročnu prirodu sagorevanja, sagorevajući gas u vazduhu i istovremeno vazduh u gasu. Jedna staklena cev dužine 6 inča i prečnika 2 ili više inča ima na svojim krajevima zaptivene metalne limove (slika 509). Jedan ovakav lim ima otvor u koji može da se stavi metalna cev; drugi ima dva otvora; kroz jedan od njih se pušta gas. U drugom se nalazi metalna cev, koja se skida dok gas utiče u posudu. Gas se pali na cevi na vrhu i kod otvora na dnu. Kada cev koju ste uklonili ponovo stavite vazduh će ulaziti. Plamen će i dalje goreti unutar posude, pri čemu prividno gori vazduh.



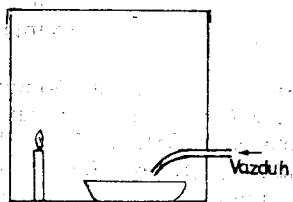
Sl. 509.

Eksplzija prašine

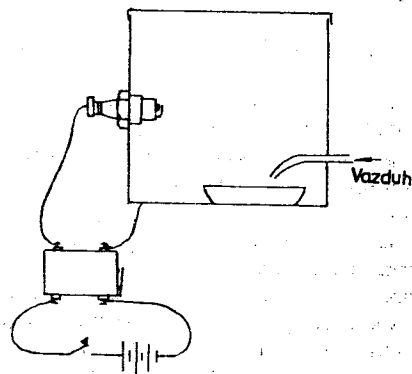
Metalna posuda, sa kapkom koji dobro ali ne suviše čvrsto naleže opremljena je jednom kratkom staklenom ili metalnom cevi. Cev je savijena

unutar kutije nadole, da bi usmeravala vazdušnu struju prema posudi za isparavanje (slika 510). Stavite u posudu nekoliko grama likopodijumovog praha, brašna ili štirka u prahu. U posudu stavite kratku, zapaljenu sveću. Kapak brzo postavite na svoje mesto i dunite mlaz vazduha u cev raspršavajući prah. Dolazi do eksplozije praha, koja će izbaciti kapak na posudi. Pre upotrebe, brašno dobro osušite.

Umesto sveće možete upotrebiti automobilsku svećicu, koja će se napajati pomoću indukcionog kalema. U zidu posude izbušite otvor i u njega stavite automobilsku svećicu. Jedan priključak kalema je pričvršćen za posudu da bi se dobilo zatvoreno kolo (slika 511).



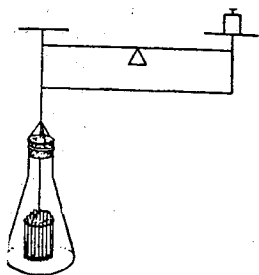
Sl. 510.



Sl. 511.

Održanje materije

Omotajte žicom nekoliko palidrvaca i obesite ih tako da njihove glavice dodiruju dno velike boce. Bocu dobro začepite i okačite na jedan krak vage, pa vagu dovedite u ravnotežni položaj (slika 512). Pomoću plamenika grejte dno boce sve dok se palidrvca ne zapale. Ova reakcija neće poremetiti ravnotežu. (Možda ćete morati da uklonite čađ koja će se nataložiti od plamena iz plamenika.)



Sl. 512.

Slično, jednu epruvetu sa rastvorom BaCl_2 spustite u veliku bocu koja je do pola ispunjena rastvorom Na_2SO_4 . Ona se oslanja na grlo boce, koja je začepljena i pažljivo izmerena. Okrenite bocu i onda, posle reakcije, ponovo je izmerite.

Prosti gasovi

1. Vodonik

a. Stavite nekoliko komadića čistog aluminijuma u epruvetu, ili omanju bocu, a zatim dodajte malu količinu koncentrovanog rastvora NaOH . U epruvetu postavite čep sa jednim otvorom, za koji je pričvršćena gumena cev koja vodi do posude za prikupljanje iznad vode.

b. Postavite čisto komade kalcijuma u malu bocu i dodajte vodu. Podignite cev za prikupljanje. Da biste ubrzali reakciju možete vodu nešto ugrijati.

c-1. Stavite čiste trake magnezijuma u cev za sagorevanje (možete upotrebiti veću pireks-cev) i propustite malu struju pare preko metala. Dovodna cev je povezana sa cevi za sagorevanje, koja se zagreje pomoću Bunsenovog plamenika (slika 513). Pošto je vazduh isteran iz sistema, dovodna cev se stavlja pod posudu za prikupljanje. Cev snažno zagrejte, tako paleći magnezijum. Vodonik će se sakupiti u okrenutoj posudi.

c-2. Zagrejte vodu do snažnog ključanja i zapalite komade magnezijuma u kašiki za sagorevanje i spustite ih brzo u bocu čim se plamen ugasi. Bocu brzo zatvorite (slika 514). Vodonik se prikuplja iznad vode.

d. Propustite paru preko zagrejanih gvozdjenih opiljaka u gvozdenoj cevi (prečnik $\frac{3}{4}$ inča, dužina 20 inča). Opiljke držite pomoću nesabijene fine čelične vate i zagrejte. Kada je cev crvena i para ističe slobodno iz boce, para se uvodi u zagrejanu cev. Pošto je vazduh isteran iz cevi prikupite vodonik (slika 515).

e. Metode koje se obično upotrebljavaju su: reakcija rastvora H_2SO_4 i cinka; reakcija natrijuma i vode; elektroliza vode.

2. Kiseonik

a. Stavite 20 grama Na_2O_2 u suhu Erlenmajerovu bocu. U gumeni zatvarač sa dva otvora stavite levak-kapaljku i odvodnu cev. Dodajte vodu kap po kap i nad vodom prikupljajte kiseonik.

b. Grejte razna jedinjenja kao što su BaO_2 , HgO i KNO_3 . Količinu od 10 do 15 grama stavite u pireksnu epruvetu i jako zagrejte.

c-1. Oslobodite kiseonik iz H_2O_2 dodajući oko jedan gram MnO_2 u 50 mililitara 3% H_2O_2 u maloj boci. Gas se može prikupiti iznad vode, ili direktno utvrditi pomoću tinjajuće treske.

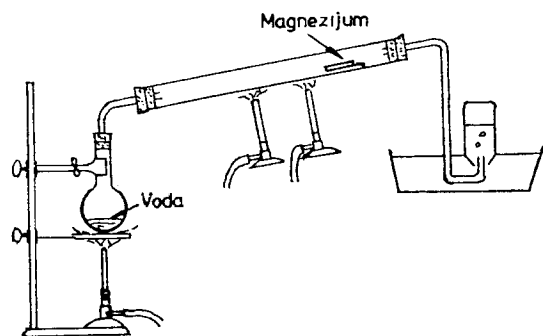
c-2. Dodajte nekoliko mililitara razblaženog rastvora NaOH u H_2O_2 u (c-1) umesto MnO_2 .

d. Najčešće se koriste sledeće metode zagrevanja KClO_3 .

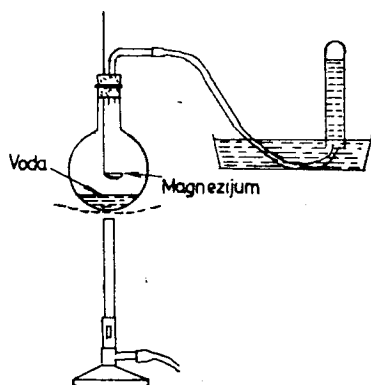
3. Reakcija kiseonika i vodonika

a. Uz pažnju, eksplozivna priroda smeše H_2 i O_2 može se bezbedno pokazati korišćenjem teške gvozdene cevi (prečnika 2 inča i dužine 15 inča). Na jednom njenom kraju narezana je loza za zatvarač na zavrtanj. Ovaj zatvarač je izbušen i obrađen tako da se u njega može da postavi svećica automobila (slika 516). U cev uvedite smešu H_2 i O_2 , ili H_2 i vazduha. Na otvoreni kraj stavite plutani čep. Povežite indukciono kolo. Začepljeni kraj cevi usmeri se prema tavanici i strujno kolo zatvori.

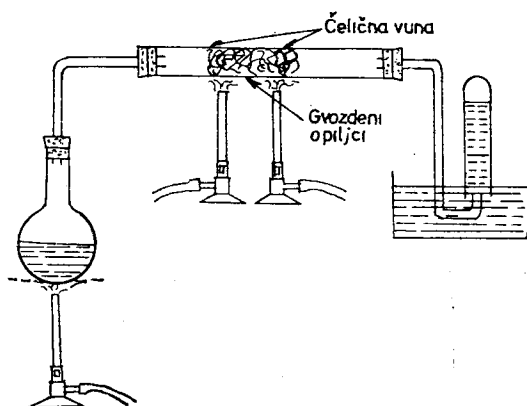
b. Pomoću eudiometra pokažite odnos zapremina u kojima se jedine gasovi. U trgovinama se može nabaviti nekoliko vrsta eudiometara. Prostiji oblik je Bunsenov tip eudiometra (slika 517). U blizini zatvorenog kraja kroz staklo su postavljene dve platinske žice koje su zavarene; luk se stvara preko procepa između njih pomoću indukcionog kalema. Unesite kiseonik i vodonik. U željenim količinama i lukom izazovite reakciju između njih. Gasovi se unose odvojeno, ali tako da se zapremina svakog od njih izmeri.



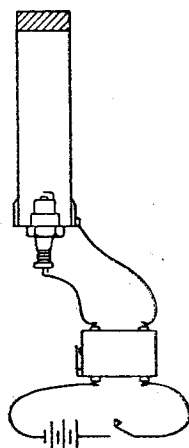
Sl. 513.



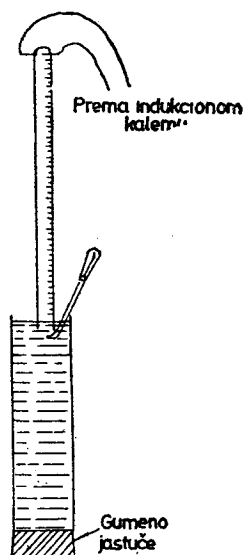
Sl. 514.



Sl. 515.



Sl. 516.



Sl. 517.

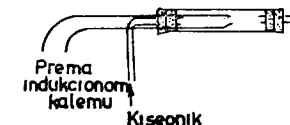
Cev prvo napunite vodom, zatim otvoreni kraj začepite palcem i okrenite je u posudi sa vodom. Posuda treba da bude približno isto toliko duboka koliko je cev duga. Zatim unesite kiseonik iz generatora. Cev potapajte sve dok se nivoi vode u cevi i izvan nje ne izjednače, a zatim utvrdite zapreminu kiseonika. Podignite cev tako da se vodonik može uneti. Na sličan način zatim izmerite zapreminu vodonika.

U interesu bezbednosti, savetuju se izvesne mere predostrožnosti:

- (1) Ukupna zapremina gasova ne treba da bude veća od 25 mililitara.
 - (2) Između cevi i posmatrača treba postaviti zaklon od staklene ploče ili od sigurnosnog stakla.
 - (3) Cev treba da bude dobro pričvršćena stezalnicama a njen donji deo treba da leži na gumenom postolju na dnu posude. Voda izvan posude treba da bude dubine nekoliko inča.
- Povežite indukcionu kalem i varnica će skočiti. Utvrdite zapreminu preostalog gasa, a zatim unesite malu količinu bilo H_2 , bilo O_2 i izazovite varnicu da utvrdite da li je preostali gas bio O_2 ili H_2 . Iz ovih podataka mogu se izračunati zapremine u kojima se jedine gasovi.

4. Ozon

Stvorite ozon propuštajući struju kiseonika kroz luk stvoren indukcionim kalemom (slika 518). Žice od kalema prolaze kroz čep i savijene su tako da je razdaljina između njih približno $\frac{1}{4}$ inča. Struja O_2 je spora. Otkrićete miris ozona. Komad vlažne hartije sa štirkom i kalijum jodidom koji se drži na ispustu, postaće plave boje, što ukazuje na ozon.



Sl. 518.

5. Azot

- a. Postavite bakar oksid u obliku „žice” u cev za sagorevanje (vidi stranu 366). On stoji na svom mestu pomoću smotuljaka staklene vune. Jako ga zagrejte, a kroz cev zatim propustite HN_3 . Oslobođeni azot prikuplja se iznad vode dok se višak NH_3 rastvara u vodi.
- b. Oslobođite vazduh kiseonika da biste dobili relativno čist azot. (Vidi stranu 208).
- c. Upotrebite reakciju NH_4Cl i $NaNO_2$ (vidi stranu 209).

6. Amonijak

- a. Postavite mešavinu od 20 grama CaO u prahu i 10 grama HN_4Cl u epruvetu. Dovodna cev vodi nagore, u jednu posudu. Blagim grejanjem cevi proizvodi se NH_3 koji istiskuje vazduh u posudi.
- b. Stavite nekoliko grama čvrstog NH_4Cl ili $(NH_4)_2SO_4$ u epruvetu. Dodajte malu količinu razblaženog rastvora $NaOH$ i zagrejte cev. Pare možete ispitati pomoću ovlažene lakmusove hartije.
- c. Zapalite komad magnezijumske trake, koju ćete držati pomoću pincete i spustite ga u posudu za N_2 Pepeo stavite u epruvetu i dodajte nekoliko mililitara H_2O . Pomoću ovlažene lakmusove hartije ispitajte pare.
- d. Tretirajte želatin, pera, kosu ili albumen sušenih jaja podjednakom količinom CaO , zagrejte i ispitajte pare u pogledu NH_3 .

