

D I P L O M S K I R A D



NASLOVA ELEKTRIGIČARSKA I MAGNETIČARSKA U OSNOVNOJ ŠKOLI  
I SREDNJOJ ŠKOLAMA

Stanojević Dragoslav,  
student MF Novi Sad  
grupa fizika

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET, NOVI SAD  
1976 godine

Zahvaljujem se profesoru dr. Miljanu Nikoliću za pomoć koju mi je pružio pri izradi ovog rada.

## S a d r Č a j

	strana
1.Zadaci i značaj nastave elektriciteta i magnetizma . . . . .	1
2.Nastavni plan i program . . . . . . . . . . . . . . . . .	4
3.Učebnici fizike .	9
4.Fizički kabineti i njihova oprema . . . . . . . . . . .	13
5.Metodičko razmatranje nastavnih sadržaja elektriciteta i magnetizma .	15
5.1.Uvod .	15
5.1.1.Električna struktura maretije . . . . . . . . . . . . .	15
5.2.Elektrostatika .	16
5.2.1.Dve vrste elektriciteta i njihova uzajamna dejstva . .	16
5.2.2.Prevednici i izolatori . . . . . . . . . . . . . . . . .	18
5.2.3.Električno polje . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	19
5.2.4.Električna influencija . . . . . . . . . . . . . . . . .	20
5.2.5.Električni potencijal i napon . . . . . . . . . . . . .	21
5.2.6.Električni kapacitet i kondenzatori . . . . . . . . . .	23
5.3.Električna struja u metalima . . . . . . . . . . . . . . .	25
5.3.1.Pojam o električnoj struji . . . . . . . . . . . . . . .	25
5.3.2. Izvori električne struje . . . . . . . . . . . . . . . .	26
5.3.3. Kolo električne struje . . . . . . . . . . . . . . . .	27
5.3.4. Jačina električne struje . . . . . . . . . . . . . . .	28
5.3.5. Napon .	29
5.3.6. Električni otpor . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	30
5.3.7. Omov zakon .	32
5.3.8. Vezivanje otpornika . . . . . . . . . . . . . . . . . .	33
5.3.9. Džul-Lencov zakon . . . . . . . . . . . . . . . . . .	35
5.4. Električna struja u tečnostima . . . . . . . . . . . . .	36
5.4.1. Elektrolitička disocijacija . . . . . . . . . . . . .	36
5.4.2. Hemijsko dejstvo struje . . . . . . . . . . . . . . .	37
5.5. Električna struja u gasovima i vakuum . . . . . . . . .	38
5.5.1. Električna struja u razređenim gasovima . . . . .	38
5.6. Magnetne pojave i magnetna dejstva struje . . . . . .	39
5.6.1. Magnetne pojave i magneti . . . . . . . . . . . . . .	39
5.6.2. Magnetno polje i magnetna influencija . . . . . . .	41
5.6.3. Magnetno polje električne struje . . . . . . . . . .	42
5.6.4. Dejstvo magnetnog polja na provodnik struje . . . . .	43



5.7. Elektromagnetska indukcija . . . . .	44
5.7.1. Indukovana struja i Lencovo pravilo . . . . .	44
5.7.2. Naizmenična struja . . . . .	45
5.7.3. Transformator naizmenične struje . . . . .	46
5.8. Primjeri nastavnih sadržaja za srednje škole . . . . .	47
5.8.1. Kulonov zakon . . . . .	47
5.8.2. Električno polje . . . . .	48
5.8.3. Električni potencijal i napon . . . . .	49
5.8.4. Magnetsko polje pravolinijskog strujnog provodnika . . . .	51
5.8.5. Magnetska indukcija . . . . .	51.
5.8.6. Magnetski fluksi . . . . .	52
5.8.7. Usajamo dojstvo paralelnih strujnih provodnika . . . .	53
5.8.8. Naizmenična struja . . . . .	54
6. Laboratorijske vežbe i njihov značaj . . . . .	56
7. Računske vežbe u nastavi fizike . . . . .	58
8. Prilog: testovi sa provjeru znanja i normativ nastavnih sredstava sa nastavu elektriciteta i magnetizma . . . .	59

## 1. ZADACI I ZNAČAJ NASTAVE ELEKTRICITETA I MAGNETIZMA

Svaka aktivnost u procesu vaspitanja i obrazovanja mora da ima svoj cilj. Putevi koji vode tome cilju moraju biti takvi da mobilisu sve psihičke sposobnosti učenika. Drugim rečima, proces sticanja znanja treba da bude takav da pobudjuje stvaralačke i prgnalačke sposobnosti učenika a ne da učenik pasivno prima gotova znanja. Nas u ovom slučaju interesuju znanja iz fizike, upravo znanja iz oblasti elektriciteta i magnetizma.

Nastavni sadržaji iz ove oblasti propisani su nastavnim planom i programom, ali time nije potpuno određeno šta treba preneti učenicima, odnosno nije određen obim nastavne gradje. Obim nastavne gradje koja je obuhvaćena nastavnim jedinicama određuje se posebnim uputstvom o realizaciji propisanih nastavnih sadržaja. Ovo uputstvo bi moralo da preizilazi iz postavljenih zadataka koji treba da se izvrše pri ostvarenju propisanih nastavnih sadržaja. Zadaci su propisani određenim zakonima kao što su Zakon o osnovnom obrazovanju i vaspitanju ili određenim zakonima za srednje škole.

Citirajmo neke od navedenih zadataka iz člana 4 Zakona o osnovnoj školi:

"U ostvarenju cilja vaspitanja i obrazovanja osnovna škola ima naročito ove zadatke:

- da razvija psihičke sposobnosti učenika, naročito sposobnosti posmatranja, samostalnog i kritičkog mišljenja i stalno interesovanje za novim saznanjima ;
- da učenike uvedi u osnove naučnog pogleda na svet, razvija im svest o stvaralačkoj snazi ljudskoguma i rada u poznavanju i menjanju prirode i društva, u stvaranju materalnog blagostanja, civilizacije i kulture i u izgradnji socijalističkih društvenih odnosa;
- da kod učenika razvija navike samostalnog sticanja i produbljivanja znanja radi njihovog osposebljavanja za dalje obrazovanje i samooobrazovanje."

Ovim su dati najvažniji zadaci ali ne i svi zadaci. Prevo na ovakav zaključak pruža nam podvučena reč "naročito", jer bi



u protivnom obrazovanje bilo ukalupljeno i kočilo bi dalji napredak.Na bazi istaknutih zadataka navedeni su u Nastavnom planu i programu za osnovnu školu, i posebni zadaci u nastavi fizike.Citirajmo i te zadatke:

"Zadaci nastave fizike su

- da na osnovu ranijih iskustva,kao i onih koja će sticati aktivnim učešćem učenika u procesu sticanja znanja o fizičkim pojavama i zakonima i da ih osposobljava da ova znanja primenjuju u praktičnoj delatnosti;
- da učenike u elementarnom vidu uvedi u metode ispitivanja prirodnih pojava i metode naučnog mišljenja i da ih osposobljava da se ovim metodama služe;
- da doprinosi formiranju naučnog pogleda na svet kod učenika i uverenja o aktivnoj ulozi čoveka u menjanju sveta".

Naše društvo se stalno razvija,napreduje.Postavljaju se novi zadaci i vrši se reforma obrazovanja.Sve više je dolazila do izražaja uloga prirodnih nauka u formiranju svesti,kulture i funkcionalnog mišljenja.Na osnovu novog Zakona o osnovnom obrazovanju i vaspitanju - njegovih načela,ciljeva i zadataka radi se novi nastavni plan i program .U međuvremenu uradjeno je Uputstvo o rasterećenju i osavremenjavanju nastave u osnovnoj Školi i isto je usvojeno na sednici Prosvetnog saveta SR Srbije od 28.6.1975.godine.

Navedenim aktima izdvojeni su samo neki zadaci koji treba da se ostvare kroz nastavu fizike.Ostale zadatke treba da precizira nastavnik fizike pri obradi svake nastavne celine,korisćeći bogato iskustvo savremene pedagoške prakse kao i zadatke određene programom rada škole.Pri tome treba da se sagleda mesto nastave fizike u procesu vaspitanja i obraovanja mladih.Kada se određuje mesto nastave fizike u procesu vaspitanja i obrazovanja mora da se ima na umu njena uloga i značaj kako u

tehnici i svakodnevnoj praksi, tako isto i u razvitku ostalih nauka.

U skopu navedenih zadataka nalaze se zadaci nastave elektriciteta i magnetizma.

Značaj nastave elektriciteta i magnetizma zaslužuje posebnu pažnju. Obuhvata široku oblast nastave fizike koja ima veliku primenu kako u tehnici tako i u drugim naukama i u svakodnevnom životu. Danas se ne može zamisliti razvoj bilo koje nauke bez raznih mernih instrumenata zasnovanih na elektricitetu i magnetizmu. Elektronski računari sem velike primene u raznim naukama imaju široku primenu u svakodnevnom životu. Televizija, radio, telefon, telegraf, razni signalni i drugi uređaji ušli su u svakodnevni život velikog broja ljudi. Zatim, elektrifikacija, mehanizacija i automatizacija proizvodnje su tesno povezane za primenu nastave fizike a pre svega nastave elektriciteta i magnetizma. Mladog čoveka interesuju fizički osnovi ovih uređaja pa nastava fizike treba da to pruži.

Ovaj podatak pokazuje da nastava fizike a samim tim i nastava elektriciteta i magnetizma treba da se stalno usavršava kako bi mogla da doprinosi savremenom razvoju tehnike.

Jedan od najvažnijih vaspitnih zadataka nastave je formiranje dijalektičko-materijalističkog pogleda na svet naših učenika. U ostvarenju ovog zadatka nastava fizike ima posebno mesto.

Izgleda, na prvi pogled, da se preteruje kada se dijalektički materijalizam povezuje sa nastavom u osnovnoj školi, pa prema tome i sa nastavom fizike. Znamo da fizika sadrži bogati materijal, što pruža nastavniku da u procesu nastave ukaže učenicima na dijalektičku prirodu pojava. Svesno, dosledno primenjivanje materijalističke dijalektike u nastavi elektriciteta i magnetizma dovedi učenike do dubljeg, naučnog shvatanja fizičkih pojava i zakona, uči ih dijalektičkom mišljenju i postavlja temelj marksističkom pogledu na svet.

## 2.NASTAVNI PLAN I PROGRAM

U SR Srbiji,nastava fizike u VIII razredu osnovne škole obuhvata oblast elektriciteta i magnetizma,optiku i atomsku fiziku.Izvodi se sa 3 časa nedeljno.No obzirom da je školska godina skraćena za osmi razred,to godišnji fond časova iznosi 90 časova.Navodimo deo Nastavnog plana i programa koji se odnosi na nastavu elektriciteta i magnetizma:

"Elektrostatika.".- Dve vrste elektriciteta i njihovo uzajamno dejstvo.Električna struktura materije.Količina elektriciteta (kulon).Provodnici i izolatori.Elektroskop.Pojam električkog polja.Električni potencijal i napon.Raspored elektriciteta na provodnicima.Električna influencija.Električni kapacitet.Kondenzatori.Električne pojave u atmosferi.

Električna struja..- Pojam o električnoj struji.Elektrontorna sila.Jedinica za merenje elektromotorne sile i napona (volt).Galvanski elementi.Akumulator.Kolo električne struje.Jedinica za merenje jačine struje (amper).Ampermeter i voltmeter (samo upotreba).

Otpor provodnika.Jedinica za merenje električnog otpora (om).Otpornici.Omov zakon.Redno i paralelno vezivanje otpora.Redno i paralelno vezivanje elemenata.

Toplotno dejstvo električne struje.Džul-Lencov zakon.Jedinica za rad i snagu električne struje.Medunarodna definicija kulona i ampera.

Električna struja u razređenim gasovima.Katodni i Rentgenovi zraci.Termoelektronska emisija.Elektronska cev.

Magnetne pojave i magnetsko dejstvo struje..- Magnetne pojave i magneti(vrste).Pojam magnetskog polja.Magnetska influencija.Zemljino magnetsko polje i kompas.

Magnetsko polje električne struje.Magnetsko polje pravolinjskog i kružnog provodnika.Solenoid.Elektronomagnet.Električno zvonce.Telegraf.

Dejstvo magnetskog polja na provodnik sa električnom strujom.Elektronomotor.

Princip rada ampermetera i voltmetra.

Elektromagnetna indukcija. - Indukovana struja. Lencovo pravilo. Pojam naizmenične struje. Generatori naizmenične i jedno-smerne struje. Trofazna struja (pojam). Telefon i mikrofon. Transformator naizmenične struje. Prenošenje električne energije na daljinu. Elektrifikacija i njen značaj.

Elektromagnetne oscilacije i talasi. - Oscilatorno kolo. Elektromagnetne oscilacije i talasi. Osnovi radiofonije.

Laboratorijske vežbe.

-Merenje jačine struje u kolu sa redno i paralelno vezanim otpornicima.

-Merenje napona na različitim delovima kola.

-Proveravanje Omovog zakona.