7. Ugljen dioksid

a. On se obično sprema dodavanjem HCl u CaCO₃. Pripremanje može da bude vidljivije ako u veliku posudu sa karbonatom stavite malu količinu komercijalnog sapuna u pahuljicama. Kada dodate kiselinu, formira se velika količina pene.

b. Suvi led je koristan izvor gasovitog CO₂.

c. Prisustvo CO₂ u dahu može se pokazati duvanjem kroz bistru krečnu vodu.

8. Hlor

a. Za dobijanje hlora metode koje se najčešće upotrebljavaju oslanjaju se na reakcije HCl i MnO₂, ili HCl i KMnO₄.

b. Dodajte 50 mililitara H₂O u 15 grama praha za beljenje. Ovo promešajte i tome dodajte 25 mililitara koncentrovane HCl. Razvijanje Cl₂ možete pokazati tako što ćete u paru koja se razvije uneti komad kalijum jodne hartije navlažene štirkom.

9. Sumpor dioksid

a. Najuobičajenija metoda je dodavanje pomoću duvaljke razblaženog HCl u NaHSO₃ u generatoru.

b. Pripremite SO₂ spuštajući kašiku sa zapaljenim sumporom u cilindar sa kiseonikom. Znak prisustva SO₂ (osim njegovog mirisa), kao i njegovog obezbojavajućeg dejstvanja, dobija se upotrebom rastvora 15 mililitara 0,1N KMnO₄ i 15 mililitara 6N H₂SO₄ u 300 mililitara vode. U posudu dodajte 15 mililitara rastvora, pa je zatim ponovo zaklopite. Protresite posudu i uočite da tečnost gubi boju.

10. Rastvaranje i apsorpcija gasova

a-1. Uočite rastvaranje vazduha u vodi kroz stvaranje mehurića vazduha u vreloj vodi, koja ističe iz slavine.

a-2. Posmatrajte smanjenje rastvorljivosti vazduha u vodi sa povećanjem temperature, preko mehurića vazduha koji se oslobađaju iz vode prilikom njenog zagrevanja.

a-3. Pokažite rastvorljivost vazduha u vodi (vidi stranu 229).

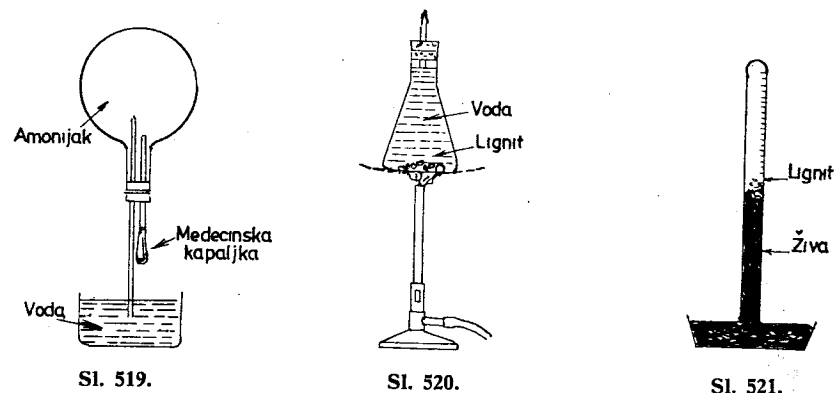
a-4. Pokažite rastvaranje gasa u vodi tako što ćete do pola ispuniti biretu prokuvanom, destilovanom vodom. Biretu začepite i zalijte je voskom. Obeležite nivo površine vode. Biretu zatim oštro protresajte nekoliko minuta. Zatim zabeležite novi nivo, stvoren rastvaranjem vazduha.

b-1. Demonstrirajte rastvaranje amonijuma u vodi, pomoću amonijalne fontane. Jednu bocu od 500 mililitara napunite amonijakom potiskujući naviše vazduh iz suve boce (vidi stranu 368). Jedna od čepova sa dva otvora ima medicinsku kapaljku sa vodom, a jedna cev je provučena do mlaznika u gornjem kraju, dok se donji kraj nalazi ispod površine vode u posudi (slika 519). Unesite malu količinu vode pritiskujući gumicu medicinske kapaljke. Kako se pritisak smanjuje rastvaranjem amonijaka u vodi, voda u posudi uzdiže se i formira fontanu.

b-2. Umesto amonijaka može se upotrebiti hlorovodonik. On se stvara reakcijom sumporne kiseline i natrijum hlorida (zagrejanog). Gas se prikuplja postikivanjem vazduha nadole.

c-1. Pokažite apsorpciju svetlećeg gasa pomoću aktivnog uglja. Stavite komade uglja u posudu sa gasom i ostavite ih nekoliko časova. Po isteku ovog perioda njih uklonite i stavite na dno boce koja je napunjena vodom. Kao mlaznik možete u čep sa jednim otvorom postaviti kratku cev. Zagrejte vodu. U procesu zagrevanja pojavaće se mehurići gasa i dizati naviše. Oni se mogu zapaliti po izlasku iz mlaznika (slika 20).

c-2. Utvrdite količinu adsorpcije stavljanjem komada aktivnog uglja u cev sa svetlećim gasom, koju ćete okrenuti iznad žive (slika 521). Cev treba



da bude kalibrisana. Pošto ovaj aparat stoji nekoliko sati, cev treba uroniti da se podese nivoi žive unutra i napolju, (tako da se gas izloži istom pritisku — prim. prevodioca) i izvršiti drugo očitavanje. Razlika u očitavanju predstavlja količinu svetlećeg gasa koju je adsorbovao ugalj. Pre upotrebe, ugalj treba dobro zagreјati. Umesto svetlećeg gasa može da se upotrebi amonijak.

d. Pokažite rastvorljivost sumpor dioksida i izvrtanjem boce sa gasom iznad vode i stavljanjem grlića boce neposredno ispod površine vode. Stvoreni rastvor podiže se u boci.

Vodonik peroksid

a. Pripremite H₂O₂ pravljenjem mešavine 100 grama usitnjenog leda i 50 mililitara vode. Dodajte ovome tri ili četiri kapi rastvora fenolftaleina. U malim količinama dodajte 10 grama Na₂O₂. Ovo će se brzo neutralizovati sa 6N H₂SO₄. Dodajte jednu ili dve kapi više.

b. Test za H₂O₂ predstavlja formiranje perhromne kiseline. U 20 mililitara vode u velikoj epruveti dodajte nekoliko kapi K₂CrO₄ rastvora i 5 mililitara 6N H₂SO₄. Odozgo sipajte dietil etar do dubine od 5 cm. Sadržini cevi dodajte malo rastvora H₂O₂. Cev začepite i protresite. Tamnoplava boja perhromne kiseline u sloju etera pokazuje H₂O₂.

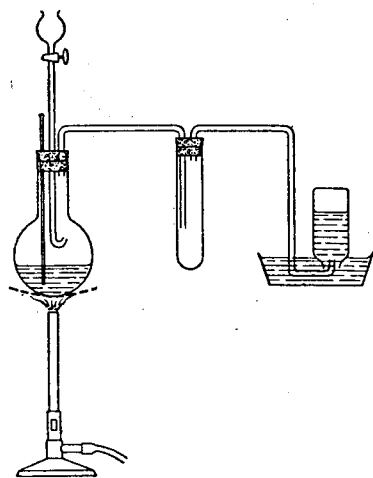
Aktivnost metala

Pokažite relativne aktivnosti metala koristeći poredljive količine onih metala koji se mogu nabaviti za reakciju sa razblaženom HCl. Kolikogod je to moguće, fizički oblik svakog uzroka treba da bude isti. Možete upotrebiti uzorke od približno 5 grama kalijuma, natrijuma, kalcijuma, magnezijuma, aluminijuma, cinka i gvožđa. Rastvor 2N HCl stavite u svaki od upotrebljenih cilindara, pri čemu se za svaki metal upotrebljava po jedan cilindar. Stavite uzorke metala istovremeno u cilindre i za svaki od uzoraka uočite brzinu razvoja H_2 i iščezavanje metala.

Priroda oksidacije

Upotrebljavajući hlor i acetilen pokažite da se oksidacija može dogoditi bez kiseonika. Radi pažljive kontrole isticanja, boce sa ovim gasovima opremite igličastim ventilima. Odvodna cev iz svake boce vodi do dna jednog cilindra sa vodom, visine stuba 3 stope. Kako se mali mehurići gasova puštaju u raznim tačkama i podižu u vodi, oni se susreću i reaguju uz oslobađanje svetlosnih iskri. Soba treba da bude dobro zamračena.

Umesto boca za svaki od gasova možete upotrebiti generatore (izvore gasa) ako protok gasa u cilindar može pažljivo da se kontroliše.



Sl. 522.

Organski preparati

1. Etilen

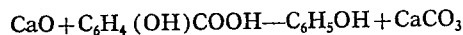
a. Postavite u bocu čep, u koji ste stavili termometar (do $250^{\circ}C$), odvodnu cev i kapajući levak, čiji je kraj stisnut i savijen na gore. U bocu stavite sirupastu fosfornu kiselinu i zagrejte je na 200° Celzijusa. Dodajte kap po kap etil alkohola (slika 522). Sadržine prvih boca sa gasom odbacite.

b. U bocu sa etilenom dodajte malu količinu razblažene bromne vode. Protresite je. Brom će izgubiti boju.

c. Pod stakleno zvono stavite neko zeleno voće (citrusovo voće ili paradajze) i cev sa C_2H_4 . Pod drugo stakleno zvono, radi upoređenja, stavite voće bez etilena. Uočite dejstvo etilena na voće, dok voće sazreva.

2. Fenol

Fenol (karbolna kiselina) koji se obično upotrebljava kao sredstvo za dezinfekciju, može se pripremiti grejanjem salicilne kiseline i kreča.



Dobijeni miris može se identifikovati.

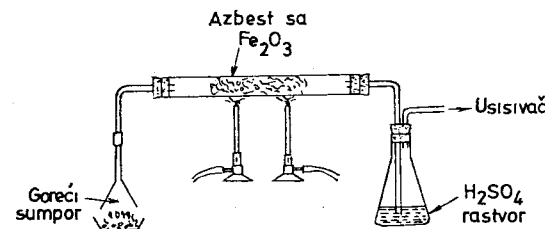
PRIMENJENA I INDUSTRIJSKA HEMIJA

Proizvodnja sumporne kiseline

1. Kontaktni proces

Aparat za demonstraciju kontaktnog procesa upotrebljava cev za sagorevanje kao kontaktnu komoru (slika 523). Katalizator će te spremite mešanjem jednog dela Fe_2O_3 sa pet delova (zapreminskih) isitnjenih vlakana azbesta. Dodajte dovoljnu količinu vode da bi Fe_2O_3 prijanjao uz azbest. Ovoj pažljivo osušite u peći i zatim stavite u cev za sagorevanje sa čepovima od rastresite staklene vune. SO_2 može se pripremiti sagorevanjem sumpora u gvozdenoj posudi, pri čemu ćete aspirator upotrebiti da gas prodavate kroz kontaktnu komoru. Zajedno sa SO_2 propustićete i kiseonik iz vazduha. Reakcija se izaziva pomoću zagrejanog katalizatora. Pre unošenja gasova koji reaguju, cev treba jako zagrejati. Umesto zapaljenog sumpora kao izvora SO_2 , možete upotrebiti boce sa SO_2 i kiseonikom da biste propustili ova dva gasa. Kod ovakvog postupka, aspirator vam nije potreban. Umesto ferri oksidnog katalizatora, možete upotrebiti platinizirani azbest. Reakciona komora može da bude napravljena od gvozdene, umesto pireksne cevi.

U bocu stavite rastvor H_2SO_4 . Formiranje H_2SO_4 može se proučavati merenjem koncentracije kiseline u boci pre i posle reakcije.



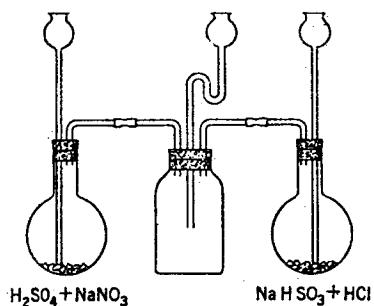
Sl. 523.

2. Proces kod metode olovnih komora

a. *Stupnjevi procesa.* Napunite SO_2 dve suve, boce sa čepovima kapaciteta 100 mililitara. U jednu od njih unesite 5 mililitara pušljive HNO_3 . Mrka boja azot dioksida pokazuje stvaranje tog gasa u olovnoj komori pomoću redukcije HNO_3 . U drugu cev sipajte samo nekoliko kapi pušljive HNO_3 , posle čega bocu ponovo začepite. Mrki gas će iščeznuti, a uskoro će zidovi biti prekriveni kristalima nitrosil vodonik sulfata. Iz boce ispraznite tečnost i gasovitu sadržinu, pa onda dodajte 2 do 3 mililitara vode. Kristali će se razložiti uz stvaranje NO_2 , pokazujući tako stupnjeve procesa olovne komore.

b. *Delovanje NO_2 .* Pokažite hemijsko dejstvo NO_2 puneći jedan cilindar ovim gasom. U ovaj unesite nekoliko mililitara razblažene H_2SO_4 . Ponovo stavite čep i protresite bocu. Mrki gas iščezava. Kada za trenutak uklonite čep, gas će se ponovo pojaviti. Ovu radnju možete ponoviti. NO uzima kiseonik na jednom kraju i prenosi ga na H_2SO_4 na drugom.

c. *Gej-Lisakova kula*. Napunite začepljeni cilindar sa zapašačem. NO_2 i u ovo brzo unesite pet mililitara koncentrisane H_2SO_4 . Cilindar okrenite tako da kiselina dodiruje zidove. Gas će izgubiti boju, a ako uklonite čep, uočićete delimični vakuum. Vakuum izaziva rastvaranje NO_2 u kiselini. Stvorenu tečnost (nitrovanu kiselinu) sipajte u jednu veliku bocu sipajte dvostruko veću zapreminu vode i dodajte nitrovanu kiselinu. Razviće se mrki NO_2 . Ovaj postupak ilustruje rad Gej-Lisakove kule.



Sl. 524.

d. *Demonstracioni aparat*. Sklopite demonstracioni aparat za proizvodnju H_2SO_4 (slika 524). HNO_3 unosićete proizvođači je u levoj komori. SO_2 unosite iz desne komore. Kristali će se formirati u središnjoj posudi. Ovaj kroz otvore dodajte vodu, pa će se formirati H_2SO_4 . Formiranje kiseline može se proveriti upotrebom rastvora BaCl_2 . HNO_3 formiraće se grejanjem H_2SO_4 i NaNO_3 u levoj komori. SO_2 formira se reakcijom NaHSO_3 i HCl u

Alkohol

Spravite alkohol pomoću fermentacije, upotrebljavajući 75 mililitara melase i 50 mililitara mlake vode u litarskoj boci. Izlomite u male komade kolač od kvasca, dodajte ove komade, pa sadržinu dobro izmešajte. Bocu ostavite na toplom mestu nedelju dana, mešajući je dobro nekoliko puta dnevno. Sadržinu filtrirajte i predestilujte otprilike jednu polovinu. Ovaj deo redestilujte i ispitajte prvi prikupljeni deo (20 mililitara). Ovaj mali deo može da se zapali. Ostatku dodajte dva do 3 mililitra koncentrovane H_2SO_4 , a zatim i tri mililitra zasićenog rastvora natrijum acetata. Kada zagrejte posudu, otkrićete miris etil acetata.

Legure

1. Niskotopljive legure

One se, u opštem slučaju, mogu stvoriti upotrebom Bunsenovog plamenika kao izvora toplote. Stopite zajedno bizmut i olovo, a zatim dodajte druge sastojke. Da bi se sprečila preterana oksidacija temperatura ne treba da bude viša no što je potrebna. Elementi koji su dati u donjoj tabeli, dati su u težinskim delovima.

Legura	Olovo	Kalaj	Bizmut	Kadmijum
Vudov metal	4	2	7	1
Lem	1	1	0	0
Legura topljivog elektro-osigurača	8,5	2,5	1,3	0

2. Visokotopljive legure

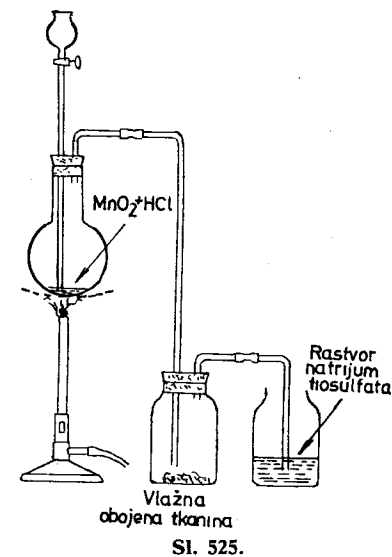
One se, u opštem slučaju, mogu proizvesti upotrebom peći kao što su one opisane na strani 108. Prvo treba istopiti bakar, a zatim mu dodati druge metale.

Legura	Bakar	Kalaj	Cink
Bronza	80	5	15
Mesing, kovni	58	0	42
Mesing, liveni	72	4	24

Beljenje

1. Hlor

Pokažite upotrebu hlora kao sredstva za beljenje tako što ćete staviti nekoliko komada vlažne tkanine u bocu sa gasom (slika 525). Ovde treba upotrebiti razne vrste vlakana, različitih boja (sa hlorom i drugim agensima za beljenje ne mogu se izbeliti sve boje). U prvu bocu stavite malu količinu MnO_2 , dodajte HCl i postepeno zagrevajte. Posle nekoliko minuta možete uočiti delovanje hlora. Umesto predloženih reagenasa u generator možete staviti hlorid kreča i dodati razblaženu H_2SO_4 .



Sl. 525.

2. Sumpor dioksid

Pokažite upotrebu SO_2 stavljanjem NaHSO_3 u bocu i dodavanjem HCl .

Upozorenje: ovo treba izvoditi ispod odvodnika pare da bi se izbegli nadražujući efekti gasa koji se oslobađa.

3. Vodoni peroksid

Upotreba H_2O_2 može se pokazati sipanjem 20 mililitara vode u 10 mililitara peroksida. Dodajte dovoljnu količinu rastvora boraksa da bi rastvor postao bazan. U rastvor potopite nekoliko komada obojene tkanine i ostavite ih da stoje jedan sat.

4. Kalijum permanganat

Za beljenje obojenih tkanina može se upotrebiti 1% rastvor KMnO_4 . Pošto se tkanina stavi u rastvor, rastvor treba zakiseliti oksalnom kiselinom i pustiti ga da stoji oko 30 minuta.

Kopiranje

Pripremite papir za kopiranje mešanjem u tamnoj prostoriji rastvora od 10 grama kalijum feri cijanida u 50 mililitara vode, sa rastvorom od 10 grama feri amonijum citrata u 50 mililitara vode. Ovaj rastvor stavite u dugu plitku staklenu posudu. U rastvor potopite hartiju odgovarajuće veličine. Njenu jednu površinu možete takođe prevući pomoću meke četke, ili komada vate. Osušite papir. Prozirni predmet (crtež crnim tušem, hartijom za obeležavanje ili ključ) stavite na hartiju. Nju izložite nekoliko minuta sunčevoj svetlosti, a zatim pažljivo isperite tekućom vodom.

Kotrelovo taloženje

Industrijski proces može se proučavati pomoću opreme koja je opisana na strani 281.

Destruktivna destilacija

1. Ugalj

Grejte male komade bituminoznog uglja u epruvetama od pireksa i prikupite pare u drugoj cevi, koju ćete potopiti u kupatilo sa hladnom vodom. Zapalite gas iz mlaznika. Pošto je delovanje završeno, lomljenjem staklene cevi možete dobiti koksni ostatak.

Destilat u epruveti može se proučavati dodavanjem jednake zapremine rastvora 3N NaOH. Preko grlića epruvete stavite komad vlažnog crvenog lakmusovog papira i zagrejte epruvetu. Drugim eksperimentima možete utvrditi, ako želite, prisustvo amonijaka.

Bolje je da je komora komad zatvorene gvozdene cevi, nego cev od pireks stakla. Ovakva komora može se očistiti i ponovo upotrebiti.

2. Drvo

Umesto uglja uzmite strugotinu. Stvoreni gas takođe gori, a destilat se može ispitati, da bi pokazali kiselu reakciju pomoću lakmusove hartije zbog prisustva sircetne kiseline. Posle zagrevanja ispitajte drveni ugalj.

Da biste utvrdili relativne količine dobijenih proizvoda, upotrebite razne vrste drveta. Na primer, upotrebite tvrdo drvo sa mekim drvetom.

Bojenje

1. Direktno

Pre bojenja pamuka iz vlakna treba otkloniti apreturu. Ovo ćete izvršiti tako što ćete ga kuvati pet minuta u razblaženom rastvoru HCl. Ovaj rastvor se pravi dodavanjem jednog dela koncentrovane HCl na 10 delova vode. Sledeća formula daje vam zadovoljavajuću boju:

Kongo crveno	0,5 grama
NaHCO ₃	2,0 grama
Na ₂ SO ₄	1,0 grama
Destilovana voda	200,0 mililitara

Tkaninu treba kuvati 4 do 5 minuta, a zatim isprati u hladnoj vodi i osušiti. Umesto kongo crvenog, možete upotrebiti metilen plavo ili primulin mrko. Boju i soli treba prvo zajedno izmešati, a zatim, uz mešanje, polako sipati u vodu. Na isti način može bojiti belu svilu, rejon ili vunu.

2. Upotreba močila

Pokažite upotrebu močila grejući komad bele pamučne tkanine 10 minuta u razblaženom rastvoru (NH₄)₂SO₄. Ostavite tkaninu nekoliko minuta u rastvoru NH₄OH, posle čega je isperite. Bela svila može se tretirati močilom kuvanjem pet minuta u rastvoru taninske kiseline. Zatim je treba ostaviti nekoliko minuta u rastvoru kalijum antimonil tartarata. Efekat močila možete proučiti kuvanjem tretiranog i netretiranog komada pamučne ili svilene tkanine u alizarinskom rastvoru nekoliko minuta, posle čega ćete tkaninu isprati i osušiti.

3. Osnovne boje

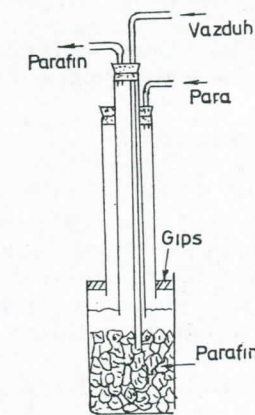
Upotrebljavajući malahitno zeleno pokažite upotrebu osnovnih boja. Obojite uzorke močilom tretiranog i netretiranog pamuka i svile u rastvoru malahitnog zelenog (ili metilen plavog) pet minuta. Zatim ih isperite i osušite. Rastvor malahitnog zelenog napravite rastvaranjem jednog grama boje u 200 grama vode. 200 grama vode zakiselite sircetnom kiselinom. Zakišeljenoj vodi dodajte 40 grama rastvora boje.

4. Nerastvorene ili razvijene boje

Razvijanje boja u vlaknima, koje je poznato kao „postupak nerastvorene” ili razvijene boje zahteva upotrebu tri rastvora. Prvi se sastoji od 0,1 gram primulina i 0,1 gram NaHCO₃ rastvorenih u 100 mililitara vode. U ovom rastvoru komad pamuka kuvajte jedan minut a zatim ga prebacite u drugi rastvor. Taj rastvor je napravljen sipanjem 0,5 grama NaNO₂ i 3 mililitara HCl u 100 mililitara vode. Pamučnu traku ostavite da stoji u ovom kupatilu 15 minuta, a zatim je prebacite u kupku za razvijanje. Kupka za razvijanje pravi se rastvaranjem 0,05 grama NaOH i 0,05 grama fenola u 100 mililitara vode. (Umesto fenola, možete upotrebiti alfa naftol ili rezorcinol). Rastvor treba da bude topao a tkaninu treba u njemu ostaviti 20 minuta, posle čega ćete je isprati i osušiti. Možete proučavati rezultate raznih vrsta bojenja u pogledu kvaliteta.

Frašov proces

Model Frašovog procesa možete napraviti zamenjujući sumpor parafinom. Model se sastoji od tri koncentrične cevi, zapušene na vrhu i stavljene u parafin (slika 526). Vrh posude začepite gipsom. Uvedite komprimovani vazduh i paru kao što je prikazano, a istopljeni parafin, koji predstavlja sumpor, izlazi na pokazanoj tački. Kada počinjete



Sl. 526.

eksperiment treba da vodite računa, da pritisak pare ne bude suviše. Ako je parafin u malim komadićima, para može da prolazi kroz njega.

Hidrogenizacija

Stavite 100 mililitara parafina i 200 grama nikla u litarsku bocu. U bocu stavite termometar i vodonik u mehurićima propustite kroz tečnost. Sadržinu boce grejte na 340° Celzijusa u vremenu od dva časa. Zatim je ohladite i dodajte 100 mililitara ulja od pamukovog semena. Navodite vodonik nekoliko minuta i posudu grejte dva sata na 200° Celzijusa. Jedan deo rastvora odstranite, filtriranje kroz pamuk i zatim ohladite. Blago-žuta čvrsta masa je rezultat hidrogenizacije ulja pamukovog semena.

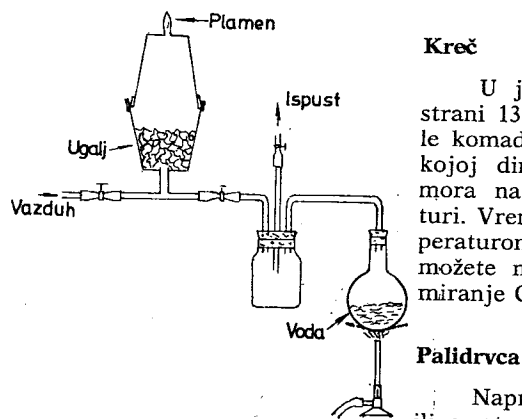
Svetleći gas

1. Generatorski gas

Napravite generatorski gas propuštajući CO_2 preko drvenog uglja, zagrejanog u cevi za sagorevanje. Gas prikupite na kraju iznad vode. Sklonite bocu sa gasom i prinesite plamen. Na grliću boce gas će goreti plavim plamenom.