-Odredjivanje otpora pomoću ampermetsra i voltmetsra.

-Odredjivanje snage potrebne za neki potrošač."

-.-

Prema "objašnjenju" o realizaciji navedene nastavne grade za obradu gradiva i realizaciju laboratorijskih vežbi treba izdvajati 42 časa. Za utvrđivanje i obnavljanje ovog gradiva obično se izdvajalo 18 - 20 časova, što su nastavnici sami odredjivali jer nije bilo precizirano "objašnjenjem". Uputstvom o rasterećenju i osavremenjavanju nastave fond časova za obradu gradiva i realizaciju laboratorijskih vežbi smanjen je za 2 časa. Navedeni program nije ništa menjao. Izmene se sastoje u tome što je za neke oblasti smanjen a za neke povećan fond časova za obradu gradiva i laboratorijske vežbe a preciziran je i fond časova za utvrđivanje gradiva. Na taj način, sastavljači Uputstva tvrde, dobijeno je oko 12 časova za utvrđivanje i obnavljanje gradiva.

Prikazaćemo tablicu pregled broja časova prema nastavnim oblastima uzimajući u obzir i Prednacrt novog nastavnog plana i programa.

Nastava treba da se rastereti od onih nastavnih sadržaja koji se obraduju u nastavi hemije, opštetehničkog obrazovanja i poznavanja prirode, ukoliko se ponavljaju u istom obimu. Iskustva u radu sa učenicima pokazuju da elektrostatici treba posvetiti veću pažnju. Tu se stiču dragoceni pojmovi za dalje izučavanje

Nastavne oblasti	Broj časova za obradu prema Nasavnom planu i programu	Broj časova prema Uputstvu o rasterećenju i osavremenjavanju nastave		Broj časova za obradu gradiva prema Prednacr. nastavnog pl. i progr.
		obrada	utvrđiv.	
Elektrostatika	9	6	2	8
Električna struja	12	12	6	14
Magnetne pojave i magn. dejstva struje	6	8	4	5
Elektromagnetna indukcija	4	6	2	3
Elektromagnetne oscilacije i talasi	6	2	-	3
Laboratorijske vežbe	5	6	-	-
Svega	42	40	14	33

nauke o elektricitetu. Činjenica je da tu ima dosta apstraktnih pojmova, koji su za veći broj učenika neshvatljivi i nejasni, ali to ne znači da to gradivo treba brzo preći. Da se uspeha smo postigli ako smo potaknuli učenike da razmišljaju o određenim fizičkim pojavama.

Prema Prednacrtu novog nastavnog plana i programa fizika se izučava od VI razreda sa po 2 časa nedeljno. Zbog toga se elektrostatika izučava u VII razredu osnovne škole. Navodimo one nastavne sadržaje koji su dodati ili izostavljeni u Nacrtu novog nastavnog plana i programa.

Dodati nastavni sadržaji po oblastima su:

Elektrostatika.- Pojam o jačini električnog polja. Ukazivanje na jedinstvo suprotnosti (dijalektički stav). Sličnost i razlika medju elektrostatičkim i gravitacionim poljem.

Laboratorijska vežba: a)Ogledi nanelektrisanih tela i međusobno dejstvo nanelektrisanih tela.b)Rad (ogledi) sa elektroskopom i elektroforom.

Nastavni film.- elektroni na delu.

Električna struja.-Prvi zakon elektrolize. Primena elektrolize. Poluprovodnička dioda i trioda.

Laboratorijska vežba.-Sastavljanje kola električne struje.

Nastavni film.Elektroliza.

Izostavljeni nastavni sadržaji po oblastima:

Elektrostika.- Raspored elektriciteta na provodnicima. Provodnici i izolatori su prebačeni u oblast- Električne struje.

Magnetne pojave i magnetna dejstva struje.- Električno zvonce.

Telegraf,Elektromotor.Princip rada voltmetra i ampermetsra.

Elektromagnetna indukcija.-Generatori jednosmerne i naizmenične struje.Telefon i mikrofon.Prenošenje električne energije na daljinu.Elektrifikacija i njen značaj.

Elektromagnetne oscilacije i talasi.- Osnovi radiofonije.

Treba istaći da su Nacrtom nastavnog plana i programa određeni obavezni demonstracioni ogledi, filmovi i dati operativni zadaci.Osim toga određen je i program dodatne nastave koja je namenjena za učenike koji se ističu u radu.

Pada u oči da sastavljači Nacrta programa nisu predviđeli časove za realizaciju laboratorijskih vežbi tako da je ukupan fond časova za obradu nastavnih sadržaja iz oblasti elektriciteta i magnetizma smanjen za 15 časova.

Ako se u "operativnim zadacima" traži primena stečenog znanja,onda iz ove oblasti nisu trebali da se izostavljaju sadržaji koji omogućuju ostvarenje tih zadataka.To su pre svega: električno zvonce, telegraf, elektromotomotor, telefon i mikrofon.

Ubačeni su novi sadržaji koji ne pripadaju nastavi fizike kao što su:

-Sitne čestice dima kao zagadjivači vazduha.

-Termičko zagadjivanje životne sredine i mere zaštite.

-Buka kao zagadjivač životne sredine.Izvori buke i merenje buke.Mere za zaštitu od buke.

-Nuklearno oružje:Pojam,karakteristike i vrste dejstva.

-Radioaktivni otpaci.Kontaminacija radioaktivnih materija i problemi zaštite životne sredine od zračenja.

-Osnovne mere zaštite i prve pomoći.

Ovde se ne tvrdi da ovi nastavni sadržaji nisu potrebni za vaspitanje i obrazovanje mlađih,ali se ne mogu izbaciti nastavni sadržaji iz fizike da bi se dali drugi,već da se poveća

fond časova potreban za njihovu realizaciju.

Smanjenje broja časova za nastavu elektriciteta i magnetizma moralo bi da izazove sužavanje obima nastavnog gradiva koje treba preneti učenicima. Iskustvo pokazuje da bi to kod učenika izazvalo teže razumevanje i shvatanje izloženog gradiva a samim tim i usvojena znanja bila bi površna i kratkotrajna. Jer u ovoj oblasti, pored eksperimenta, moguća je i šira primena računskih zadataka, čime se stiču kvantitativna znanja o razmatranim problemima.

Tendencija sužavanja obima gradiva javila se u Uputstvu o rasterećenju i osavremenjavanju nastave time što je sugerisano nastavnicima da se ne zadržavaju na sadržaje koji su sada izostavljeni u Načrtu programa. Traženo je da se ostvari koorelacija sa nastavom OTO i da ova nastava preuzme odredjene sadržaje kao na primer: generatore, elektromotore, telefon i mikrofon i dr.

Belov telefon predstavlja praktičnu primenu elektromagnetske indukcije i pretvaranje zvučne energije u električnu i obrnuto. Stiće se utisak da su sastavljači načrta programa nastrojili da se zadrže na "suve" fizičke zakone bez njihove praktične primene, što je u suprotnosti sa zadacima koji su utvrđeni Zakonom o osnovnom vaspitanju i obrazovanju.

Naše Školstvo se nalazi u procesu reformisanja pa su time uslovljene i promene programa. Čuju se primedbe da su naši programi preopširni i prenapregnuti, pa se to odnosilo i na nastavu fizike. Smatra se da su mnoga pitanja nedostupna shvatanjima učenika osnovne škole. Ovakvi prigovori nisu opravdani. Dovoljno je da se razmatraju udžbenici ostalih Evropskih zemalja pa da se u to uverimo. Ključnim pitanjima nije posvećena dovoljna pažnja. Mali značaj se pridaje eksperimentalnoj nastavi, laboratorijskim vežbama i praktikumima. Na primer u udžbeniku fizike za VIII razred u re-dakciji E. Minčekova i A. Periškina u SSSR dato je 16 laboratorijskih vežbi.

O Načrtu se vodila diskusija pa se очekuje da će doći do ulaganja nedostataka. Osim toga program fizike mogao bi da bude jedinstven za čitavu SFRJ, jer se ovakvi zahtevi čuju od roditelja čija deca menjaju školu prelazeći iz jedne republike u drugu.

### 3. U DŽ B E N I C I F I Z I K E

Neposredno iza rata korišćeni su udžbenici prevedeni sa ruskog jezika.Zatim se pojavio udžbenik fizike od Velimira Telebakovića,koji je imao više izdanja ali nikad nije bio prihvaćen od strane učenika.Pisan je stilom koji nije odgovarao učenicima.Sadržavao je mnogo opisanih ogleda za čiju praktičnu realizaciju nije bilo mogućnosti,jer su fizički kabineti bili neopremljeni.Udžbenik je od učenika zahtevao da oni sami izvedu većinu ogleda i da na bazi izvedenih ogleda,izvode odgovarajuće zaključke.Da bi učenik mogao da nauči lekciju morao je da ima "kućnu laboratoriju".Nije isticano šta se odredjenim ogledom želi.Za formulisvanje istog zakona i zaključka navodjeno je više ogleda,pa učenik nije mogao da sagleda šta se navedenim ogledom želi.

Takav udžbenik doneo je u nasledje pojavu da su i nastavnici na isti način tumačili gradivo.Ogledi su obično ilustrovani i od učenika je traženo da znaju da nacrtaju i opišu neki ogled.Cilj ogleda nije bio shvaćen ,a posebno je pitanje kakav se zaključak mogao izvesti iz takvog ogleda.

Počev od školske 1970/71 godine u SR Srbiji se koristi udžbenik od grupe autora:dr.G.Dimića,D.Ilića i J.Tomića.Ovaj udžbenik je znatno bolji od već navedenog,kako u pogledu sadržaja tako i u pogledu opreme.Sadrži veliki broj ilustracija u boji kojे privlače pažnju učenika i pobudjuju veće interesovanje za fiziku.Zakoni,zaključci i obrasci štampani su emnim masnim slovima,uokvreni crvenom bojom ili podvučeni linijama.Na taj način istaknuto je ono što je bitno i što učenik treba da zapami.

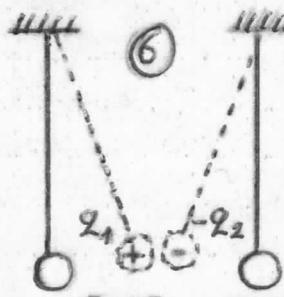
Medjutim,ovaj udžbenik ima i nedostatke koje treba otkloniti.Sadrži izvestan broj idealnih ogleda koji se praktično ne mogu da daju rezultate koje navode autori.Osim toga neki stavovi mogu da izazovu zabunu i pogrešne zaključke kod učenika.

Navećemo neka zapažanja koja potvrđuju navedeni zaključak.

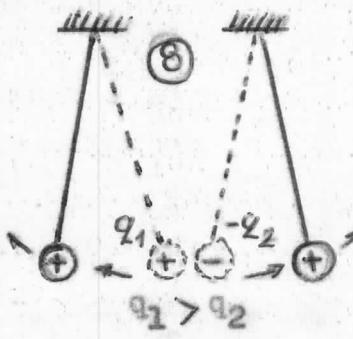
Ogledi sa električnim klatnima kojima autori prikazuju privlačenje,odbijanje i neutralisanje nanelektrisanih tela su idealni,jer se praktično ne mogu izvesti.Ukoliko se nešto i može opaziti,efekti su znatno slabiji od onih koji su navedeni u udžbeniku.

Osim toga škole nemaju takva idealna klatna kakva autori opisuju. Trebalo je opisati ona klatna kakva se mogu nabaviti u prodavnica za opremu nastavnim sredstvima. Ovo važi ne samo za klatna već i za ostale opisane uređaje koji su drugačiji od onih sa kojima škole raspolažu ili ih mogu nabaviti. Ovakvo mišljenje daje se na osnovu uvida kabinet za fiziku na teritoriji Međučićinskog prosvetno-pedagoškog zavoda Kruševac.

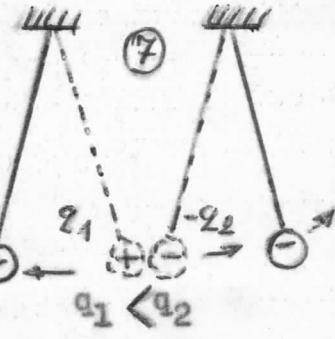
Škole u većini slučajeva imaju električna klatna sa kuglicom od stiropora ili zovine srži, čije kuglice nisu obložene metalnom folijom pa se ne dobijaju rezultati prikazani na sl. 6, 7 i 8 str. 7 pomenutog udžbenika. Navodimo pomenute slike koje ilustruju predhodna zapažanja:



Sl. 1



Sl. 2



Sl. 3

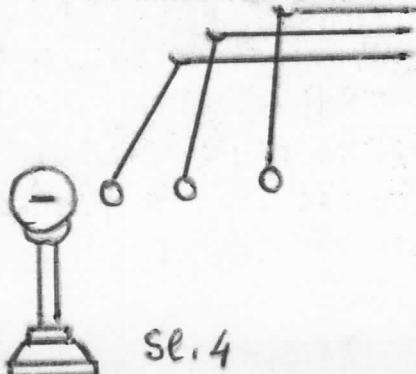
Na Sl. 6 "Klatno se posle razelektrisanja vraća u neutralni položaj. Na slici 7 prikazan je slučaj kada je veće negativno nanelektrisanje, a na slici 8 kada je veće pozitivno nanelektrisanje".