2. Vodeni gas

Proizvodite vodeni gas propuštajući paru i vazduh preko zapaljenog uglja. Upotrebite dve saksije, od kojih je jedna nešto manja od druge. U većoj saksiji zapalite ugalj, (slika 527). Vatra treba da gori sve dok se saksija ne zagreje do visoke temperature. (Možete upotrebiti komprimovani vazduh). Pustite vodu da ključa u kotlu i stvorenu paru usmerite ka saksiji zajedno sa vazduhom iz izvora komprimovanog vazduha. Treba osigurati da para slobodno izlazi iz ventila, pre no što se unese u vrelu komoru zbog opasnosti pri radu sa vrelim materijama. Treba u svim stupnjevima biti oprezan.



SI. 527.

parafin. Napravite mešavinu od dva grama KClO_3 u prahu i jednog grama

Kreč

U jednoj od peći opisanih na strani 131, grejte nekoliko časova male komade (ne veće od $\frac{1}{2}$ inča u bilo kojoj dimenziji) krečnjaka ili mramora na najvećoj mogućoj temperaturi. Vreme grejanja se menja sa temperaturom. Posle grejanja, komade možete nakvasiti vodom i uočiti formiranje $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Palidrvca

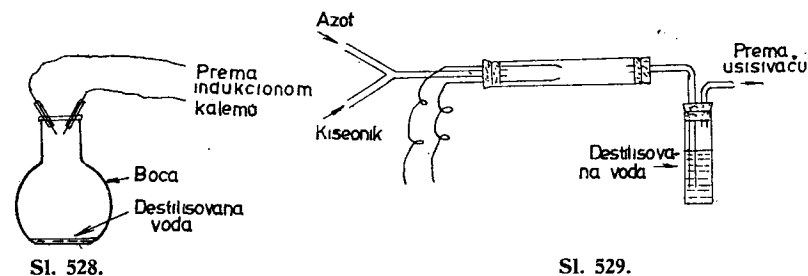
Napravite male komadiće drveta, ili upotrebite palidrvca, sa kojih ste otkinuli glavice pre upotrebe. Krajeve ovakvih drvaca potopite u istopljeni

crvenog Sb_2S_3 smešu. Nemojte mleti. Ova dva praša zatim iznešajte prstima. Da biste dobili pastu, dodajte malo gumiarabike. U ovaj rastvor zamočite parafinisani kraj palidrvca i obesite ga, sa glavom nadole, radi očvršćavanja mase u toku dana. Površinu za paljenje šibica napravite dodajući gumiarabiku jednakim zapreminama crvenog fosfora i finog belog peska. Ovo razmazati po kartonu, ili dasci, i pustite da se osuši. Palidrvca će se zapaliti kada njima prevučete preko površine.

Ovako pripremljena palidrvca treba uporediti sa industrijski napravljenim sigurnosnim palidrvcima i sa onim palidrvcima koja ne spadaju u klasu sigurnosnih.

Vezivanje azota

Lučni proces vezivanja azota je unekoliko zastareo, ali je od istorijskog interesa. Jedna pireksna boca opremljena je čepom sa dva otvora, kroz koji prolaze provodnici indukcionog kalema (slika 528). Žice tako ulaze kroz čep u staklenu cev da prave luk od 3 do 4 mm. U bocu stavite malu količinu destilovane vode i komad plave lakmusove hartije koju navlažite i priljubite uz zid boce. Posle rada luka od nekoliko minuta, bocu protresite. Zapazite da se boja lakmusovog papira menja. Tečnost se može ispitati uobičajenim metodama za nitrata. Za dobijanje luka, umesto indukcionog kalema, možete da upotrebite visokonaponski transformator. Umesto boce možete da upotrebite pireksnu cev za sagorevanje. Gasovi mogu da se



SI. 528.

SI. 529.

unose u cev polako, pomoću aspiratora i primorati da cirkulišu kroz cilindar sa destilovanom vodom (slika 529). Pomoću lakmusove hartije ili fenolftaleina vodu ispitate u pogledu kiselosti, a takođe i na prisustvo nitrata. (Treba pogledati pri tom i podatke o kvalitativnoj analizi).

Boje

1. Proba za olovo

Ispitajte olovo u boji mešajući 3 mililitara boje sa 15 mililitara CCl_4 . Ovo zatim filtrirajte i talog osušite. Potom ga stavite u udubljenje stvoreno u bloku drvenog uglja i grejte redukcionim plamenom iz plamenika. Ukoliko ima olova, ono će se istaložiti u udubljenju. Dalje, prisustvo olova možete ispitati ako sipate 0,5 mililitara amonijum polisulfida u 5 mililitara boje. Crna boja pokazuje prisustvo olova.

Proba za olovo u boji na bazi lanenog ulja opisana je niže. Izvršite probu na uzorku bez obojenog pigmenta, i na jednom tako obojenom. Uočite razliku.

2. Proba za cink

Cinkana boja, ako se sa njome postupa kao u probi olova, je žuta kada se zagreje na bloku drvenog uglja, a postaje bela kada se ohladi.

3. Boja na bazi lanenog ulja

Napravite boju od lanenog ulja, kombinujući sledeće sastojke u datim težinskim srazmerama:

a. Nosilac		b. Boja	
Laneno ulje	90%	Nosilac	60%
Sušilo	10%	Pigment	40%

Sušilo se priprema stavljanjem 100 grama PbO u platnenoj kesi u 200 grama sirovog lanenog ulja. Ovo se greje do temperature od 250° Celzijusa u trajanju od jednog sata. Zatim izvadite kesu i ulje upotrebite kao sušilo. Pigment je belo olovo (vidi stranu 390); ono se može dodati bojenom pigmentu da bi se dobile razne nijanse. Na primer, da biste dobili žutu, upotrebićete PbCrO₄.

Pigment i ulje pažljivo izmešajte i zatim dodajte sušilo. Potom dodajte željenu količinu terpentina, kao razređivača, pa tečnost stavite u hermetički zatvorenu posudu do upotrebe.

4. Boja na bazi sojinog ulja

Napravite sojin nosilac upotrebljavajući mešavinu 60% lanenog, 30% sojinog ulja i 10% kobaltnog sušila. Da dobijete kobaltno sušilo umesto olovnog oksida (PbO) u gore opisanu kesu stavite kobaltni karbonat.

5. Čistoća ulja

Pomoću hidrometra ispitajte čistoću lanenog ulja u boji. Tečnost zagrejte do temperature od 65° Farenhajta. Specifična težina sirovog lanenog ulja je od 0,930 do 0,937. Ključalo laneno ulje ima specifičnu težinu od 0,936, do 0,952. Većina drugih ulja imaju nižu specifičnu težinu.

6. Proba za vodu

Ispitivanje vode u boji vrši se stavljanjem jednog ili dva grama boje u posudu za isparavanje. Sa bojom promešajte veoma malu količinu metilenskog plavog. Ako je voda prisutna, pojaviće se tamnoplava boja.

Boju za koju znate da sadrži vodu ispitajte u testu izlaganja, opisanom u daljem tekstu pod (8).

7. Boja sa hladnom vodom

Pripremite boju sa hladnom vodom mešajući 10 grama kazeina, 10 grama CaO, 10 grama fine gline, 50 grama CaCO₃ u prahu i malu količinu pigmenta. Vodu dodajte neposredno pred upotrebu da biste dobili željenu konzistenciju.

8. Test izlaganja

Izvršite test izlaganja boja. Na ovaj način možete da ispitajte boju koju ste nabavili u trgovini, ili onu koju ste sami napravili. Napravite podjednake drvene ploče i obojite ih bojama koje ćete ispitivati. Njih onda izložite vremenu u željenom periodu vremena. Posmatrajte uticaj vremena na svaki uzorak. Ubrzani test izlaganja može se vršiti ako umesto izlaganja ploča vazduhu upotrebite izvor ultravioletne svetlosti.

Spravljanje hartije

1. Drvo

Pomoću turpije sastružite komad belog bora u fine čestice. Njih prosejte i upotrebite najsićušnije. Kuvajte 50 grama drveta 15 minuta u rastvoru KOH. Ovaj rastvor napravite sa 20 grama hidroksida u 100 mililitara vode. Posle kuvanja, dospite tečnost i rastvor lužine obnovite. Potom ovo izlite, a talog nekoliko puta isperite vodom. Izbelite ga rastvorom hlora, a ako je potrebno, beljenje ponovite više puta. Zatim ovu pulpu razastrite po listu fine žičane mreže da se osuši. Ako želite da dobijete sjajnu hartiju, dodajte pulpi nekoliko grama štirka. Smešu dobro promešajte, razastrite je i prepegajte toplom peglom.

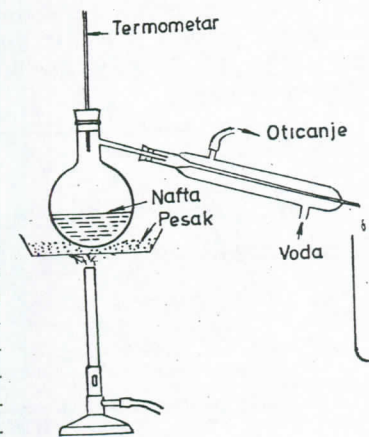
2. Tkanina

Isecite komade stare tkanine u male komadiće. Stavite 5 grama Na₂CO₃, 2 grama CaO i 3 grama NaOH u 200 mililitara vode. Stavite 10 grama tkanine u ovu tečnost i kuvajte je dva časa. Ako je potrebno dodajte još vode. Ostatak sameljite u avanu, a tečnost uklonite. Prvi brižljivo operite vodom i razastrite ga na ploču i osušite.

Rafiniranje petroleja

Petrolej se može delimično frakcionisati pomoću 200 mililitara sirove nafte u boci zapremine 50 mililitara. Za bočnu cev boce povezan je kondenzator, a termometar je postavljen tako da je njegov rezervoar u otvoru bočne cevi. Pomoću peščanog kupatila prenesite toplotu na naftu (slika 530). Frakcije destilata prikupljaju se u intervalima od 5 ili 10 stepeni. Pošto je frakciona destilacija završena, mali delovi pojedinih frakcija mogu se paliti u metalnoj posudi da bi se posmatrala njihova relativna nesagorljivost.

U svakom trenutku eksperimenta treba biti obazriv. Pri ruci uvek morate imati aparate za gašenje požara i čebad.



Sl. 530.

Plastika

1. Formaldehid — anilin hidrohlorid

Plastika se može napraviti mešanjem 50 mililitara 40% formaldehida i 150 mililitara zasićenog rastvora anilin hidrohlorida. Ovu smešu treba zagrejati, uz mešanje. Pošto postane viskozna, treba je izliti u kalup.

2. Formaldehid-fenol

Bakelit se može napraviti u velikoj epruveti, ili u manjoj boci. Prvo unesite u posudu 25 grama fenola i ovome dodajte 40 grama formalina. Ovo pažljivo zagrevajte. Kada se fenol istopi i kada se dobije bistra tečnost, dodajte 0,25 grama čvrstog NaOH. Zatim epruvetu treba još malo zagrejati. Ukoliko produkt nije dovoljno viskozna, treba dodati veoma malu količinu NaOH. Kada sadržina postane viskozna, tečnost treba izliti u kalup.

3. Acet aldehid

U 50 mililitara 35% acet aldehida unesite 25 grama etil alkohola. Dodajte 3 mililitara 30% rastvora NaOH i ovu smešu zagrejte, upotrebljavajući refluksni kondenzator. Posle oko 45 minuta, crvenu viskoznu tečnost razlite u bocu od 2 unce, sa širokim grlom. Vreme uklanjanja plamena i sipanja tečnosti u bocu može se utvrditi posmatranjem trenutka u kome mehurići počinju da izbijaju na površinu tečnosti. Kada mehurići počnu teško da izbijaju, treba ukloniti plamen. Produkt treba grejati u peći na temperaturi od 50% Celzijusovih, koju ćete postepeno povećavati do 75° Celzijusa, u periodu od oko 4 časa. Izvrnuta konzerva, sa svetlosnom sijalicom ispod nje, može dobro da posluži kao peć. Bocu treba razbiti da bi se oslobodile plastika. Posuda u kojoj je plastika pripremana, može odmah da se očisti jakim rastvorom lužine.

4. Formaldehid-urea

Sipajte dva do tri grama CaCO₃ u 355 grama formaldehida, a zatim ovome dodajte 100 grama uree i 6 grama šećera. Ovu smešu kuvajte sat, a zatim filtrirajte. Filtrat treba grejati još jedan sat, upotrebljavajući refluksni kondenzator. Vodu treba isparavati pod smanjenim pritiskom, sve dok ne ispari 200 mililitara. Proizvod se zatim polimerizuje dodavanjem 5 mililitara smeše jedne polovine sirćetne kiseline i jedne polovine vode. Isparavanje treba produžiti još pet minuta, posle čega dodati 1,25 grama anhidrida sirćetne kiseline. Isparavanje zatim treba nastaviti sve dok se ne prikupi 250 mililitara vode. Viskozni materijal treba izliti u kalupe. Umesto šećera, ako želite mekši proizvod, možete upotrebiti glicerol.

5. Fenol-glicerol

Napravite fenol glicerolnu plastiku grejanjem 250 grama fenola, 175 grama glicerina i 5 mililitara koncentrovane H₂SO₄ na temperaturi od 175° Celzijusa. Destilirajte vodu i tečni fenol. Donji sloj tečnog fenola vratite u bocu. Kada se 50 mililitara predestiluje, tečnost treba malo ohladiti i dodati 5 grama nataložene krede za neutralizaciju kiseline. Zatim tečnost sipajte u kalupe.