Ovde autori koriste izraz "neutralni položaj" i "veće nanelektrisanje" a u oba slučaja su mogli da upotrebe ispravnije izraze: vertikalni položaj ili veća količina elektriciteta, jer su ovi izrazi prethodno dati učenicima.

Navedene ilustracije ispunjavaju željene ciljeve ali se praktično ne mogu pokazati kao što to autori navode.

Autori udžbenika, a kao posledica toga i mnogi nastavnici izbegavaju da pomenu elektrostatičku силу već koriste izraze "dejstvo sila nanelektrisanog tela" ili "dejstvo sila električnog polja".

Pri davanju pojma o električnom polju autori navode ogled koji je dat na slici 4. a koji ne odražava stvarnost. Ispada da nanelektrisano telo privlači neutralno. Mogla je da se prikaže slika da klatno bude nanelektrisano, pa bi se time lase mogla definisati jačina polja. Ništa ne bi smetalo ako bi se navelo

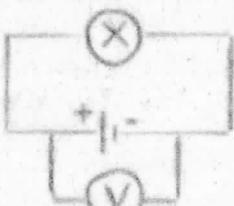


Sl. 4

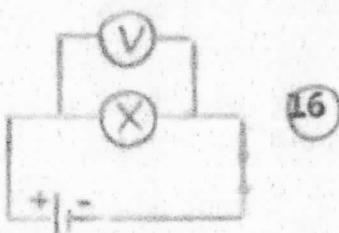
da klatno ima probnu količinu elektriciteta  $q_p$ .

Govoreći o merenju napona autori su napravili previd i izveli netačan zaključak. Da bi se to uočilo citiraćemo kompletan sadržaj:

"Napon se uvek meri izmedju dve tačke strujnog kola, pa voltmeter predstavlja sporedan deo strujnog kola i obično se priključuje na krajeve električnog izvora 15 ili potrošača 16 u cilju da se izmerio napon na njima. Kada se prekidač u prvom slučaju isključi, voltmeter će pokazivati izvestan napon, a u drugom slučaju neće. Posmatranjem napona koji pokazuje voltmeter u prvom slučaju kada je prekidač uključen, lako se može zaključiti da je napon na polovima električnog izvora utoliko niži ukoliko izvor daje jaču struju."



15



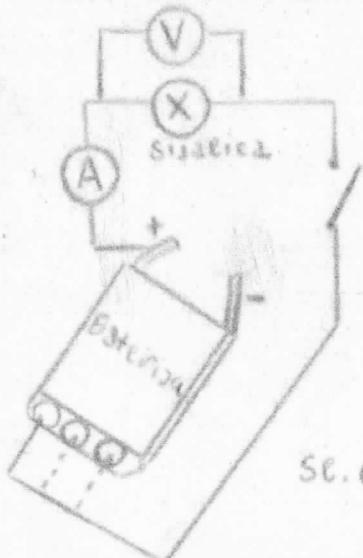
16

"Uključivanje voltmetra u strujno kolo"

Sl.5

Ako bi se razmatrao citirani tekst moglo bi se konstatovati da je nejasan. Nije jasno šta je "prvi" a šta "drugi" slučaj. Umesto izraza "uključen i isključen" prekidač mi imamo bolje i jasnije izraze - otvoreno i zatvoreno kolo struje. Zaključak koji je podvučen ne odgovara prikazanim ogledima. Zar "krajevi električnog izvora" nisu polovi? Natpis ispod slike "uključivanje" upućuje učenika da se voltmeter uključuje u strujno kolo.

Provera Omovog zakona se ne može vršiti prema Šemil koju



Sl.6

daju autori a koju prikazujemo na slici 6. Dobijali bi se veoma loši rezultati pa se postiže suprotan efekat od željenog. Pre svega napon svakog Leklanševog elementa nije tačno 1,5 V ako su oni korišćeni, pa voltmeter neće pokazivati napon koji se navodi: 1,5 V, 3V, 4,5 V pogotovu ako se meri preciznim voltmetrom.

Drugi problem je u tome što ovaj izvor ima veliki unutrašnji otpor pa i to utiče na dobijene rezultate.

Navedeni primeri mogu da izazovu neželjene posledice.U slučaju da se radi o merenju napona učenici neće moći da shvate navedeni nastavni sadržaj pa će gubiti samopouzdanje u svoje sposobnosti i stvaraće kompleks prema fizici.

Ako nastavnik demonstrira oglede sa klatnom pa ne dobije rezultate prikazane u udžbeniku,učenici mogu da zaključe da nastavnik ne une da izvede oglede sa klatnom ili da teorijska objašnjenja nisu tačna.

Šta će pomisliti učenici kada proveravaju Omov zakon sa potpuno istim priborom navedenim u udžbeniku pa ne dobije iste rezultate?

Nač predmet nije kompletno razmatranje udžbenika pa se to i ne čini.Ovde se ukazuje na činjenicu da udžbenik mora da se stalno usavršava i otklanja nedostatke,da bi bio prihvaćen od strane učenika a da sa druge strane ispunjava zadatke fizike.

Pri upućivanju na korišćenje udžbenika nastavnik bi morao da pažljivo pročita sadržaje na koje upućuje učenike i da ukaže na eventualne i slučajne greške.

Povezano sa nastojanjem da program fizike bude jedinstven za celu SFRJ stoje mišljenja i zahtevi da bi i udžbenik fizike trebao da bude jedinstven za celu SFRJ.Takav udžbenik bi morao da se stalno usavršava,uz učešće većeg broja nastavnika i eminentnih stručnjaka i uz poštovanje mišljenja učenika za koje je on namenjen.

#### 4. FIZIČKI KABINETI I NJIHOVA OPREMA

Da bi škole mogle da obavljaju svoju vaspitno obrazovnu delatnost propisani su normativi kojima se regulišu uslovi rada koje mora da obezbedi društvena zajednica, preko odgovarajuće interesne zajednice, kako bi škola mogla da obavlja svoju osnovnu delatnost. To su pre svega školski prostor, oprema i nastavni kada.

Nema sumnje da društvena zajednica čini određene napore da obezbedi potrebne uslove za rad osnovne škole. Međutim može se reći da takvi uslovi još nisu svuda obezbedeni. Navodimo rezultate ankete koju je sproveo Medjuopštinski prosvetno-pedagoški zavod Kruševac tokom školske 1975/76 školske godine.

Sve škole imaju uglavnom obezbeden učionički prostor i nastavni kada, ali je većina škola bez kabinet za izvodjenje eksperimentalne nastave i realizacije obaveznih laboratorijskih vežbi. Od 40 anketiranih škola samo 10 imaju kabine fizike, što u percentima iznosi 25 %. Međutim, postojanje kabine ne znači da su škole opremljene potrebnim nastavnim sredstvima. Samo 4 škole prikazale su da imaju više od 50 % nastavnih sredstava predviđenih Normativom nastavnih sredstava za osnovne škole. Kod ostalih škola procenat opremljenosti je između 10% i 30 %.

Ako bi se napravila analogija da je slična situacija i na teritoriji ostalih prosvetno pedagoških zavoda u SR Srbiji, moglo bi se zaključiti da je stanje zabrinjavajuće i nezadovoljavajuće. Ovakva ocena može da se potkrepi citatom iz članka "Neki problemi nastave fizike u osnovnoj školi SR Srbiji" čiji je autor prosvetni savetnik Zavoda za osnovno obrazovanje nastavnika SR Srbije. Između ostalog u članku se navodi da je "u većini škola nastava fizike je još uvek pretežno verbalna. Ovo je posledica slabe opremljenosti škola nastavnim sredstvima neophodnim za savremeno izvedjenje nastave".

Postavlja se pitanje otkuda potiče takvo stanje i šta je uzrok svemu tome?

Nastavnici ističu da škola nema matrijalnih mogućnosti za nabavku nastavnih sredstava. U većini slučajeva to je tačno, ali

ima i nerazumevanja od strane odgovornih faktora sa jedne strane, i nastavnika fizike sa druge strane. Nastavnici bi hteli da im se odjednom opremi kabinet. Nemaju perspektivni plan opreme, ne vode dovoljno brige ni o postojećim nastavnim sredstvima, ne uključuju sve faktore koji mogu da doprinesu rešavanju pomenutog problema. Šta može da se kaže o nastavniku koji za 10 godina rada u istoj školi nije mogao da nabavi pribor za nekoliko kala električne struje, par magneta, električnih klatna, magnetne igle i sl. učila koja je mogao da dobije i na poklon od učenika ili njihovih roditelja.

Dosta se nastavnih sredstava može nabaviti u saradnji sa nastavnicima opštetehničkog obrazovanja, odnosno napraviti u okviru njihovog nastavnog rada. Škole su dužne da obezbede potreban potrošni materijal za nastavu ovoga predmeta i to čine.

Ssimpatična je pojava da nastavnici OTO ispoljavaju želju za saradnjom sa nastavnicima fizike. Međutim, nastavnici fizike ne planiraju ovu saradnju na dužoj relaciji, već se pojavljuju sa zahtevima neposredno pred početak časa ili na kraće vreme.

Ima primera da nastavnici OTO imaju odlično uradjena nastavna sredstva iz oblasti elektriciteta i magnetizma a da za njih neznaju nastavnivi fizike. To znači da nije ostvarena koorelacija nastave fizike i OTO i da je subjektivni faktor prisutan i ima udela za nezadovoljavajuće stanje u nastavi fizike. Potrebno je da se do maksimuma iskoristi volja nastavnika OTO za opremanje kabinta fizike, jer se sva nastavna sredstva ne mogu kupiti iz prostog razloga jer se ne proizvode.

U prilogu se daje Normativ nastavnih sredstava za nastavu elektriciteta i magnetizma čijim se razmatranjem može potvrditi navedeno. No normativ ne sme da ukalupljuje nastavu. Nastava mora da se stalno usavršava. Otkrivaju se nova učila i pomagala, pa ne treba čekati 5-10 godina da ta učila uđu u normativ da bi se nabavila. Normativi bi trebali da budu minimum koji se mora obezrediti, ali ne po svaku cenu. Ako je neko nastavno sredstvo zastarelo a postoji bolje koje ga uspešnije zamjenjuje i daje efikasnije rezultate u nastavi, onda to sredstvo treba nabaviti.

## 5. METODIČKO RAZMATRANJE NASTAVNIH SADRŽAJA ELEKTRICITETA I MAGNETIZMA

### 5.1. U V O D

Polazeći od zadataka nastave fizike i vaspitno obrazovnih zadataka uopšte, poštajući odredbe nastavnog plana i programa, razmotrićemo odredjene nastavne sadržaje iz oblasti elektriciteta i magnetizma.

Da bi učenici mogli da shvate suštinu nastavnih sadržaja iz oblasti elektriciteta neophodno je da se prethodno dobro obradi tema "Električna struktura materije". Učenik treba da pronikne u suštinu nanelektrisanih čestica: elektrona i jona jer se kretanje ovih čestica proteže kroz čitavu oblast elektriciteta i magnetizma. Strogo posmatrajući ova tema ne pripada elektrostatiki ali je ona i u programu i u udžbenicima uključena u elektrostatiku. Osnovni razlog je taj što učenici moraju prethodno da nauče da postoje dve vrste elektriciteta, zatim kakvo je njihovo uzajamno dejstvo i neutralisanje.

Mi ćemo temu "Električna struktura materije" staviti u uvedu ali njena obrada treba da bude posle obrade "Dve vrste elektriciteta i njihova uzajamna dejstva". U svim ostalim slučajevima treba se pridržavati izloženih sadržaja.

Napomenimo i to da ćemo prikazati samo centralne delove sadržaja i da zbog ograničenja prostora ne možemo prikazati sve.

U prvom delu su navedeni sadržaji za osnovnu školu.

#### 5.1.1. ELEKTRIČNA STRUKTURA MATERIJE

Kroz nastavu fizike i hemije u VII razredu učenici su upoznati da materija ima zrnastu strukturu - da je izgrađena iz molekula i atoma i da se taj oblik materije zove supstancija. Znaju da razlikuju proste i složene supstance i da koriste periodni sistem elemenata.

Sve ovo treba ponoviti koristeći se periodnim sistemom elemenata.



Učenici treba da nauče da se atomi svih elemenata sastoje iz jezgra i elektronskog omotača, da su u jezgru jakin silama vezane pozitno nanelektrisane čestice protoni i neutralne čestice neutroni. Oko jezgra kruže negativne nanelektrisane čestice elektroni, koji mogu da napuste putanju oko jezgra i da postanu slobodni. Koristeći periodni sistem elemenata treba da ih osposobimo da određuju broj protona u jezgru. Dalje treba da znaju da proton i elektron nose elementarnu količinu elektriciteta i da znaju da prave razliku u njihovim masama. Uz pojam neutralni atom treba dati i pojam jona, kao i to da između jezgra i elektrona deluju privlačne sile koje nisu iste za sve elektrone. Učenici treba da zaključe da sve ove elementarne čestice nose određenu količinu elektriciteta i da materija ima električnu strukturu. Na osnovu stečenog znanja treba da znaju da objasne nanelektrisavanje trenjem i dodirom.