6. Prerađena plastika

Plastični materijali mogu se dobiti prerađivanjem plastičnih predmeta rastvaranjem u odgovarajućem rastvaraču. Drške četkica za zube, fotografski film i slično mogu se rastvoriti u acetonu, a zatim ponovo izliti. Ako koristite fotografski film, prvo uklonite emulziju kuvanjem filma u vodi.

Redukcija rudača

1. Kalaj

Izmešajte 3 grama SnO₂ i 3 grama drvenog uglja u prahu. Dodajte upravo toliko vode da dobijete finu pastu. U komadu drvenog uglja formirajte udubljenje i u njega sipajte gornju smešu. Unutrašnji (redukujući) plamen Bunsenovog plamenika usmerite na smešu u trajanju od nekoliko minuta. Uočićete da se stvara kalaj.

2. Olovo

a. U udubljenje u bloku drvenog uglja stavite olovo sulfid u prahu i grejte ga pomoću plamenika. Spoljni (oksidujući) plamen usmerite iz Bunsenovog plamenika. Uočićete formiranje olova i miris SO₂.

b. U epruvetu od pireksnog stakla stavite smešu 40 grama PbO u prahu i 7 grama drvenog uglja u prahu. To snažno grejte pola sata. Uočićete zrnca olova.

3. Bakar

a. U vatrostalnoj posudi grejte snažno pet grama CuS. Uočićete miris SO₂. Boja ostatka potiče od CuO i Cu₂O.

b. Pokažite redukciju CuO sa C mešanjem jednakih količina i grejanjem u poklopljenom sudu 10 minuta.

c. Demonstrirajte izvlačenje bakra elektrolizom (vidi stranu 192).

4. Živa

Demonstrirajte redukciju živine rudače grejanjem živinog sulfida u cevi za sagorevanje. U horizontalnu cev možete staviti oko 25 grama živinog sulfida. Kapljice žive prikupljaju se u hladnijem delu cevi. Možete proučiti gas koji je stvoren u cevi za sagorevanje. Veoma razblaženom rastvoru H₂SO₄ dodajte dovoljnu količinu KMnO₄ da biste dobili svetlo ljubičastu boju. Uočite obezbojavajuće delovanje SO₂.

5. Gvožđe

Napravite model visoke peći od gipsa. Njegove srazmere treba da su tačne i model tako napravljen da pokazuje vertikalni presek. U odgovarajuće položaje postavite slojeve koksa, gvozdene rude i materije koja olakšava topljenje.

6. Izložbe

Možete pripremiti izložbu uzoraka raznih rudača. Ovakve izložbe mogu da se nabave u trgovini, ili se mogu napraviti od uzoraka koje ćete nabaviti na licu mesta ili iz udaljenih krajeva.

Guma

1. Koagulacija lateksa

Sipajte lateks u posudu sa razblaženom sirćetnom kiselinom i uočite koagulaciju. Pokažite takođe da lateks formira koloid u CCl_4 . U 50 mililitara CCl_4 treba dodati dva grama lateksa. U 40 mililitara ovog koloida dodajte, uz mešanje, 0,5 grama sumpora u prahu. Ovu tečnost držite na temperaturi od 100° Celzijusa 30 minuta. Možete proučavati tkivo ove vulkanizirane gume.

2. Sok maslačka

Iz peteljke biljke čiji je sok mlečan iscedite pritiskom oko 2 mililitra tečnosti, ili lateksa. Dodajte 5 mililitara vode i izmešajte tečnost. Dodajte 2 mililitra sirćetne kiseline i posmatrajte koagulaciju.

Spravljanje sapuna

1. Mast

Zagrejte jednu supenu kašiku masti i dodajte ovome 10 mililitara 40% rastvora NaOH. Ovo mešajte dok smeša ne postane gusta, a zatim je ohladite. Suvišnu tečnost istočite i tečnost ispitajte.

2. Ulje pamukovog semena

Možete upotrebiti ulje pamukovog semena. Na jednu supenu kašiku ulja, dodajte 50 mililitara $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ i 10 mililitara 40% rastvora NaOH. Ovo polako zagrevajte. Glicerin je izdvojen iz sistema (sa mašću ili sapunom od ulja pamukovog semena) rastvarajući smešu u maloj količini vrijuće vode i dodajući dve zapremine rastvora soli. Pustite ovo da se ohladi i prikupite sapun.

3. Maslinovo ulje

Za pripremu sapuna možete upotrebiti maslinovo ulje tako što ćete u 4 mililitra maslinovog ulja dodati 4 mililitra 20% rastvora NaOH. Ovo grejte u vrijućoj vodi uz mešanje u toku 30 minuta. Pošto se masa ohladi, odvajaju se slojevi: u gornjem sloju nalazi se maslinovo ulje, u srednjem čvrsti sapun, a u donjem sloju glicerin i alkalije. Sapun možete izvaditi i ispitati.

4. Kokosovo ulje

Pomoću kokosovog ili lanenog ulja napravite tečni sapun. Rastvorite 30 grama KOH u rastvoru 75 mililitara vode i 50 mililitara alkohola. Ovome dodajte 150 mililitara lanenog ili kokosovog ulja. Promešajte i ostavite da stoji na toplom mestu najmanje 24 sata. Ovoj smeši dodajte rastvor od 100 mililitara vode i 100 mililitara alkohola, da biste rastvorili sapun. Taj rastvor zatim ispitajte fenoltaleinom i neutrališite razblaženom sirćetnom kiselinom.

Delovanje sapuna

Proučavajte emulgovanje sapuna mešanjem 20 mililitara kerozina i 20 mililitara vode u cilindru. Dobićete odvojene slojeve. Zatim dodajte 10 mililitara rastvorenog sapuna i ponovo promešajte smešu. Dve tečnosti će se emulgovati.

Ispitivanje tla

1. Procenat vlage

Utvrđite procenat vlage u tlu. Izmerite uzorak tla, osušite ga u peći i ponovo ga merite. Postupak treba nastaviti sve dok prilikom ponovnog merenja ne dobijete konstantnu težinu. Treba paziti da se uzorak ne pregreje, da se ne bi uništili organski sastojci. Procenat vlage utvrđujete određujući gubitak težine uzorka i deleći ovaj početnom težinom, pa zatim rezultat izmnoživši sa 100.

2. Organske materije

Da bismo utvrdili količinu organskih materija, uzorak treba pažljivo osušiti kao što je gore opisano, pa onda izmeriti i zagrejati do crvenog usijanja i ponovo izmeriti ponavljajući ovo dok ne dobijete konstantnu težinu. Utvrdite zatim procenat.

3. Fosfati

Ispitajte fosfate u tlu dodajući 5 mililitara koncentrovane HCl u dva grama uzorka tla. Ovo pažljivo grejte nekoliko minuta. Dodajte 5 mililitara destilovane vode, filtrirajte i neutrališite tečnost razblaženim NH_4OH . Dodajte 2 mililitra HNO_3 , a zatim 5 mililitara rastvora amonijum molibdata. Ovo stavite u epruvetu koju ćete potopiti u vrelu vodu i držati je nekoliko minuta. Žuti talog pokazuje prisustvo fosfata.

4. Azot

a. Azot se može pojaviti u zemlji u dva vida. Ispitajte zemlju u pogledu amonijačnog azota mešanjem 5 grama zemlje i 5 grama soda-kreča (smeša NaOH i $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Ovo pažljivo grejte sa komadom vlažnog crvenog lakmusovog papira stavljenog preko grlića epruvete. Promena lakmusovog papira iz crvenog u plavo pokazuje prisustvo amonijaka.

b. Ispitajte prisustvo azota kao nitrata grejanjem 1 grama zemlje sa 10 mililitara destilovane vode. Ovo profiltrajte i dodajte 5 mililitara sveže pripremljenog rastvora FeSO_4 u 5 mililitara filtrata. Pažljivo dodajte 5 mililitara filtrata. Pažljivo dodajte 5 mililitara koncentrovane H_2SO_4 , sipajući je na unutrašnju stranu nagnute epruvete. Mrki prsten između rastvora pokazuje prisustvo nitrata. Možda će biti potrebno da ostavite epruvetu da stoji nekoliko minuta da biste videli formiranje prstena.

5. Kalijum

Ispitajte prisustvo kalijuma sipanjem 10 mililitara destilovane vode i 5 mililitara koncentrovane CHI u 2 grama zemlje. Ovo grejte i filtrirajte.

Filtar isparavajte do polovine zapremine. Očistite jednu žicu od platine, uronite je u rastvor i zatim stavite u plamen. Kroz kobaltno staklo posmatrajte plamen, ljubičasta boja u plamenu ukazuje na prisustvo kalijuma.

Solvejev proces

Razblažite koncentrovanu NH_4OH u 6N a zatim je zasitite $\text{NaCl} \cdot \text{CO}_2$, možete dobiti najedan od sledećih načina: komade suvog leda možete potopiti u tečnost, ili CO_2 dobiti iz boce, pri čemu cev treba da ide do dna tečnosti, da bi se obezbedio kontakt između ugljen dioksida i rastvora, ili gas možete dobiti iz generatora. U svakom slučaju, nataložiće se NaHCO_3 , posle čega tečnost treba profiltrirati i talog isušiti na vodenom kupatilu. Ako se želi, bikarbonat se može razložiti grejanjem u Na_2CO_3 .

Kukuruzni šećer

Potopite jedan kilogram kukuruznog zrna u sumporastu kiselinu i ostavite da stoji četiri sata. Zatim to izmrviite i stavite u vodu. Klica kukuruza će lebdeti, a opne i štirak padaju na dno. Materiju koja se slegla procedite kroz gazu da bi otklonili opne. Pustite da se štirak slegne, a zatim vodu odlite. Štirak operite tri puta, zatim ga hidrolizujte dodajući 1,5 litara troprocentnog rastvora H_2SO_4 dobijenom delu štirka. Ovo treba refluksirati tri sata, a zatim ispitati rastvorom joda na neizmenjen štirak. Dodajte rastvor barijum hidroksida da biste neutralisali kiselinu. Rastvor će se koncentrisati kuvanjem izvesno vreme. Dodajte malu količinu koštanog ulja, posle čega kuvajte još nekoliko minuta. Zatim ovo filtrirajte i ispitajte da li ste u tečnosti dobili šećer.

Odgrevanje čelika

Uzmite stari odvijáč i staru burgiju da biste izvršili jedan eksperiment. Pokušajte da turpijate i odvijáč i burgiju. Uočićete da je odvijáč nešto mekši no burgija i da je odvijáč krt. Zatim odvojeno grejte u plamenu odvijáč i burgiju do crvenog usijanja, pa ih zatim pustite da se ohlade. Ispitajte oba alata pomoću burgije, zaključićete da su omekšali. Zatim ih ponovo zagrejte i u trenutku kada su u crvenom usijanju potopite u hladnu vodu. Ispitivanje pomoću turpije pokazaće vam da su i odvijáč i burgija veoma tvrdi i britki. Odvijáč zatim ponovo zagrejte i jedan njegov kraj unosite i iznosite iz plamena. Obratite pažnju na boju. Boja se jedno za drugim, menja od tamno-žute do svetlo-žute, a zatim u zlatastožutu, mrku, purpurnu i plavu, jedno za drugim. Kada je odvijáč purpuran, potopite ga u hladnu vodu. Ispitivanje pokazuje da je tvrd, ali ne britak.

Tekstilna hemija

Identifikacija tekstila hemijskim sredstvima može se izvršiti upotrebom sistematskog niza testova, kao što su ovi koje smo pobrojali u tabeli koja sledi:

Testovi za identifikaciju najčešće korišćenih tekstila

Reagens	Vuna	Svila	Pamuk	Viskoza rajon	Acetat rajon
Paljenje	Gore sporo sa mirison zapaljene dlake		Gore sporo sa mirisonom zapaljene hartije		Gori brzo i stvara zrnca
Lužina 5% rastvor	Rastvaraju se u vrelom rastvoru		Ne rastvaraju se		Vlakno se nadima
H_2SO_4 2%	Ne reaguju		Ugljenišu se prilikom zagrevanja		
HNO_3	Požuti Ne rastvara se	Požuti Rastvara se	Ne reaguje	Brzo se rastvaraju. Postaju bleđožuti	
Aceton	Ne reaguju				Rastvara se brzo
HCl	Ne reaguje	Rastvara se	Ne reaguje	Rastvara se sporo	Rastvara se

Lan gori polako, sa mirisonom zapaljene hartije, sporo ga uništava HCl, a na njega neznatno utiče vrela lužina.

Termitski proces

Stavite pesak u gvozdeni posudu i uobličite ga u obliku šolje da bi u to udubljenje sipali termitsku smešu. Ta smeša pravi se od podjednkih delova Fe_2O_3 i aluminijuma u prahu. Kao fitilj stavite magnezijumsku traku dužine 6 inča. Oko osnovice trake raspite magnezijumski prah. Fitilj treba zapaliti pomoću gorionika, pazeći da se odmah povučete čim se zapali. Kada je reakcija gotova, možete ispitati proizvedeno gvožđe.