Da bi ovo shvatili treba im pored periodnog sistema elemenata, prikazati modele atoma, pre svega vodonika i helijuma. Prikazujući model vodonika, da bi učenici stekli predstavu o veličini jezgra u atomu, može se naglasiti da ako se jezgro vodonika uveća da bi mu prečnik bio 2 cm onda bi se njegov elektron video kako kruži oko jezgra na rastojanju od 50 m brzinom od  $2200 \text{ km/s}$  (dimenzije jezgra su reda veličine  $r \approx 10^{-14} \text{ m}$  a prva Borova orbita  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  a brzina elektrona na prvoj Borevoj orbiti iznosi  $v_1 = 2,2 \cdot 10^8 \text{ cm/s}$ ). Treba ilustrovati crteže strukture pojedinih atoma i prikazati sliku kojom se upoređuju mase 1 protona (neutralna) i 1836 mase elektrona. Može se prikazati i deo filma "Šta je električna struja" koji prikazuje kretanje elektrona oko jezgra.

Bitno je da učenici shvate da elektroni mogu da prelaze sa jednog atoma na drugi, pri čemu su one takva atoma nanelektrisana i da se razlikuju od neutralnih atoma.

## 5.2. E L E K T R O S T A T I K A

### 5.2.1. DVE VRSTE ELEKTRICITETA I NJIHOVA UZAJAMNA DEJSTVA

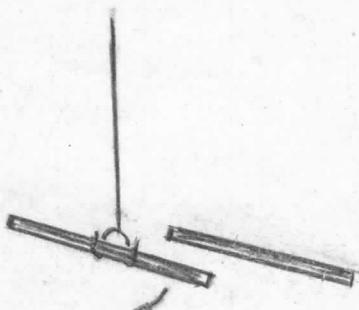
Na osnovu eksperimenata učenici treba da steknu pojmove: nanelektrisano telo, neutralno telo, pozitivan i negativan elektricitet, količina elektriciteta, da se tela mogu nanelektrisati trenjem

i dodirom. Dalje, prikazati električno klatno, elektroskop i elektrometar i čemu služe ovi uređaji. Pri izvođenju zaključaka o uzajamnom dejstvu nanelektrisanih tela ukazati na elektrostatičku силу.

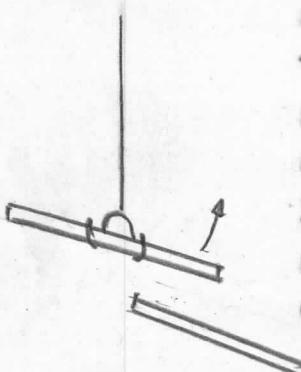
Učenici izvode ogled: prinose plastičnu šipku ili lenjir strizama od hartije i stiropora i ne zapažaju nikakve promene. Kada protrljaju plastičnu šipku vunenom tkaninom ona privlači strize od hartije i stiropora. Izvodi se zaključak da je plastična šipka nanelektrisana trenjem, da sadrži elektricitet usled čega nastaju električne pojave.

Demonstrira se odbijanje dve nanelektrisane ebonitne i staklene šipke, tako što se obesi trenjem nanelektrisana ebonitna šipka da visi kao što prikazuje slika 7. Zatim se trenjem nanelektrisana ebonitna šipka prinese obešenoj ebonitnoj šipci i zapaziće

se odbijanje. Isti postupak se vrši i sa dve nanelektrisane staklene šipke prikazane na sl.8 i javiće se isti efekti. Prinese li se nanelektrisana staklena šipka nanelektrisanoj ebonitnoj šipci dolazi do privlačenja.



Sl.7



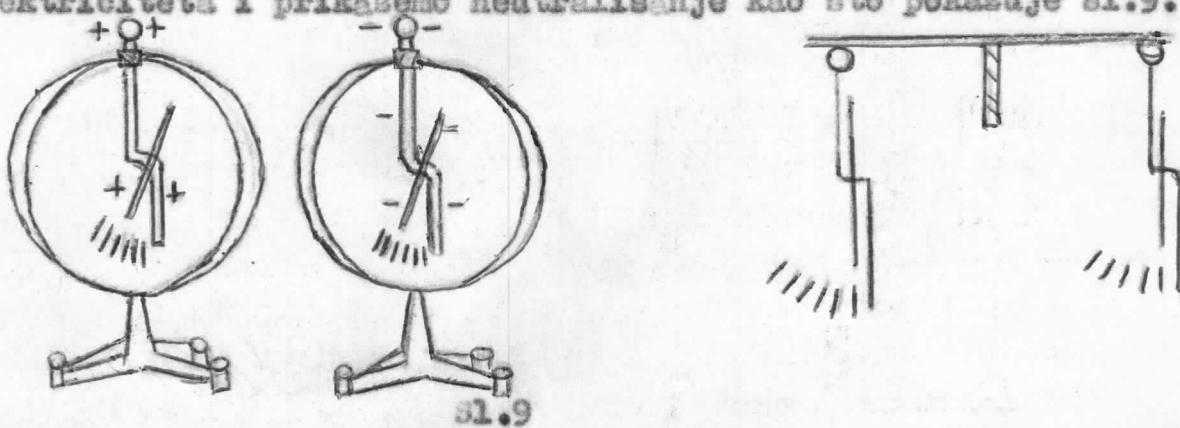
Sl.8

Iz ovoga se izvodi zaključak da postoje dve vrste elektriciteta. Saopštava se da je dogovorom određeno da se staklena šipka trenjem nanelektriše pozitivnim elektricitetom a ebonitna šipka negativnom vrstom elektriciteta. Iz istog ogleda se izvodi zaključak da se tela nanelektrisana istom vrstom elektriciteta odbijaju a nanelektrisana različitim vrstama elektriciteta privlače. Može da se kaže da između nanelektrisanih tela deluju privlačne i odbojne električne sile.

Nanelektrisanje dodirom prikazuje se sa električnim klatnom čija je kuglica premazana bronzanom bojom. Isti se efekti dobijaju i pomoću elektroskopa i elektrometra. Elektrometrom pokazuju količinu

elektriciteta i saopštavano jedinicu za količinu elektriciteta. Sa elektroskopom se može prikazati da li je neko telo nanelektrisano, sa kojom vrstom elektriciteta i to prikazujemo.

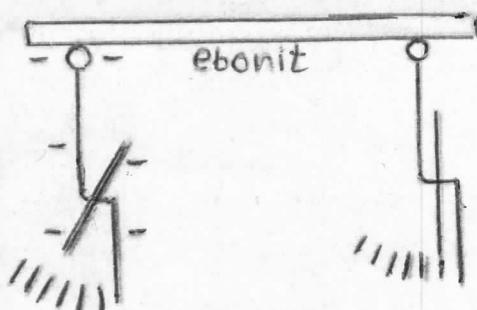
Na kraju nanelektrisemo dva elektrometra istim količinama elektriciteta i prikažemo neutralisanje kao što pokazuje sl.9.



Nastojimo da učenici sami izvode zaključke, kako bi ih aktivirali i zainteresovali.

#### 5.2.2. PROVODNICI I ISOLATORI

Učenici znaju šta su topotni provodnici pa po analogiji zaključuju i za električne provodnike. Potrebno je ogledima pokazati koja su tela provodnici a koja izolatori. U tu svrhu izvodimo ogled prikazan na sl. 10. Kuglice elektrometra se prvo spajaju sa čipkama od izolatora a zatim sa provodnicima koji imaju dršku od izolatora. Učenici izvode zaključak. Saopštava im se da su provodnici tela kod kojih se nosioci elektriciteta slobodno kreću a izolatori su tela kod kojih se nosioci elektriciteta ne kreću slobodno. Učenici su sada u stanju da objasne zašto se metalne čipke ne mogu trenjem nanelektrisati. Uključuje im se da su razredjeni gasovi kod svetlećih reklama provodnici i navedi koje su tečnosti provodnici.

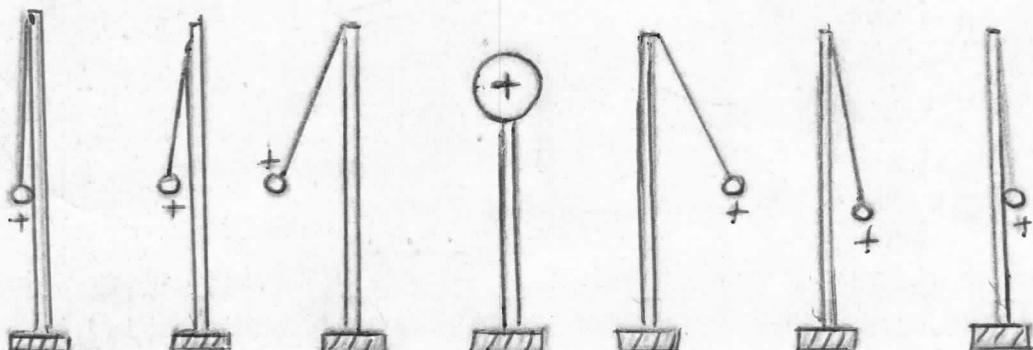


sl.10

### 5,2.3. ELEKTRIČNO POLJE

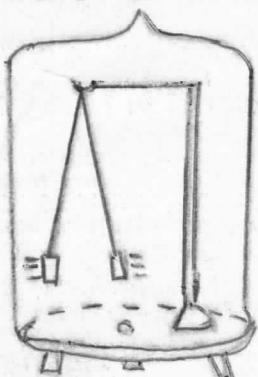
Polje je po svojoj prirodi apstraktna veličina pa se pojam polja mora dati sa što više ogleda. Na isti način treba prikazati i jačinu polja i električne linije sile.

Pogodno je izvesti ogled prikazan na sl. 11. Na izolatorsko postolje postavi se izolovana metalna kugla i nanelektriše se. Njoj se prinesu električna klatna koja su takođe nanelektrisana. Na osnovu prikazanog ogleda definiše se električno polje kao prostor oko nanelektrisanog tela u kome deluju električne sile na nanelektrisana tela.



Sl.11

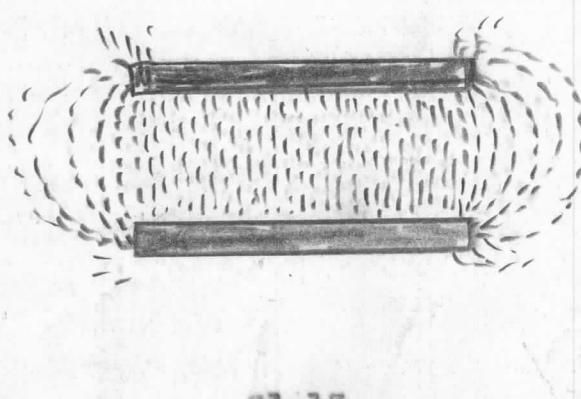
Veoma je značajno da učenici shvate da polje postoji i u praznom prostoru čime se ukazuje i na materijalnost praznog prostora. Može se izvesti ogled koji je prikazan na sl.12. U vakuum zveno se stave dva nanelektrisana klatna pa se izvuče vazduh. Klatna se i dalje odbijaju pa učenici zaključuju da prazan prostor nije fizički prazan.



Sl.12

Ako se kugla na slici lo nanelektriše većom količinom elektriciteta klatna više skreću što ukazuje da je polje jače. Učenici dolaze do zaključka da jačina polja raste sa povećanjem količine elektriciteta a opada sa rastojanjem. Ne postoje nikakve smetnje da se to izrazi obrazcem  $E = \frac{q}{r^2}$  i da se navede da ovaj obrazac važi samo za vakuum i vazduh.

Za prikaz polja sa električnim linijama sila mogu se izvesti ogledi sa papirnim trakama koje su utvrđene za izolatorski stub. Prikazuje se radijalno polje i linije sila ilustruju se na tabli. Zatim se izvodi ogled kojim se prikazuje homogeno polje, kao i spektar linija sila izmedju dva nanelektrisana tela. Na plastičnu



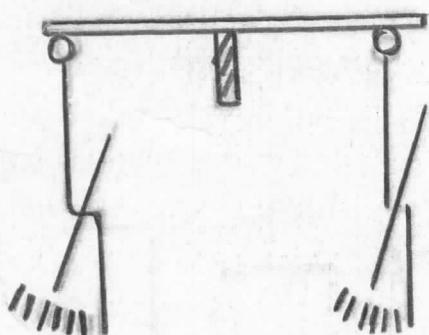
Sl.13

ploču postavljene su dve metalne ploče. One se nanelektrišu različitim vrstama elektriciteta pa na ploči pospe prah gipsa. Kristali gipsa redjaju se po linijama kao što prikazuje sl.13.

Ovim ogledom prikazuje se jačina polja gustinom električnih linija sila.

#### 5.2.4. ELEKTRIČNA INFLUENCIJA

Unošenjem provodnika u električno polje vrši se razdvajanje elektriciteta, pa tu pojavu nazivamo električna influencija. To se pokazuje sa dva elektrometra koji se spajaju provodnikom koji ima dršku od izolatora. Uklanjanjem provodnika sa izolatorskom

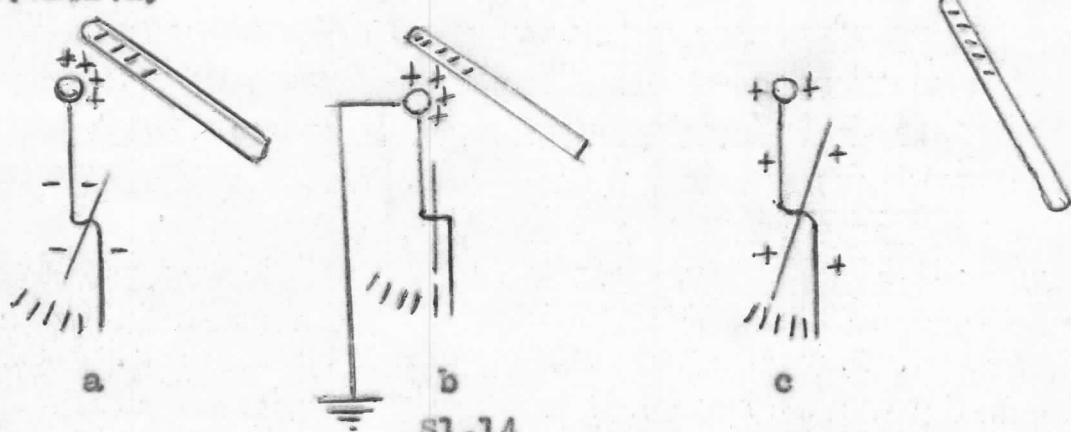


Sl.14'

drškom a zatim i nanelektrisane ebonitne šipke elektrometri postaju trajnije nanelektrisani. Približavanjem ebonitne šipke koja se tranjem nanelektriše započinje da se kazaljka bližeg elektrometra pomera pokazujući manji ugao skretanja, dok kod daljeg elektrometra taj ugao se povećava - kazaljka još više skreće.

Učenici zaključuju da se pri influenciji na bližem kraju izdvaja suprotna vrsta elektriciteta. Dalje zaključuju, da su izdvojene iste količine elektriciteta, jer su kazaljke skrenule za isti ugao, pa se može pokazati i neutralisanje.

Može se pokazati jednostavan način naelektrisavanja influencijom. U električnom polju unosimo elektrometar. Njegova kazaljka skreće što znači da je izvršeno razdvajanje elektricita.(sl.14a)

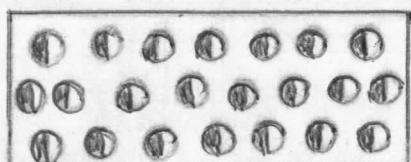


Sl.14

Sapajanjem kuglice sa zemljom (sl.14b.(vodirenemo rukom) negativan elektricitet kao slobodan odlazi u zemlju. Pozitivan elektricitet je "vezan" te elektrometar ne pokazuje da je nanelektrisan. Prekidanjem veze sa zemljom i udaljavanjem nanelektrisane ebonitne šipke sl.14c elektrometar pokazuje da je nanelektrisan influencijom.

Posle ovoga može se objasniti princip rada elektrostatičkih mašina.

Na kraju treba napomenuti da se izolatori drugačije ponašaju u električnom polju, jer se njihova nanelektrisanja kreću slobodno. Kod njih se vrši polarizacija. Radi ilustracije prikažemo pripremljen crtež izolatora sa uvećanim molekulima koji su polarisani(sl.15.). Napomenimo da je to služaj sa jako lošim prevodnicima tj. sa najboljim izolatorima i da oni imaju naziv dielektrik.



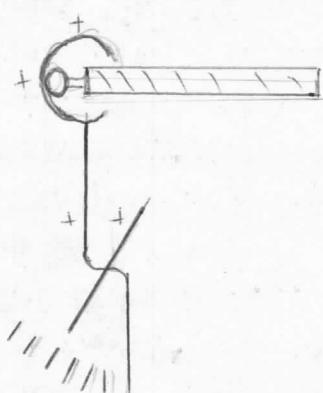
Sl.15

#### 5.2.5. ELEKTRIČNI POTENCIJAL I NAPON

Ovu materiju učenici teško shvataju. Prvo treba pokazati da je potencijal tela srazmeran količini elektriciteta. Zatim definisati potencijal tačke i napon i izvesti jedinice.

Polazimo od toga da svako nanelektrisano telo ima ili višak ili manjak elektrona i da izmedju čestica iste vrste elektriciteta deluju odbojne električne sile, usled čega na njemu vlada neko naponsko stanje slično stanju sabijene opruge. Sabijena opruga ima potencijalnu energiju a nanelektrisano telo električnu potencijalnu energiju koju nazivamo električni potencijal. Zato možemo kazati da je električni potencijal tela stupanj njegove nanelektrisanosti.

Na osnovu iznetog možemo zaključiti da elektrometar meri potencijal nanelektrisanog tela pa koristeći to sasnanje izvodimo sledeći pogled prikazan na sl.16.

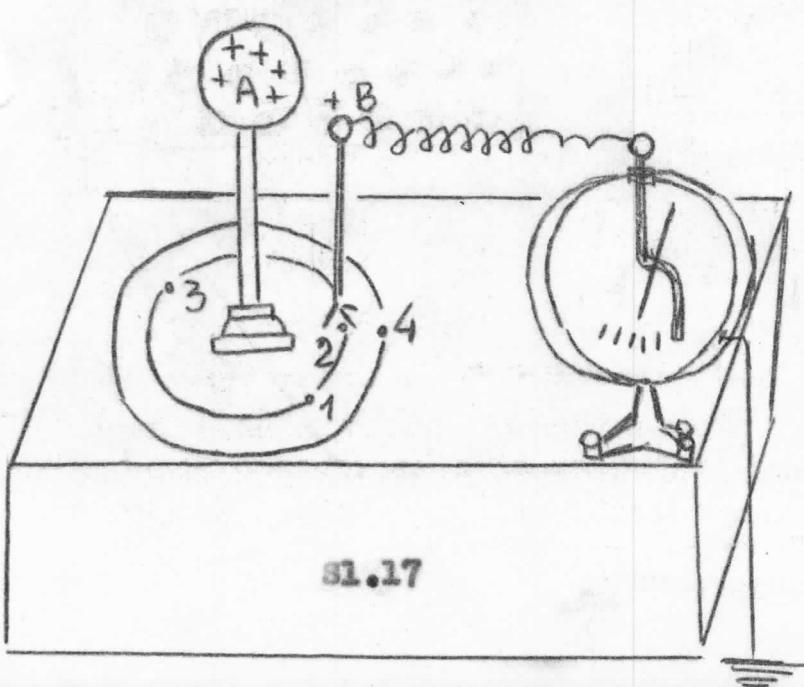


Sl.16

Probnom kuglicom prenosimo na kuglu, postavljenu na elektrometar, količinu elektriciteta  $q$ . Zapaženo da kazaljka, recimo, skreće za jedan podecek. Dodavanjem količine elektriciteta

$2q, 3q, 4q, \dots$  itd. kazaljka skreće za dva, tri, četiri podecka i pokazuje da je potencijal 2, 3, 4 puta veći. Izvodi se zaključak da je potencijal izolovanog provodnika upravo сразмерan količini elektriciteta koja se na njemu nalazi.

Takođe se može pokazati da je i potencijal tačke u električnom polju proporcionalan količini elektriciteta koja stvara polje.



Sl.17

Izolatorski stativ ima na vrhu metalnu kuglicu B koja je provodnikom spojena za kuglu elektrometra. Dodavanjem veće količine elektriciteta kugli A elektrometar pokazuje i veći potencijal.

Dalje uzimamo uslov da je kugla B nanelektrisana pozitivnom količinom elektriciteta.

Donošenjem kugle B iz beskonačnosti (sa zemlje) vrši se rad protiv elektrostatičkih sила polja. To pokazujemo i dajemo definiciju:

Električni potencijal neke tačke električnog polja brojno je jednak radu koji treba izvršiti pri savladjivanju elektrostatičkih sила, da bi se jedinična količina elektriciteta prenela iz beskonačnosti u električno polje, ili obrnuto.

Premeštamo stativ sa kuglom B koja ima količinu elektriciteta  $+q$  iz tačke 1 u tačku 2 pa u tačku 3 i zapažamo da se potencijal ne menja a to znači da se ne vrši rad. Ako se kugla B premešta iz tačke 4 u tačku 2 onda se vrši rad, jer elektrometar pokazuje da potencijali u ovim tačkama nisu jednaki. Ovu faziku potencijala definišemo kao napon

$$U = \varphi_2 - \varphi_4 \quad \text{gde je } \varphi_2 \text{ potencijal tačke 2 a } \varphi_4 \text{ potencijal tačke 4. Dalje, navodimo da je potencijal zemlje određen dogovorom kao nulli potencijal tj. da je jednak nuli.}$$

Nema smetnje da se kaže da je napon brojno jednak radu koji se izvrši pri premeštanju količine elektriciteta  $q$  iz jedne tačke polja u drugu. Pišemo izraz

$$U = \frac{A}{q} \quad \text{i izvodimo jedinice napona,}$$

navodeći da je volt jedinica električnog potencijala i napona. Volt se može definisati i izvesti manje i veće jedinice od volta.

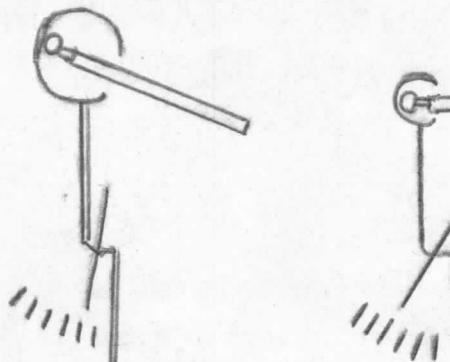
Na kraju se prikaže ogled spajanja dva elektrometra sa različitim električnim potencijalima i izvode se zaključci.

### 5,2,6, ELEKTRIČNI KAPACITET I KONDENZATORI

Cilj nam je da damo pojam električnog kapaciteta, da ga prikažemo pomoću količine elektriciteta i električnog potencijala i da izvedemo jedinice. Dalje, treba prikazati kondenzatore i odrediti zavisnost kapaciteta pločastog kondenzatora i prikazati vrste kondenzatora.

Da bi dali pojam električnog kapaciteta provodnika izvodimo ogled prikazan na slici 18. Dve izolovane metalne lopte spojene su elektrometrima. Kada im se probnim kuglicama predaju iste količine elektriciteta onda kazaljke pokazuju različite potencijale.

Da bi veća kugla pokazivala isti električni potencijal ona može primiti još neku količinu elektriciteta. Izvedimo zaključak da



Sl.18

veći prevodnik ima veću sposobnost primanja elektriciteta tj ima veći električni kapacitet.

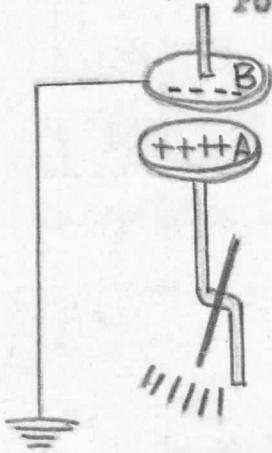
Navodimo da električni kapacitet <sup>provodnika</sup> ne zavisi od vrste materijala od koga je napravljen ali zavisi od oblika i površine.

Električni kapacitet prikazali smo pomoću količine elektriciteta i električnog potencijala

pa kažemo da je električni kapacitet provodnika brojno je jednak količini elektriciteta koju treba dovesti provodniku da bi mu se električni potencijal povevio za jedan volt.

Napišemo izraz  $C = \frac{q}{V}$ , izvedemo jedinice i definišemo farad.

Pojam kondenzatora dajemo pogledom na slici 19. Metalna



Sl.19

kružna ploča utvrdjuje se sa šipku elektrometra. Naučili smo metalnu ploču i odredimo njen potencijal. Zatim dodirujući rukom metalnu ploču B, približavamo je ploči A. Zapažamo da se potencijal ploče A smanjuje a to znači da se njen kapacitet povećao. Objasnjavamo zašto je došlo do povećanja kapaciteta, prikazujući to crtežom na tabli. Definišemo kondenzatore i navodimo da ploče A i B sa vazduhom između njih predstavljaju pločasti kondenzator. Prikazujemo da se pri

istom rastojanju ploča A i B kapacitet pločastog kondenzatora smanjuje ako se smanji aktivna površina ploča. Kapacitet će se promeniti i onda ako se pri istom rastojanju ploča A i B i istim aktivnim površinama između ploča stavi staklena ploča ili neki drugi izolator. Na osnovu ogleda učenici izvede zaključak da je kapacitet pločastog kondenzatora upravo svezmeran površini ploča a obrnuto svezmeran njihovom rastojanju i da zavisi od vrste izolatora između ploča, što se izražava obrascem

$$C = \frac{kS}{d}$$

gde je sa S obeležena površina ploča kondenzatora, sa d rastojanje između ploča a sa k zavisnost električnog kapaciteta od vrste izolatora između ploča.