Viskoza i rejon

1. Viskoza

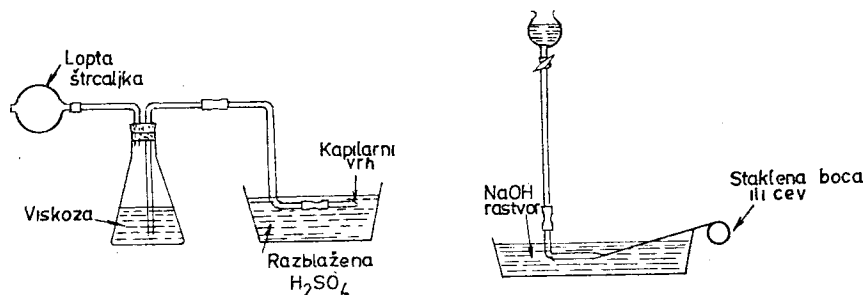
Napravite viskozu tako što ćete staviti 15 do 20 listova filter hartije prečnika 10 cm u 20 procentni rastvor NaOH. Rastvor treba da preknije potopljenu hartiju do dubine od jednog inča. (Umesto hartije možete da upotrebite pamuk). Ovo treba kuvati jedan do dva sata a zatim izvaditi iz

lužine i pritiskom odstraniti višak tečnosti. Tako pripremljena bazna celuloza izloži se vazduhu jedan dan, da bi se poboljšali rezultati. Posle toga treba je staviti u CS_2 i pustiti je da stoji od 12 do 15 časova. Zatim je uklonite i stavite u dvoprocentni rastvor NaOH, ne upotrebljavajući više rastvora no što je neophodno. Ovo treba da stoji još 12 sati. Dobijeni bistri rastvor sipajte u bocu (slika 531). Obezbedite izvor komprimovanog vazduha i kapilarni vršak pričvrstite za cev koja ide do dna boce. Pritisak vazduha primorava viskozu da se kreće kroz kapilaru. Kada se nit pojavi na vrhu treba je vući da bi se izbeglo zamrzavanje. Kapilaru postavite ispod površine razblaženog rastvora sumporaste kiseline (jedan deo kiseline na šest delova vode). Pošto se nit formira, treba je provući kroz rastvor kiseline i namotati na metalni kalem (na primer, na omču od žice). Pošto ste nit namotali treba je nekoliko puta isprati u vodi. Rastvor viskoze treba upotrebljavati odmah po spravljanju.

2. Bakaramonijačni proces

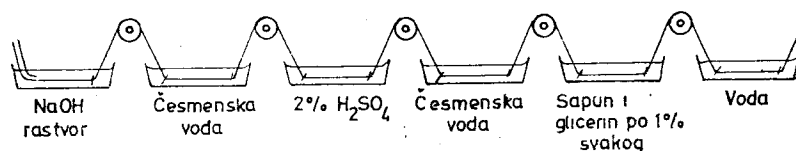
a. Bakaramonijačni proces koristi Švajcerov reagens koji se dobija rastvaranjem 60 grama $Cu(OH)_2$ u jednom litru 28% rastvora NH_4OH .

$Cu(OH)_2$ priprema se taloženjem iz NH_4OH sa $CuSO_4$. Talog treba osušiti na poroznoj ploči na niskoj temperaturi. Uporedite 30 grama pamuka u konopac i ovaj isecite u kratke komade. To rastvorite u litru reagensnog rastvora, a zatim stavite u levak za izdvajanje za koji ste pričvrstili kapilaru (slika 532). Otvor kapilare ima prečnik od 0,5 do 0,8 milimetra. Kada se



Sl. 531.

Sl. 532.



Sl. 533.

nit pojavi na otvoru kapilare, prihvatite je pincetom i provucite kroz 30% rastvor NaOH. (5 do 10 grama glicerina može se dodati rastvoru natrijum hidroksida da bi se dobio bolji proizvod). Nit namotajte na staklenu bocu

ili veliku staklenu cev. Namotaji se ne smeju dodirivati. Pošto je nit namotana na cev, ovu potopiti u 5% rastvor sirćetne kiseline, a zatim prati 24 časa u vodi.

b. Niz kupatila može se postaviti jedno uz drugo i proces učiniti kontinualnim (slika 533). Upotrebite male koturače za prenos niti od jednog kupatila do drugog, a staklene šipke postavite u blizini dna suda da bi držale nit u rastvoru željeno vreme. Česmensku vodu treba da obnavljate. Za kontinualnu operaciju nit treba da se suši na kraju mlazom vrelom vazduha.

3. Nitratni proces

Prikaži nitratni proces upotrebljavajući rastvor sačinjen od 10 mililitara koncentrovane H_2SO_4 i 10 mililitara koncentrovane HNO_3 . Ovaj zagrejte i dodajte 0,5 grama pamuka. Ostavite tečnost da stoji 3 do 4 minuta. Izvadite pamuk pomoću šipke za mešanje i pažljivo ga operite u vodi. Zatim ga osušite i posle toga tretirajte rastvorom jednakih zapremina alkohola i etra. Ovaj rastvara nitrovani deo celuloze. Tečnost sipajte u plitku staklenu posudu i uočite isparavanje. Ostatak je nitrat celuloze.

4. Acetatni proces

Celulozni acetat pripremićete upotrebljavajući rastvor sačinjen od 20% glacijalne sirćetne kiseline, 6 mililitara anhidrida sirćetne kiseline i 2 kapi koncentrovane H_2SO_4 . U ovaj rastvor stavite 0,5 grama pamuka. Pustite rastvor da stoji 24 do 48 časova. Rastvor izlite i profiltrirajte celulozni acetat. Isušite ga između komada hartije.

Prašak za pranje

1. Efikasnost

Uporedite razne praškove za pranje koji se mogu nabaviti u trgovinama. Za ispitivanje svakoga od njih upotrebite standardnu zapreminu tvrde vode, (25 do 50 mililitara). Utvrdite količinu praška koja je neophodna da biste dobili stalnu sapunicu u svakom uzorku. Ovo se može izvesti merenjem poznate količine svakog praška pre početka eksperimenta, a zatim oduzimanjem neupotrebljene količine pošto je formirana stalna sapunica.

2. Prisustvo karbonata

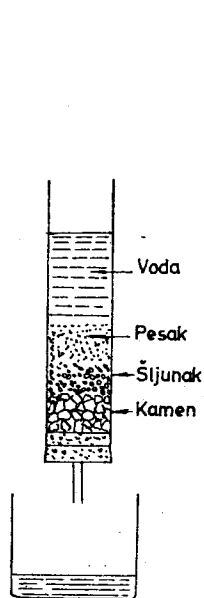
Ispitajte razne vrste praškova za pranje u pogledu prisustva karbonata tako što ćete sipati 5 mililitara koncentrovane HCl u 10 grama praška. Formirani gas treba provesti kroz bistru krečnu vodu. Ako ima karbonata krečna voda će se zamutiti.

3. Prisustvo borata

Ispitajte prisustvo borata koristeći kiseli rastvor pripremljen za ispitivanje prisustva karbonata. U ovaj rastvor potopite traku turmeričke hartije (indijski šafran) i zatim je postavite na spoljni deo posude sa vrućom vodom. Ako su borati prisutni, hartija postaje crvenkasto mrka.

4. Prisustvo fosfata

Istvrđite prisustvo fosfata u praškovima za pranje. U epruvetu stavite jedan gram praška za pranje. Zatim dodajte 10 mililitara destilovane vode, a potom jedan mililitar koncentrovane HNO_3 . Sadržinu zagrejte do ključanja i filtrirajte. Jedan mililitar filtrata sipajte u epruvetu i zagrejte. Ovome dodajte 10 mililitara 15% rastvora amonijum molibdata. Epruvetu tada stavite u posudu sa toplom vodom. Prisustvo žutog taloga pokazuje fosfate u prašku za pranje.



Sl. 534.

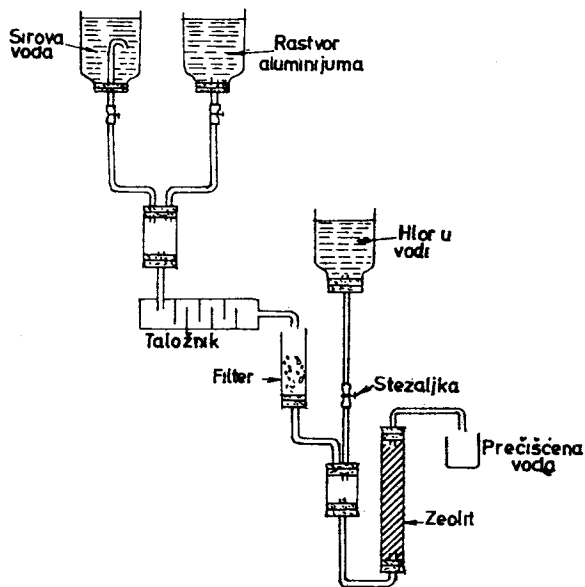
Prečišćavanje vode

1. Filtriranje

Pokažite filtriranje vode upotrebljavajući filter izgrađen od belutka, šljunka i peska (slika 534). U filter možete da sipate muljevitu vodu da biste pokazali upotrebu filtra.

2. Model sistema

Napravite model sistema za prečišćavanje vode (slika 535). Polovine boca služe vam kao rezervoari, a staklene i gumene cevi kao cevovodi. Bazen za taloženje napravljen je od drvene kutije, sa naizmenično postavljenim pregradama. Filter napravite onako kao što je opisano u odeljku „Filtriranje”. Hlor upotrebljen za sterilizaciju vode može se dobiti iz generatora hlora ili cilindra sa hlorom. Pomoću stezaljki možete da podešavate protok vode tako da obezbedite kontinualno delovanje. Za omekšavanje vode upotrebite zeolit.



Sl. 535.

3. Privremena i stalna tvrdoća

Ispitajte uzorke lokalne vode u pogledu privremene, ili stalne tvrdoće. Prokuvajte uzorak vode pomoću rastvora sapuna uporedite ga sa neprokuvanim uzorkom. U svaki od uzoraka dodajte kap po kap rastvoreni sapun. Broj kapi potreban za dobijanje stalne sapunice u jednom, uporedićete sa odgovarajućim brojem kapi potrebnim za stvaranje stalne sapunice u drugom uzorku.

4. Prisustvo hlorida

Ispitajte prisustvo hlorida u vodi. Značaj ovog eksperimenta je u tome što prisustvo hlorida može da ukaže na zatrovanje. U uzorak od 100 mililitara vode sipajte dva mililitra indikatora K_2CrO_4 . Ovo titrujte rastvorom AgNO_3 (2,4 grama na jedan litar vode). Poslednji rastvor treba sipati sve dok se ne dobije blago crvena boja. Broj mililitara nitrarnog rastvora koji ste upotrebili pomnožite sa 10, da biste dobili broj delova hlorida na milion delova vode.

5. Prisustvo gvožđa

Ispitajte prisustvo gvožđa upotrebljavajući KSCN . Isparavajte 150 mililitara vode u potpunosti i ovome dodajte jedan mililitar HCl . Dodajte 15 mililitara destilovane vode i filtrirajte tečnost. Dodajte veoma razblaženi rastvor KMnO_4 , dok slaba boja ne postane stalna. Dodajte jedan mililitar 2% rastvora KSCN . Prisustvo crvene boje ukazuje na gvožđe.

6. Prisustvo amonijaka

Ispitivanje prisustva amonijaka važno je jer može ukazivati na prisustvo organskih materija. Sipajte nekoliko kapi rastvora CuSO_4 u 250 mililitara vode koja se ispituje. Dodajte rastvor natrijum hidroksida sve dok se ne formira talog. Izlijte čistu tečnost i dodajte Neslerov reagens. Žuta boja ukazuje na prisustvo amonijaka. Neslerov reagens ćete pripremiti sipajući 25 grama KJ u 20 mililitara destilovane vode. Dodajte dovoljnu količinu HgCl_2 da biste dobili mali talog. Zatim dodajte 200 mililitara koncentrovanog rastvora NaOH i razblažite rastvor do 100 mililitara. Tečnost zatim filtrirajte, po čemu je ona spremna za upotrebu.

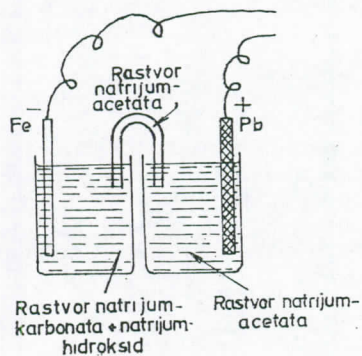
Postizanje nepromočivosti tkanina

Pripremite aluminijum acetat tretirajući $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sa $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$. Aluminijum acetat ostaje u rastvoru. Tkanina koju treba učiniti nepromočivom potapa se u ovaj rastvor, a zatim suši. Možete ispitati tkaninu na nepromočivost.

Belo olovo

Pripremite belo olovo elektrolitički, provodeći jednosmernu struju kroz 7% rastvor Na_2CO_3 sa malom količinom NaOH u jednoj posudi i 5% $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ u drugoj posudi. U prvoj posudi nalazi se gvozdена elektroda, a u drugoj olovna (slika 536). Primenite 100 voltni napon jednosmerne struje

pri čemu je olovna elektroda pozitivna. Joni OH^- i CO_3^{--} prelaze provodnim mostom do olovne elektrode gde se odigrava:



Sl. 536.