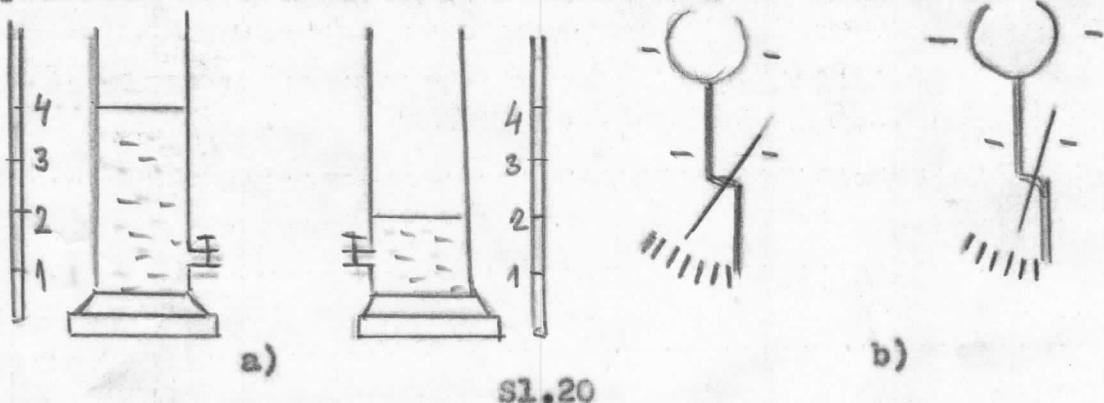
Prikazujući vrste kondenzatora, izvodimo ogled sa Lalde-nskom bocom, ukazujući na to da kondenzatori služe za sakupljanje veće količine elektriciteta.

### 5.3. ELEKTRIČNA STRUJA U METALIMA

#### 5.3.1. POJAM O ELEKTRIČNOJ STRUJI

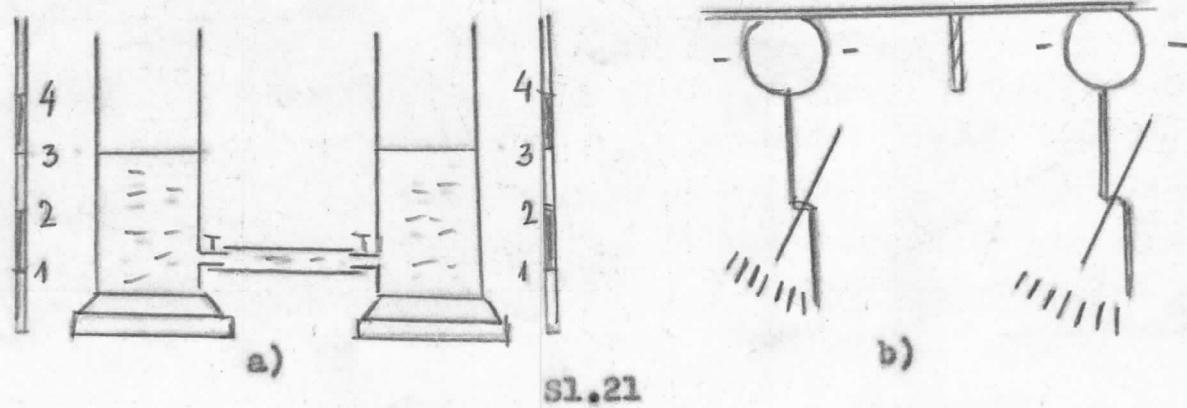
Učenici svakodnevno upotrebljavaju reči: napon, struja itd. Međutim, to ne znači da imaju jasne predstave o ovim veličinama. Potrebno je da učenici dobiju jasne predstave o struji, o nužnim uslovima za javljanje struje, da znaju smer struje i funkciju izvora električne struje.

Pojam o električnoj struci dajemo uz pomoć ogleda koji je prikazan na sl. 20. i 21. U sudovima sipamo vodu do prikazane visine



sl. 20

i nanelektrišemo elektrometre da potencijal bude kao na sl. 20.b. Potencijal kugle elektrometra  $A_1$  poredimo sa visinom vode u sudu A, a potencijal kugle elektrometra  $B_2$  sa visinom vode u sudu B



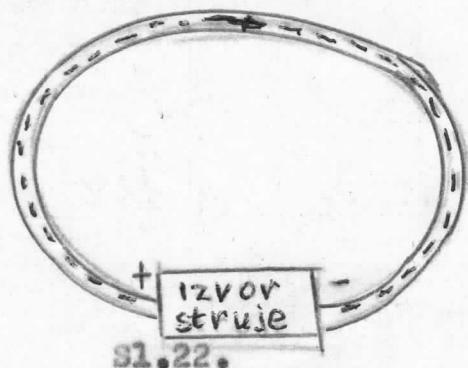
sl. 21

Spojimo providnim crevom sudove A i B i otvorimo slavine.Za-  
pažamo da se voda kreće (struji) kroz cev sve dok se nivoi vode  
u sudovima ne nadu na istoj visini kao na sl.21.a.Učenici zaklju-  
čuju da se kroz cev vršilo strujanje vode sve dok je postojala  
visinska razlika nivoa vode u sudovima.Naglašavamo da je nužan  
uslov za stalno strujanje vode u cevi postojanje visinske razlike  
nivoa vode u sudovima i odredjujemo smer strujanja vode.

Sada se pozivamo na analogiju.Vraćamo se na ogled sa elektro-  
metrima na sl.20.b.Elektricitet se ne vidi pa elektrometri poka-  
zuju koliki je potencijal na elektrisanim kugli.Pratimo šta se de-  
šava sa kazaljkama elektrometra pri spajanju kugli izolovanim  
provodnikom.Izvodimo zaključak da su se elektroni kretali kroz  
provodnik od višeg potencijala prema nižem dok se potencijali  
nisu izjednačili.Podvlačimo da je električna struja u metalima  
usmereno kretanje elektrona.

Po analogiji na strujanje vode izvodi se nužan uslov za jav-  
ljanje struje i odredjujemo njen smer.Navodimo da postoji dogovor-  
ni - konvencionalni smer struje koji se zove tehnički,za razliku  
od pravog smera struje,koji se zove fizički.Zatim određujemo fun-  
kciju izvora električne struje upore-  
dujući ga sa vodenim šmrkom.Illustruje-  
mo sliku na tabli (sl.22),a po mogu-  
ćству prikazujemo film"Šta je to ele-  
ktrična struja"

Ovu lekciju treba dobro obra-  
titi,jer iskustva pokazuju da većina  
učenika ovo ne shvata.



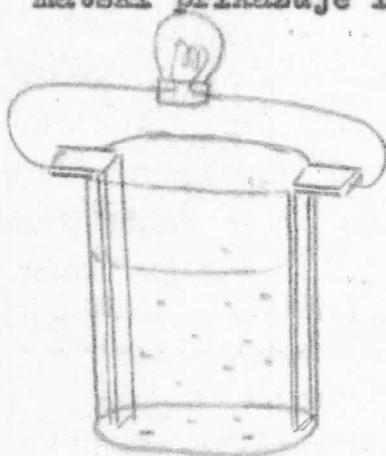
### 5.3.2. IZVORI ELEKTRIČNE STRUJE

Treba ustvari dati pojam hemijskih izvora električne struje  
i objasniti princip rada.Prikazati Voltin i Leklanšeov elemenat  
i olovni akumulator.

Voltin elemenat prikazujemo ogledom slika 23.Krajeve dobro  
očišćene bakarne i cinkane ploče vezujemo za sijalicu,a zatim plo-  
če zagnjurimo u sud u kome se nalazi 20% rastvor sunferne kiseline.

Sijalica svetli i pokazuje da kroz provodnik teče električna struja. Iističemo da je napon koji stvara ovaj izvor samo na početku 1 V. Posle kratkog vremena zapažamo da sijalica sve slabije svetli. Izvedimo zaključak da se potencijalna razlika smanjila tj. potencijalni ploča su se skoro izjednačili - izvršena je elektrolička polarizacija.

Posle ovoga daje se tumačenje nanelektrisavanja ploča i Šematski prikazuje izvor struje.



Sl.23.

Leklanšev element se rastavlja na debove i utvrđuje njihov sastav. Njegov elektrohemski proces je sličan procesu Voltinog elementa. Sastoji se u rastvaranju cinka i izdvajajući vodonika na ugljenoj ploči. Zahvaljujući  $MnO_2$  vrši se depolarizacija. Elektromotorna sila iznosi 1,5 V.

Ističemo da se kod Voltinog i Leklanševog elementa hemijska energija direktno pretvara u električnu i da one spadaju u grupu Galvanskih elemenata.

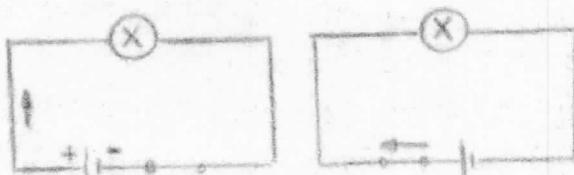
Akumulator spada u hemijske izvore druge vrste, jer se u njima prvo električna energija pretvara u hemijsku a zatim nagomilana hemijska energija u električnu. Prikazujemo punjenje i pražnjenje akumulatora ali ne ulazimo u hemijske procese koji se vrše pri punjenju i pražnjenju akumulatora. To se čini pri proučavanju hemijskog dejstva struje.

### 5.3.3. KOLO ELEKTRIČNE STRUJE

Cilj nam je da svi učenici prema datoj šemi sastave kolo struje i da znaju njegove elemente.

Pošto se demonstrira ogled sa kolo struje i prikaže Šema otvorenog i zatvorenog kola struje, kao i elementi kola, svi

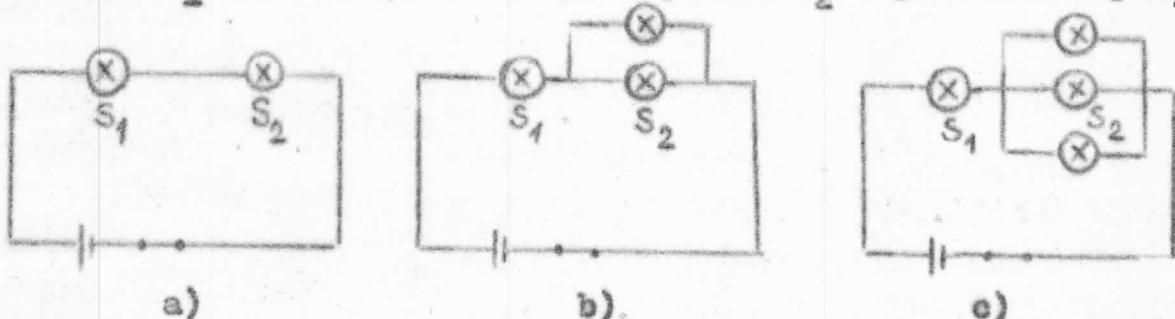
učenici frontalno sastave kolo struje prema datim šemama na sl.23. Upućujemo učenike da pri sastavljanju kola struje polaze od istog pola jer im to kasnije smanjuje teškoće pri sastavljanju složenih kola struje.



Sl.23 a

#### 5.3.4. JAČINA ELEKTRIČNE STRUJE

Da bi uveli pojam jačine struje demonstrirano ogled prikazan na slici 24. Sastavimo kolo struje prema sl. 24.a, tako da snaga sijalice  $S_1$  bude manja od snage sijalice  $S_2$  i podešimo napon, da



Sl.24.

da sijalica  $S_1$  jedva svetli, a  $S_2$  svetli punim sjajem. Učenici zaključuju da kroz kolo teče struja. Upućujemo učenike da posmatraju sijalicu  $S_1$ , pa paralelno sa sijalicom  $S_2$  vezujemo još dve sijalice istih snaga kao i  $S_2$  prema 24.b) i 24.c). Tražimo od učenika da nam objasne zašto sijalica jače svetli. Većina učenika zaključuje da kroz nju prolazi struja veće jačine.

Nedjutim, nama je potrebno da jačinu struje kvantitativno definišemo. Ukažujemo da kad sijalica svetli, kroz njeno vlakno prolazi neka količina elektriciteta. Ako za isto vreme prodje veća količina elektriciteta, struja je jača i sijalica jače svetli. Kažemo da je jačina električne struje brojno jednakoj količini elektriciteta koja prodje kroz poprečni presek provodnika u jednoj sekundi.

To izražavamo obrascem

$$I = \frac{q}{t}$$

Iz ovog obrasca izvedimo jedinice za jačinu električne struje i definišemo amper kao:  $1A = \frac{1C}{1s}$ , jer međunarodnu jedinicu ne mogu da shvate.