ELEKTROHEMIJA

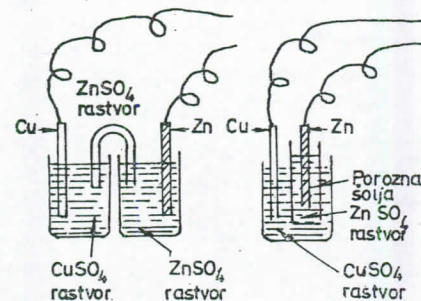
Vrste ćelija i elektromotorna sila

a. Uporedite napone prostih ćelija, napravljenih raznim kombinacijama metala. Listovi različitih metala (gvožđe, aluminijum, cink, bakar, nikl, olovo) isečeni su u komade $1 \text{ in} \times 6 \text{ in}$. Svaki komad probušen je u blizini jednog kraja, a provodnici od bakarne žice pričvršćeni su pomoću mašinskih zavrtnjeva i navrtki. Pripremite rastvor natrijum hlorida (10 grama NaCl u 100 mililitara vode). Za proučavanje Ems svake kombinacije, upotrebite voltmetar sa opsegom od pet volti. Dovodne žice od cinkanih i bakarnih traka pričvršćene su za voltmetar. Trake potopite u rastvor i zatim uočite najveće stalno skretanje. Uočite smer u kome se kazaljka kreće. Ove dve trake zatim uklonite i obrišite. Cink je negativan, a bakar pozitivan. Druge metale povežite u parove i utvrdite veličinu skretanja u svakom slučaju. Elektronegativni metal utvrđuje se na osnovu smeru skretanja kazaljke.

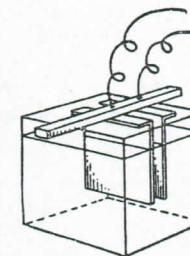
b. Dovedite u vezu razne kombinacije pomenute u (a) sa Ems niza elemenata (elektrohemijski niz elemenata poređanih po veličini njihove elektromotorne sile u normalnim rastvorima). Metal je pozitivan u odnosu na metale iznad njega u nizu Ems, a negativan u odnosu na one ispod njega u nizu. Alternativni postupak je da se upotrebi platinska ili ugljena elektroda i sa njom uporede drugi metali.

c-1. Uporedite odnose metala kao što je utvrđeno u (a) i (b) sa efektima koji se dobijaju stavljanjem malog komada svakog od metala u malo rastvora soli (nitrata ili hlorida) svakog drugog metala. Metal koji je elektronegativniji zamenjuje drugi metal iz rastvora.

c-2. Slično poređenje može se izvršiti stavljanjem malih komada svakog od metala u eperuvetu sa razblaženom HCl . Relativna brzina osobađanja vodonika za svaki od metala upoređuje se sa elektronegativnošću u (b) i (c-1).



Sl. 537.



Sl. 538.

d. Napravite Danijelovu ćeliju, upotrebljavajući rastvore bakar-sulfata i cink-sulfata u različitim posudama i most rastvora cink sulfata koji ih povezuje (slika 537). Zatim stavite trake od bakra i cinka u odgovarajuće rastvore. Koncentracija rastvora soli je jednomolarna. Jedan alternativni oblik Danijelove ćelije koristi poroznu posudu napunjenu rastvorom cink-sulfata. Ova posuda se zatim drži u rastvoru bakar sulfata.

e. Napravite beskiselinu ćeliju koristeći dve olovne ploče koje su savijene pod pravim uglom na vrhu. Jednu obmotajte tankom tkaninom, a drugu prislonite uz nju. Na vrhu su izbušene ručke i pričvršćene za drvenu letvu pomoću zavrtnjeva (slika 538). Druga navrtka zavrtnja služi za pričvršćivanje olovnih žica. Elektrode su stavljene u staklenu posudu sa zasićenim rastvorom natrijum bikarbonata. Ćeliju zatim napunite jednosmernom strujom.

f. Proučite efekat prirode elektrolita na napon koristeći par elektroda kao što su ugljena i cinkova, koje se drže u ćeliji pomoću drvene letvice (slika 539).

Elektrode su pričvršćene za šipku pomoću opružnih stezaljki. Upotrebite rastvore raznih elektrolita; efekat koncentracije na napon može se posmatrati razblaživanjem datog rastvora destilovanom vodom i vršenjem uzastopnih očitavanja. Između pojedinih eksperimenata elektrode treba pažljivo isprati.

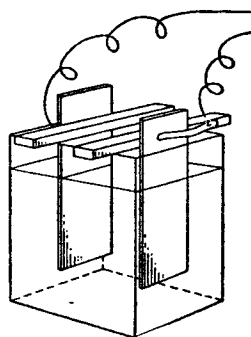
g. Posmatrajte efekat razdaljine između elektroda na napon, menjajući razdaljinu između elektroda koje su pomoću opružnih stezaljki postavljene na odvojene drvene šipke. Spojite voltmetar (slika 540) i vršite očitavanja sa promenom razdaljine.

Za suve ćelije i akumulatora vidi stranu 182.

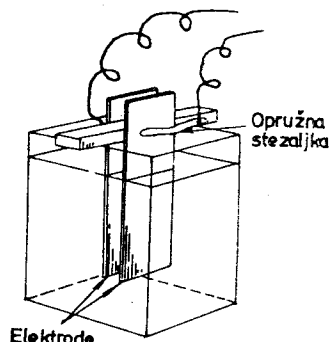
Punjenje i pražnjenje baterija

a. Proverite specifičnu težinu tečnosti ćelija u akumulatoru, dodajte destilovanu vodu ako je potrebno ponovo napunite akumulatora kada je neophodno (vidi stranu 134).

b. Rasklopite stari električni akumulator da biste odredili prirodu delova. Treba identifikovati pozitivne i negativne ploče. Staru mrežu možete isprazniti i ponovo napuniti olovo peroksidom. Sa ovom mrežom može se upotrebiti olovna ploča a njih dve mogu se lako napuniti pošto se stave u kiseli rastvor (jedan deo H_2SO_4 na 10 delova vode).



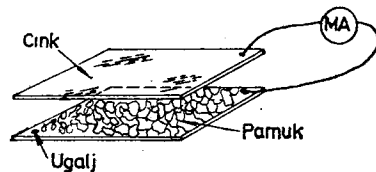
Sl. 539.



Sl. 540.

c. Posmatrajte lokalno dejstvo upotrebljavajući prostu ćeliju sa elektrodama od cinka i bakra. Razblažena sumporna kiselina služi kao elektrolit. Nečisti cink formira male lokalne ćelije na mestima nečistoća. Posmatrajte dejstvo u tim tačkama. Ako se cink izvadi opere, osuši i pažljivo protrlja živom radi potpune amalgamacije, lokalno dejstvo svodi se na neznatan iznos.

d. Pokažite polarizaciju i depolarizaciju upotrebljavajući listove od cinka i uglja koji su povezani sa miliampermetrom. Pamuk uobličite u slojeve iste veličine kao što su i listovi i navlažite ga rastvorom amonijum hlorida. Postavite pamuk na list uglja. Cinkanu ploču postavite nasuprot pamuku i uočite da dobijate znatno skretanje igle (slika 541). Skretanje



Sl. 541.

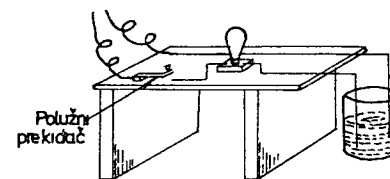
brzo iščezava sa pojavom polarizacije. Zatim odvojite ploče i uglj prekriti slojem od $\frac{1}{8}$ inča mešavine jednakih količina mangan dioksida i ugljenika u prahu navlaženog rastvorom amonijum hlorida. Zatim zamenite pamuk i ponovo odozgo postavite cinkanu ploču. Dolazi do jednog skretanja igle, ali ćete uočiti da ono zbog efekta depolarizatora ne opada tako brzo.

Provodljivost i jonizacija

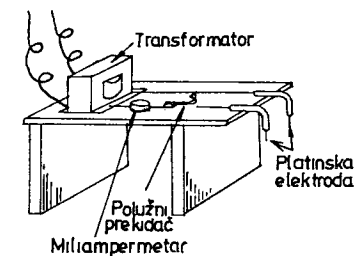
a. U trgovini se mogu nabaviti, ili se mogu sklopiti aparati za proučavanje provodljivosti, koji koriste naizmjeničnu struju od po 110 volti. Dve ogoljene bakarne žice pružaju se do kraja platforme i savijaju na dole. One su dužine oko 4 inča. Žice se drže na svom mestu pomoću izolovanih držača. Jedna od žica direktno je povezana sa linijom naizmjenične struje od 110 volti. Na drugom kraju linije nalaze se sijalica od 25 vati i polužni prekidač u seriji (slika 542). Posude sa rastvorima koje treba ispitati podižu se odozdo, tako da elektrode uranjaju u tečnost. Pošto se posuda nalazi na mestu, sklonite ruku kojom je držite i zatvorite prekidač. Intenzivnost svetlosti u sijalici pokazuje relativnu provodnost tečnosti.

Upozorenje: Zbog neizolovanih žica u ovom eksperimentu, treba pažljivo postupati sa opremom.

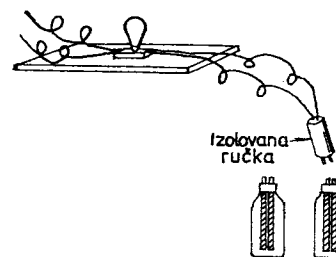
b. Opremite ram sličan onome u (a) transformatorom (sa izlazom od 6 volti) ili suvom ćelijom i miliampermetrom. U kolo miliampermetra postavite polužni prekidač. Napravite platinske elektrode tako što ćete na krajeve staklene cevi pričvrstiti kratke komade platinske žice, tako da se pružaju $\frac{1}{2}$ inča izvan kraja cevi. U svaku cev stavite kap žive da bi prekrila kraj platinske žice. Napravite kontakt dovodeći bakarnu žicu od transformatora do žive (slika 543).



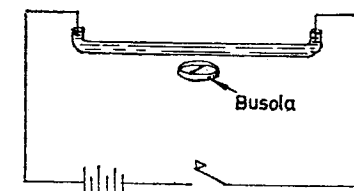
Sl. 542.



Sl. 543.



Sl. 544.



Sl. 545.

c. Napravite stalnu opremu za proučavanje provodljivosti stavljajući ekvivalentne rastvore raznih jedinjenja u boce od 1 unce, sa zapušačima. U svakom čepu nalaze se dve ugljene elektrode. Elektrode u svim bocama imaju odgovarajuće površine uglja pod površinom tečnosti. Pripremite onoliko broj ovakvih boca koliko vam je potrebno. Napravite stalne kontakte

od izvora naizmjenične struje (slika 544). Sijalica vezana u seriju omogućava laku demonstraciju provodnosti raznih rastvora.

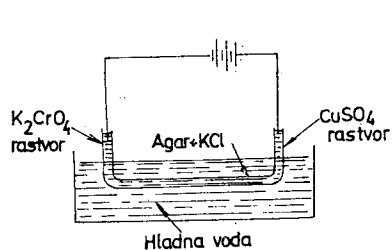
d. Pokažite efekat razdaljine između elektroda na provodnost upotrebljavajući ćeliju sa slike 540. Izvor naizmjenične struje od 110 volti povezan je sa priključcima, a sijalica je postavljena u kolo da bi pokazala relativni iznos struje.

e. Posmatrajte efekat rastvorljivosti na jonizaciju i provodnost koristeći reakciju između $\text{Ba}(\text{OH})_2$ i H_2SO_4 . Upotrebite aparat kao što je onaj u (a) sa ugljenim elektrodama, gde razblaženi rastvor $\text{Ba}(\text{OH})_2$ zatvara kolo. Sijalica sjaji. Polako dodajte razblaženu H_2SO_4 , pri čemu kolo s vremena na vreme zatvarajte. Lampa će se gasiti kako se formira talog BaSO_4 .

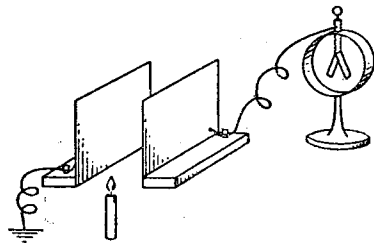
f. Pokažite odnos rastvora koji provodi struju prema žici koja takođe provodi struju, koristeći staklenu cev (prečnika oko 1 cm, savijenu na krajevima) (slika 545). Cev treba staviti u horizontalni položaj u pravcu sever—jug, direktno iznad igle kompasu. Cev napunite ONH_2SO_4 . Provedite jednosmernu struju od dva do tri ampera kroz rastvor. Odstupanje kompasne igle je očividno.

g-1. Proučavajte migraciju jona upotrebljavajući različite soli. Stavite koncentrovani rastvor Na_2SO_4 u cev oblika U i dodajte nekoliko kapi lakmusovog rastvora. Platinske cevi koje prolaze kroz čepove, pričvršćene su za izvor jednosmerne struje od 6 do 12 volti. Tečnost u jednom kraku postaje crvena, a u drugom plava. Ukoliko izmenite priključke, boja će prvo iščeznuti, zatim se ponovo pojaviti u izmenjenom položaju. Umesto lakmusa kao indikator možete da upotrebite fenolfalein.

g-2. Savite staklenu cev unutrašnjeg prečnika od 5 do 6 milimetara u obliku širokog slova U (slika 546). Stavite rastvor KCl sa 2% agara u horizontalni krak cevi i pustite ga da se želatinizira. Sipajte zasićeni rastvor CuSO_4 u jedan vertikalni krak i K_2CrO_4 u drugi. Bakarne elektrode pričvršćene su za izvor jednosmerne struje od 120 volti, tako da je pozitivna elektroda pričvršćena za priključak u kraku sa CuSO_4 . Želatin se održava hladnim u kupatilu. Uočite pomeranje granica sa kretanjem bakarnih jona kroz KCl u želatinu.