Da bi učenici shvatili kolika je to jačina struje od 1 A treba im pokazati tablicu poznatih uređaja sa podacima koju jačinu struje propuštaju. Ova tablica može da se sastavi rešavanjem najjednostavnijih zadataka. Time ih ujedno upućujemo u tehniku rešavanja zadataka. Pored zadataka, jačinu struje određujemo pomoću demonstracionog ampermетra. Navodimo primere nekoliko zadataka:

1. Kolika jačina struje protiče kroz vlastno sijalice za džepnu lampu, ako za 10 s prođe 2 C elektriciteta?

Podatak koji se dobije unosimo u tabelu I., pa unapred preverenom sijalicom demonstriramo ogled merenja jačine struje, čime se potvrđuje podatak dobijen računom. Ujedno navikavamo učenike na tablički prikaz rezultata merenja.

2. Kolika jačina struje prolazi kroz žicu rešoa, ako 20 C elektriciteta prodje za 5 s?

3. Koliku jačinu struje propušta vlastno sijalice ako se priključi napon gradske mreže i za 10 s prođe 5 C elektriciteta?

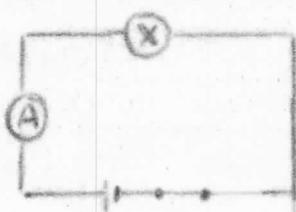
Rezultate dobijene računskim putem preveravamo eksperimentalno i podatke unosimo u tabelu I.

Tabela I

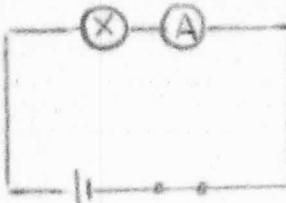
Uredaj	Jačina struje u amperima
Sijalica za džepnu lampu	0,2 A
Rešo	4 A
Sijalica od 100 W	0,5 A

itd.

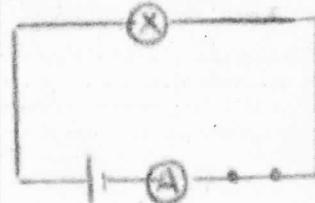
Posle ovoga crta se šema kola struje sa ampermeterom i meri jačina struje u kolu, prema šemama na slici 25.



a)



b)



c)

Slika 25.

Izvodi se zaključak da je jačina struje u kolu svuda ista. Ogled rade učenici grupno ili frontalno.

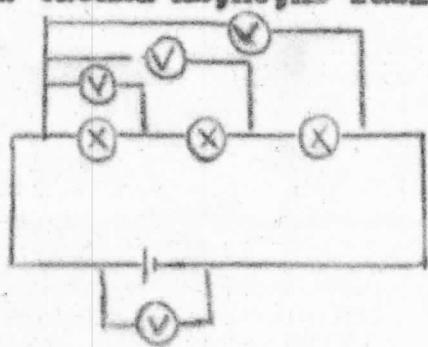
### 5.3.5. N A P O N

Ako se pojam napona pravilno definiše u elektrostatici, ovde se to znanje može malo proširiti. Iistiće se da je napon brojno jednak radu koji se vrši premeštanju jedinice količine elektriciteta iz jedne tačke provodnika u drugu.

To se izražava obrascem:  $U = \frac{q}{d}$

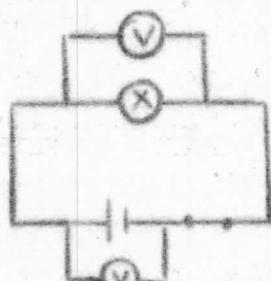
Ako smo jedinicu napona izveli u elektrostatici, sada to izvede učenici. Da bi se dobila jasna predstava o 1V upućujemo ih na tabelu o podacima napona za poznate uređaje.

Zatim demonstriramo merenje napona između pojedinih delova kola, prikazanih na Šemii sl.26. Izvodimo zaključak da je napon između tačaka AB, AC, AD različit. Na polovima izvora struje napon je najveći, ali je približan naponu između tačaka A i D.



Sl.26

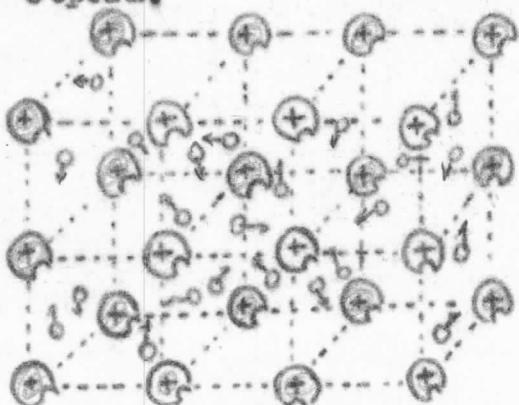
"Merenje napona između različitih tačaka strujnog kola". Učenici crtaju Šemu sl.27. i mere napon na prikazanim mestima. Ako učenici mere napon između tačaka A i B pri otvorenom kolu struje dobiće najveće vrednosti. Saopštavamo im da je taj napon približno jednak elektromotornoj sili izvora struje.



Sl.27.

#### 5.3.6. ELEKTRIČNI OTPOR

Pored jačine struje i napona, električni otpor je takođe važna veličina za razumevanje ostalog gradiva. Potrebno je dati pojam električnog otpora, odrediti njegovu zavisnost od dužine i poprečnog preseka, definisati specifični otpor i izvesti jedinicu otpora.

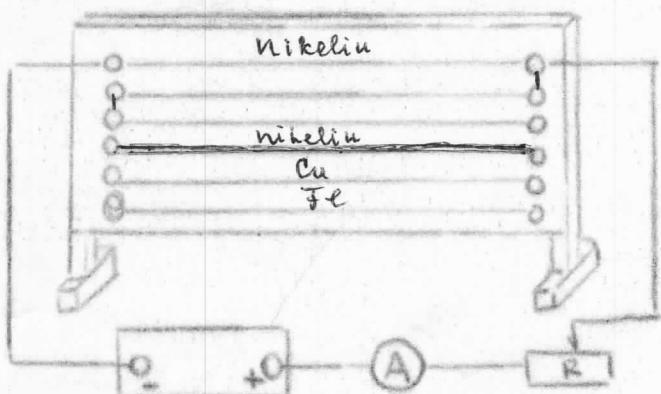


Sl.28

Da bi učenici shvatili suštinu električnog otpora prikažemo im kristalnu strukturu metalnih provodnika, kao na slici 28. Utvrđujemo u kakvom se stanju nalaze elektroni i navodimo učenike da zamisle šta će se dogoditi kada se na krajevima provodnika uspestavi potencijalna

razlika tj. kada se stvara električno polje. Pošto smo zaključili da se javilo usmereno kretanje elektrona postavljamo pitanje da li elektroni na svom putu kroz provodnik nailaze na neke prepreke-smetnje. Dobivši potvrđni odgovor dajemo pojam električnog otpora kao smetnje koje provodnik pruža usmerenom kretanju elektrona (na-elektrisanja).

Zavisnost otpora od dužine, poprečnog preseka i specifičnog otpora prikazujemo ogledom sl.29. U kolo struje stavimo žicu od nikelina dužine 1 m poprečnog preseka  $1 \text{ mm}^2$  pa pročitamo na ampermetu jačinu struje. Povećavamo dužinu 2,3 puta i zaključujemo da se jačina struje smanjuje približno 2,3 puta jer nailazi na 2,3 puta veći otpor, pa zaključujemo da je otpor provodnika upravno srazmeran duzini provodnika. Zatim priključimo žicu od nikelina čiji



Sl.29

je poprečni presek dva puta veći i struja je približno 2 puta jača, jer nailazi na dva puta manji otpor pa izvodimo zaključak: da je otpor provodnika obrnuto srazmeran poprečnom preseku provodnika.

Prikazujemo zavisnost otpora od vrste materijala tako što eksperiment sa kliznim kontaktom zamenimo sijalicom, pa u kolo struje stavljamo žicu dužine 1 m i istog poprečnog preseka od nikelina, gvožđa i bakra. Dolazi se do zaključka da električni otpor zavisi od vrste provodnika. Naglašavamo da svaki provodnik dužine 1 m i poprečnog preseka  $1 \text{ mm}^2$  na sobnoj temperaturi ima svoj otpor koji zovemo specifični otpor. Prikazujemo ogledom kako otpor zavisi od temperature a zatim na osnovu prikazanih ogleda, izvodimo zaključak i to prikažemo u obliku obrasca

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

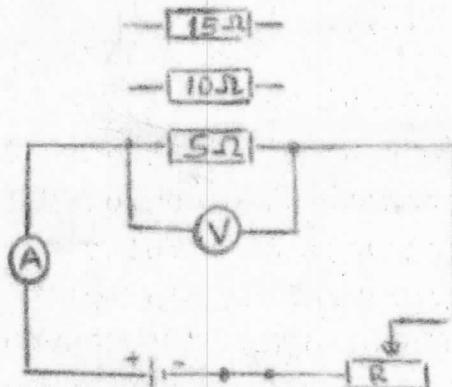
Definišemo jedinicu električnog otpora  $\Omega$ . Prikažemo odnose većih i manjih jedinica, pa potom izvedemo jedinice specifičnog otpora i prikažemo tablicu specifičnog otpora.

### 5.3.7. OMOMOV ZAKON

Prikazujemo Omov zakon za deo kola, jer učenici još nezna-ju sve otpore kola struje. Istimemo kao cilj da se Omovim zakonom utvrđuje presta veza napona, jačine i električnog otpora.

Kolo struje pomoću koga proveravamo Omov zakon prikazano je na sl.30.

Tabela I za otpor  $R=5$



Sl.30.

Merenje	Napon [V]	Jačina struje [A]	Odnos $\frac{U}{I}$
1.	1	0,2	5
2.	2	0,4	5
3.	3	0,6	5
4.	4	0,8	5
5.	5	1	5

Pri datim vrednostima napona i konstantnom otporu meri se jačina struje i podaci beleže u tabelu I. Napon podešavamo pomoću otpornika sa kliznim kontaktom. Na osnovu podataka u tabeli I izvođimo zaključak da je jačina struje u provodniku upravo srazmerna naponu na njegovim krajevima.

Zatim pri konstantnom napunu i datim vrednostima otpora merimo jačinu struje. Otpor menjamo pomoću otpornika sa čepovima i podatke unosimo u tabelu II.

Tabela II za  $U=3V$

Merenje	Elek.otp [Ω]	Jačina struje [A]	$IR$
1.	5	0,6	3 V
2.	10	0,3	3 V
3.	15	0,2	3 V

Posmatrajući rezultate merenja zaključujemo da je pri sta-łnom naponu jačina struje obrnuto srazmerna električnim otporu.

Spajamo zaključke dobijene posmatranjem rezultata merenja i definisemo Omov zakon:

Jačina struje u provodniku, pri stalnom otporu, upravo je сразмерna naponu na njegovim krajevima, a obrnuto сразмерna električnom otporu pri stalnom naponu.

$$\text{Ovo izražavamo obrazcem } I = \frac{U}{R}$$

Navodimo i ostale formulacije Omovog zakona i prikazujemo da se iz obrazca  $R = \frac{U}{I}$  izvodi jedinica električnog otpora om.

$$1 \Omega = \frac{V}{A}$$

Možemo da rešimo par zadataka pa rezultate proverimo pri-premlijenim eksperimentom. Narednog časa, pošle proverenog znanja, izvodimo laboratorijsku vežbu "Provera Omovog zakona".

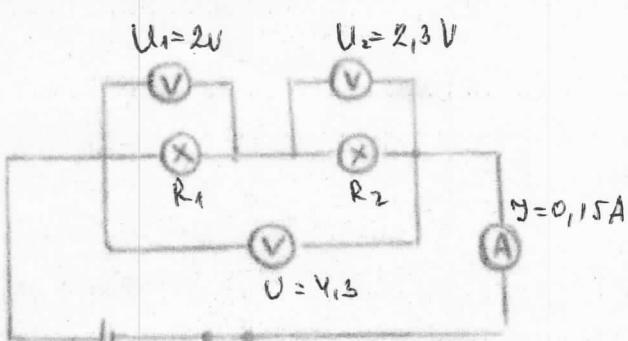
### 5.3.8. VEZIVANJE OTPORNIKA

Cilj nam je da upoznamo učenike sa rednim i paralelnim vezivanjem otpornika, da odredujemo ekvivalentni otpor, merimo napon kod ředne veze i jačinu struje pri paralelnoj vezi tj. da izvedemo I i II Kirhofovo pravilo.

Redno vezivanje otpornika. Pošto ponovimo Šta su otpornici, čemu služe i kako se Šematski prikazuju, posmatramo kako su povezani otpornici sa čepovima. Navodimo da je to redna ili serijska vesa i to Šematski prikazujemo na tabli:



Učenici zaključuju da se rednom vezom povećava dužina provodnika a time i električni otpor. Zaključuju da je ukupan otpor redno vezanih otpornika jednak zbiru pojedinih otpora i to potvrđujemo eksperimentom na sl. 31. Iz podataka eksperimenta dатih na Šemi koja se prikazuje na tabli, zaključuje se da je



$U = U_1 + U_2 + \dots \quad (1)$   
tj. da je napon na krajevima redno vezanih otpornika jednak zbiru napona na krajevima pojedinih redno vezanih otpornika.

sl. 31.