SI. 546.



SI. 547.

h-1. Pokažite stvaranje jona u hemijskom delovanju njihovim prisustvom u plamenu. Povežite kondenzator za elektroskop i uzemljite drugu stranu. Napunite kondenzator. Plamen koji se drži između i nešto ispod kondenzatorskih ploča, izaziva rasterećenje elektroskopa (slika 547).

h-2. Pokažite jonizaciju izazvanu plamenom, upotrebljavajući indukcionu kalem, kod koga je razmak toliko veliki da varnica ne može da skoči. Kada kalemu dovedete energiju, plamen zapaljene sveće postavite neposredno ispod razmaka. Varnica će skakati preko plamena i kroz gasove u blizini njega do drugog priključka.

i. Demonstrirajte efekat pritiska na jonizaciju gasa upotrebljavajući bilo elektrostatičku mašinu (vidi stranu 338) ili indukcionu kalem da biste predali energiju Gajsterovim cevima. Struja lako prolazi kroz gas u takvoj cevi, koja je pod niskim pritiskom. Dokaz toga je stvorena svetlost. Kada se cev odvoji od izvora elektrostatičke mašine ili indukcionog kalema, nema znaka o postojanju struje od jednog do drugog kraja, koji su na istoj udaljenosti kao u ranijem eksperimentu (10 do 15 cm).

Elektroliza i galvanizacija

a. Proizvedite natrijum elektrolizom istopljenog NaOH u plitkoj gvozdenoj posudi. Grejte NaOH dok vlaga ne iščezne, a zatim primenite jednosmernu struju. Upotrebite gvozdene elektrode koje se pružaju do blizu dna posude. Posle elektrolize, pustite da se uređaj ohladi i izvadite čvrsti natrijum.

b. Stavite jedan do dva grama NaCl u posudu u peći koja je opisana na strani 132. Pošto se so istopila dodajte još soli dok se posuda ne ispuni preko polovine. Upotrebite gvozdene elektrode i na njih dovedite jednosmernu struju od 12 volti. Sijalicu i ampermetar za jednosmernu struju treba staviti u seriju sa elektrodama. Uočite razvijanje hlora.

c. Upotrebite sledeću formulu za niklovanje:

Nikl amonijum sulfat	300 grama
NaCl	50 grama
Borna kiselina	50 grama
Voda	2.000 mililitara
H_2O_2	15 grama

Predmet, koji treba niklovati, predstavlja katodu. Treba obezbediti struju gustine 10 amp/kvadratna stopa. Ako predmet nije od bakra ili bronzne, treba ga prvo prevući bakrom.

d. Hromiranje zahteva sledeći rastvor:

Oksid hroma	1.000 grama
Sumporna kiselina	10 grama
Voda	4.000 mililitara

Za galvanizaciju, ovaj rastvor treba da bude vreo. Struja treba da bude gustine 100 do 200 ampera po kvadratnoj stopi; ova gustina struje odgovara za manje predmete.

LITERATURA

ODABRANI IZVORI ZA DEMONSTRACIJE, LABORATORIJSKE EKSPERIMENTE I ZADATKE

Knjige

- Adlam, G. H. J. (izd.): The Science Masters' Book, kolo I, deo I, Physics, John Murray, London, 1931.
- Adlam, G. H. J. (izd.): The Science Masters' Book, kolo I, deo II, Chemistry and Biology, John Murray, London, 1931.
- Adlam, G. H. J. (izd.): The Science Masters' Book, kolo II, deo I, Physics, John Murray, London, 1936.
- Adlam, G. H. J. (izd.): The Science Masters' Book, kolo II, deo II, Chemistry and Biology, John Murray, London, 1936.
- Arthur Paul: Lecture Demonstrations in General Chemistry, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1939.
- Bailey, Edgar, i John C. Chiddix: General Science Projects, Science Publications, Normal, Ill., 1950.
- Chiddix, John C.: Chemistry Projects, Science Publications, Normal, Ill., 1949.
- Civil Aeronautics Administration: Demonstrations and Laboratory Experiences in the Science of Aeronautics, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1945.
- Collins, A. Frederick: Fun with Electricity, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1936.
- Collins, A. Frederick: Simplified Household Mechanics, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1939.
- Consumers' Research Test Manual, Consumers' Research, Inc., Washington, N. J., 1946.
- Cook, Sherman R.: Electrical Things Boys Like to Make. The Bruce Publishing Company, Milwaukee, 1942.
- Elder, Albert L.: Demonstrations and Experiments in General Chemistry, Harper & Brothers, New York, 1937.
- Experiments with Light-Practical Problems for Students in Science, Illuminating Engineering Society, 51 Madison Ave., New York.
- Fowles, G.: Lecture Experiments in Chemistry, 3. izdanje, The Blakiston Company, Philadelphia, 1947.
- Frank, J. O., i Guy, J. Barlow: Mystery Experiments and Problems, J. O. Frank & Sons, Oshkosh, Wis., 1936.
- Freeman, Ira: Invitation to Experiment, E. P. Dutton & Co., Inc., New York, 1940.
- Heiss, Elwood D., Ellsworth S. Obourn, i C. Wesley Hoffman: Modern Science Teaching, The Macmillan Company, New York, 1950.

- Jones, E. W. *Essentials of Applied Electricity*, The Bruce Publishing Company, Milwaukee, 1935.
- Lehmann, Herbert G.: *Shop Projects in Electricity*, American Book Company, New York, 1934.
- Lemon, Harvey B., i Marshall Fitz-Hugh: *The Demonstration Laboratory of Physics at the University of Chicago*, The University of Chicago Press, Chicago 1939.
- Lynde, C. J.: *Science Experiences with Home Equipment*, International Textbook Company, Scranton, Pa., 1937.
- Lynde, C. J.: *Science Experiences with Inexpensive Equipment*, International Text-book Company, Scranton, Pa., 1939.
- Lynde, C. J.: *Science Experiences with Ten-cent Store Equipment*, International Textbook Company, Scranton, Pa., 1941.
- Miller, David F., i Glem W. Blaydes: *Methods and Materials for Teaching Biological Sciences*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1938.
- Morgan, Alfred: *The Boys' Book of Engines, Motors, and Turbines*, Charles Scribner's Sons, New York, 1946.
- Morgan, Alfred: *Simple Chemical Experiments*, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1941.
- Morgan, Alfred: *Things a Boy Can Do with Chemistry*, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1940.
- Morgan, Alfred: *Things a Boy Can Do with Electricity*, Charles Scribner's Sons, New York, 1938.
- Morgan, Alfred: *Things a Boy Can Do with Electrochemistry*, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1940.
- Noble, Lorraine Emily: *Applied Chemistry*, Wilvert Publishing Company, Santa Paula, Calif, 1938.
- Siskind, C. S.: *Learning Electricity Experimentally*, Burkert-Walton Company, Evansville, Ind., 1941.
- Sponsor Handbook, Science Clubs of America, Science Service, 1719 N St., N. W., Washington 6, D. C.
- Stollberg, Robert: *Suggestions for Teaching Selected Material from the Field of Electricity*, Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University, New York, 1941.
- Sutton, Richard M.: *Demonstration Experiments in Physics*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1938.
- Teaching about Light and Sight, National Education Association, Washington, D. C., 1946.
- Things of Science, Experimental Kits, Science Service, 1719 N St., N. W., Washington 6, D. C.
- Tuleen, Lawrence, Willard L. Muehl, i George S. Porter: *Test It Yourself!* Scott, Foresman & Company, Chicago, 1941.
- Udane, B., and H. W. Gillary: *Student's Handbook of Science*, Frederick Ungar Publishing Co., East 24 St., New York 10, N. Y.
- Williard, Lester R.: *Experiences in Phisics*, Ginn & Company, Boston, 1939.
- Yates, Raymond F.: *Science with Simple Things*, Appleton-Century-Crofts, Inc., New York, 1942.

Casopisi

- The American Journal of Physics, American Institute of Physics, 57 East 55 Street, New York 22, N. Y.
- Current Science in Aviation, American Education Press, 400 South Front Street, Columbus 15, Ohio.
- Journal of Chemical Education, Division of Chemical Education, American Chemical Society, 20th and Northampton Streets, Easton, Pa.
- Metropolitan Detroit Science Review, Metropolitan Detroit Science Club, 5437 Oakman Blvd., Detroit 4, Mich.
- Popular Science Monthly, Popular Science Publishing Company, 353 Fourth Avenue, New York, N. Y.
- School Science i Mathematics, Central Association of Science and Mathematics Teachers, Inc., P. O. Box 408, Oak Park, Ill
- The Science Counselor, The Duquesne University Press, Pittsburgh, Pa.
- The Science Teacher, National Science Teachers Association, 1201 Sixteenth Street, N. W., Washington, D. C.

REGISTAR POJMOVA

Aberacija 324—326
 Avogadrov broj 362—363
 Adsorpcija 369
 Aerodinamika 345—350
 Akcija i reakcija 162—164
 Alkohol etil 373
 Aparati električni 190—191
 Apsorpcija 166, 231, 260—262, 336, 369
 Arhimedov princip 223—225
 Astronomija 204—207
 Atmosferski pritisak 158—159
 Atomska struktura 361—364
 Atomske sile 357—361
 Atomsko kretanje 351—357
 Atezijska 359

 Barometar 215—216
 Baterija 102, 133—134
 Bernulijev princip 345—346
 Bimetali 254—255
 Boje 330—339, 341
 Bojenje 376—377
 Braunovo kretanje 352—353

 Vazdušni pritisak 111—112, 154-160, 214—216
 Viskozitet 248—249
 Voda — destilacija 100—101
 — elektroliza 191
 — filtriranje 388

 Gasovi 154—160, 364—369
 Generatori 132—134, 184—185, 284

 Dejvijska lampa 168
 Destilacija vode 100—101
 Difuzija 197, 353—355
 Doplerov efekat 268, 306—307

 Elasticitet 359—360
 Elektricitet statični 180—183, 278—289
 Električna kola 189—190, 287—290
 Električni instrumenti 131—132
 Elektroliza 191—192, 396
 Elektromagneti 179—180, 186, 288
 Elektromotori 112, 187—189
 Energija, rad i sila 245—250

 Žiroskop 243—245

 Zakoni kretanja 162—164
 Zakon obrnutih kvadrata 203
 Zvono električno 187

 Zvuk 172—174
 Zračenje 260—261
 Zujalica 187

 Indukcija 295—299
 Inercija 160—162
 Instrumenti električni 131—132
 Intenzitet svetlosti 201—202, 306—307
 Interferencija 268—270, 307—308
 Ispravljači 104—105

 Ionizacija 394
 Jednosmerna struja 285—287

 Kinetička energija 247—248
 Kiselina 150, 364—365
 Klatna 238—240
 Kola električna 189—190, 287—290
 Kondenzatori 283—284
 Kopiranje 375
 Kretanje 161—164, 231—250
 Kreč dobijanje 378

 Legure 373—375
 Luminiscencija 337—340

 Magneti i magnetizam 174—185, 272—278
 Maziva 124
 Mašine proste 161—162, 218—219
 Mehanika tečnosti 160—164, 219—222
 Mikroskop 327, 329—330
 Molekularna struktura 361—364
 Molekurne sile 357—361
 Molekularno kretanje 351—357
 Motori 132—134, 189—191, 293—294
 Mračna komora 142—143

 Naizmjenična struja 285—286

 Ogledala 317—319
 Odnos zapremina — pritisak 228—229
 zapremina — temperatura 257
 Oko 204—206, 340—341
 Optički instrumenti 327—330
 Osmoza 355
 Oscilacije 239, 302—303
 Otpornici 105—107, 132
 Otpornost 288—290

 Paskalov zakon 220—222
 Periskop 195

Površinski napon 357—358
 Prekidači 130
 Pritisak 161
 Projektori 69—73, 78, 85—87

Ravnoteža sila 231
 Rad, energija i sile 245—250
 Radijacija 260—262
 Radio 301—306
 Radioaktivnost 361—362
 Reakcija i akcija 162—164
 Refrakcija 197—198, 268, 323—325

Sila 229—234, 241—242, 357—360
 Sile, energija i rad 245—250
 Solvejev proces 385
 Sočiva 198—200, 324—326
 Spektroskop 336—338
 Stroboskop 115—116
 Sumporna kiselina 371—373

Telegraf 188
 Teleskop 328—329
 Telefon 188—189
 Temperatura 107—110, 164—165, 259—260
 Termometar 259—261

Termostat, 258
 Teslin kalem 300—301
 Toplota 163—172, 250—262
 Torzija 360—361
 Transformatori 106—108, 278, 295—298
 Trenje 248—250

Ubrzanje 233—234
 Ultraljubičasti zraci 338—340

Felingov rastvor 150
 Filmovi 68—69
 Filteri svetlosni 331—333
 Fluorescencija 339
 Fosforescencija 340
 Fotografija 140—143
 Foto-aparat 327

Hartija 380

Carska voda 147
 Centrifugalna i centripetalna sila 241—242

Selak 145
 Šećer proizvodnja 385

JOHN S. RICHARDSON

G. P. CAHOON

**METHODS AND MATERIALS FOR TEACHING
GENERAL AND PHYSICAL SCIENCE**

Recenzija:
Dr VLADIMIR AJDAČIĆ

Odgovorni urednik:
DUŠICA MASLAC

Urednik:
BORA M. STEPANOVIĆ