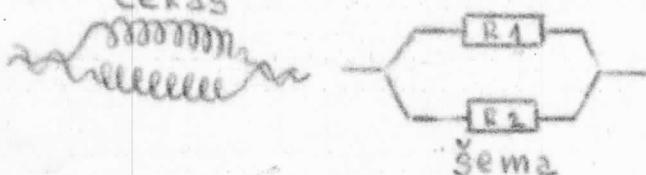
Obeležimo ukupan otpor sa  $R_u$ . Onda je prema Omovom zakonu  $U = R_u \cdot I$ ,  $U_1 = R_1 \cdot I$  i  $U_2 = R_2 \cdot I$  pa to zamenimo u obrascu (1) i dobijemo:  $R_u \cdot I = R_1 I + R_2 I$ . Deljenjem sa  $I$  dobijamo da je  $R_u = R_1 + R_2 +$

Navedimo da unesto redno vezanih sijalica, nećemo staviti jednu sijalicu, čiji je otpor jednak zbiru otpora redno vezanih sijalica. Otpor te sijalice zovemo ekvivalentni otpor a dobijeno kolo ekvivalentno kolo.

Nacrtamo nekoliko kola sa redno vezanim otpornicima, pa odredimo ekvivalentni otpor i nacrtano ekvivalentna kola. Možemo izračunati napon na krajevima redno vezanih otpornika čiji su električni otpori jednaki pa se na osnovu toga izvodi zaključak.

Paralelno vezivanje otpornika. Prikazujemo na tabli šemu paralelnog vezanja otpornika, pa prema šemi vežemo dve žice od cekasa kao na sl. 32. Pri ovakvoj vezi učenici zaključuju da se poprečni presek po-

cekas



većava pa se pri paralelnoj vezi ukupan otpor smanjuje. Saopštavamo da je ukupan otpor paralelnog vezanja otpornika manji od najmanjeg otpora u grani.

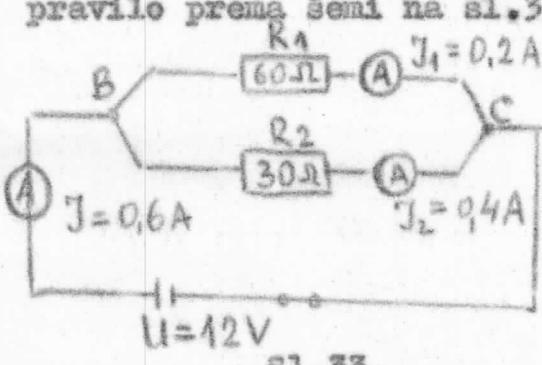
sl. 32.

Sastavljamo kolo struje kojim se pokazuje I i II Kirhofovo pravilo prema šemi na sl. 33. na kojoj su dati otpori i napon izvora struje. Merimo jačinu struje i beležimo rezultate. Iz rezultata merenja izvedi se I Kirhofovo pravilo:

$$I = I_1 + I_2 + \dots \quad (2)$$

Na osnovu podataka datih na sl. 33. izvedi se II Kirhofovo pravilo u obliku  $I_1 : I_2 = R_2 : R_1 \dots \dots \dots \quad (3)$

$$\text{Ukupan otpor se određuje računski korišćenjem I Kirhofovog pravila i Omovog zakona.}$$



sl. 33.

$I = \frac{U}{R_u}$  ,  $I_1 = \frac{U}{R_1}$  ,  $I_2 = \frac{U}{R_2}$  pa se zameni u jednacini (2)

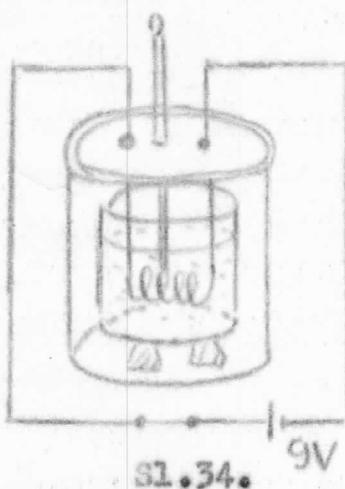
i dobija :  $\frac{U}{R_u} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ . Deljenjem sa U dobija se traženi izraz  $\frac{1}{R_u} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

Narednog časa daje se vežba :"Merenje jačine struje kod redno i paralelno vezanih otpornika.

### 5.3.9. DŽUL-LENCOV ZAKON

Obradom rada i snage struje izvršeno je utvrđivanje predenog gradiva. Ni ovde, praktično, učenici ne uče ništa novo, jer su u VII razredu odredili termički ekvivalent za LJ a učili su i zakon održanja energije. Kako je utrošena električna energija brojno jednak radu struje, to na osnovu zakona o održanju energije imamo da je  $Q = A$ .

Postavimo sebi zadatak da odredimo odnos  $\frac{Q}{A}$  eksperimentom na sl.34.



Sl. 34.

U kalorimetar se sipa 200 g vode i odredi njena temperatura  $t_1$ . U vodu se zagrijavi otporna žica od 5 omu pa se priključi na napon od 9 V da struja vrši rad 200 s. Zatim se odredi temperatura  $t_2$  i nađe odnos

$$\frac{Q}{A} = \frac{m \cdot (t_2 - t_1)}{\frac{U^2}{R} \cdot t} = \frac{\text{cal}}{\text{J}}$$

(Idealno bi bilo ako se dobije da je  $t_2 - t_1 = 6,5^\circ\text{C}$ )

Dobiće se nešto manja vrednost od 0,24  $\frac{\text{cal}}{\text{J}}$  tj.  $1 \text{ J} \triangleq 0,24 \text{ cal}$ . Ovo se može iskoristiti za određivanje stepena korisnog dejstva pojedinih uređaja u kojima se električna energija pretvara u toplostnu. Džul-Lencov zakon treba dati u obliku

$$Q = 0,24 A$$

pri čemu se A može izraziti kao  $A = P t$  ,  $A = U I t$

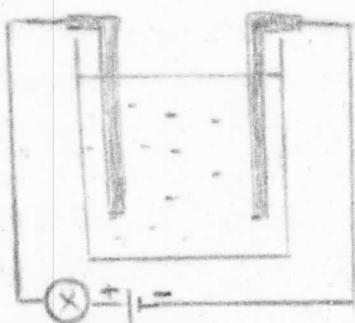
$$A = I^2 R t , A = \frac{U^2}{R} t$$

#### 5.4. ELEKTRIČNA STRUJA U TEČNOSTIMA

##### 5.4.1. ELEKTROLITIČKA DISOCIJACIJA

Prethodno treba ponoviti šta su kiseline, baze, soli, kiselinski ostatak, OH grupa, metali i jedinjenja. Treba ponoviti i valentnost H, Cl, Na, Ca, Cu, Ag, Pb, OH, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> itd. Cilj nam je da prikažemo elektrolitičku disocijaciju i da formiramo pojmove o elektrolitima, struji u elektrolitimima i elektrodama. Iskustva pokazuju da učenici shvataju da se elektrolitička disocijacija vrši samo pod dejstvom struje, pa o tome treba voditi računa.

Da bi dali pojam elektrolitičke disocijacije izvodimo ogled prikazan na slici 35. U sud sipamo čistu vodu i u nju zagnjurimo



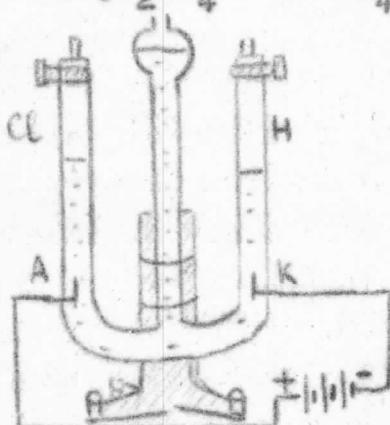
Sl. 35

dve metalne ploče i to priključimo u kolo struje. Sijalica neće svetleti. Zaključujemo da čista voda nije provodnik električne struje, jer nema dovoljno nosioca elektriciteta koji se slobodno kreću. U sud sipamo malo NaCl i promešamo. Sijalica počinje da svetli. Dodavanjem više NaCl sijalica počinje jače da svetli, što znači NaCl obezbeđuje nosioca elektriciteta u tečnostima - jone. Struja bi se javila ako bi se napravili vodeni rastvorci kiselina, baza ili soli. Navodimo da se ti tečni provodnici nazivaju elektroliti, a da su metalne ploče potopljene u elektrolitima zovu elektrode.

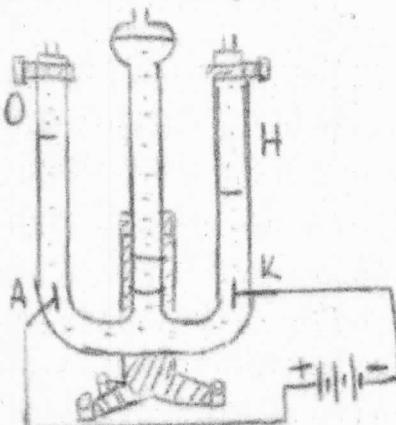
Postavljamo pitanje kako nastaju joni u elektrolitima i prikazujemo kako se razlažu soli: NaCl, CuSO<sub>4</sub>, AgNO<sub>3</sub>, PbSO<sub>4</sub>, zatim baze: NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, KOH i kiseline: HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i HNO<sub>3</sub>. Elektrolitičku disocijaciju definišemo kao proces razlaganja kiselina, baza i soli u vodenom rastvoru na pozitivne i negativne jone. Jaglašamo da se disocijacija vrši nezavisno od prisustva struje. Precizirano kako se razlažu soli, kako baze a kako kiseline. Kada se elektrode priključe za polove izvora električne struje nastaje kretanje jona pod dejstvom električnog polja, tako što se prema negativnoj elektrodi - katodi, kreću pozitivni joni metala i vodonika a prema pozitivnoj elektrodi - anodi, negativni joni kiselinskog estatka i OH grupe.

#### 5.4.2. HEMIJSKO DEJSTVO STRUJE

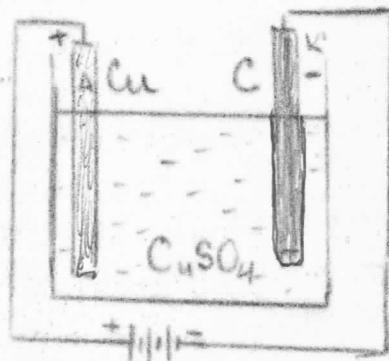
Polažimo ed saznanja da struja vrši toplotno dejstvo kada prolazi kroz metalne provodnike. U elektrolitima struja vrši hemijsko dejstvo. To dejstvo se sastoje u tome što se vrši proces razlaganja jedinjenja na sastavne debove pomoću električne struje i taj proces se zove elektroliza. Treba prikazati elektrolizu  $HCl$ ,  $H_2SO_4$  i  $CuSO_4$  i dati tumačenje.



Sl. 36



Sl. 37



Sl. 38

Pri elektrolizi  $HCl$  pozitivni joni vodonika se kreću prema katedi, primaju elektrone i neutrališu se i kao neutralni gas izdvajaju se iznad katode. Negativni joni hlorova se kreću prema anodi, predaju višak elektrona i izdavajaju se iznad anode. Zapremena izdvojenog gasa  $Cl$  i  $H$  nisu iste jer se  $Cl$  rastvara u vodenom rastvoru  $HCl$ .

Slično tumačenje dajemo i za elektrolizu  $H_2SO_4$  i objašnjavamo da se zbog pojave sekundarne hemijske reakcije na anodi ne izdvaja neutralna grupa  $SO_4$  jer se ona jedini sa vodom prema relaciji:

$$H_2O + SO_4 = H_2SO_4 + O$$

pa se na anodi izdvaja kiseonik.

Proizvodi ove elektrolize su kiseonik i vodonik a to su sastavni delovi vode, pa se ustvari posredstvom  $H_2SO_4$  vrši elektroliza vode.

I pri elektrolizi  $CuSO_4$  dolazi do sekundarne hemijske reakcije po relaciji:

$$SO_4 + Cu = CuSO_4$$

Dobija se  $CuSO_4$  koji se rastvara u vodi i disocijuje na jone.

Pri izvođenju eksperimenata utvrđujemo da je masa izdvojenog elementa na katodi upravo сразмерna jačini struje i vremenu njenog proticanja i navodimo da je zakone elektrolize dae Faradej.

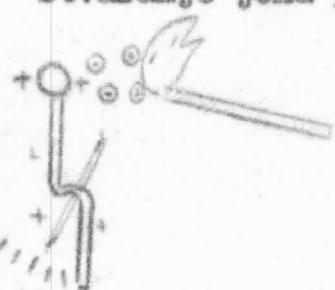
Posle izvršenih ogleda dajemo tumačenje punjenja akumulatora i primenu elektrolize.

### 5.5. ELEKTRIČNA STRUJA U GASOVIMA I VAKUMU

#### 5.5.1. ELEKTRIČNA STRUJA U RAZREDJENIM GASOVIMA

Treba pokazati stvaranje jona u vazduhu pri normalnom atmosferskom pritisku i objasniti zašto je vazduh izolator a zatim ogledima pokazati struju u razredjenim gasovima.

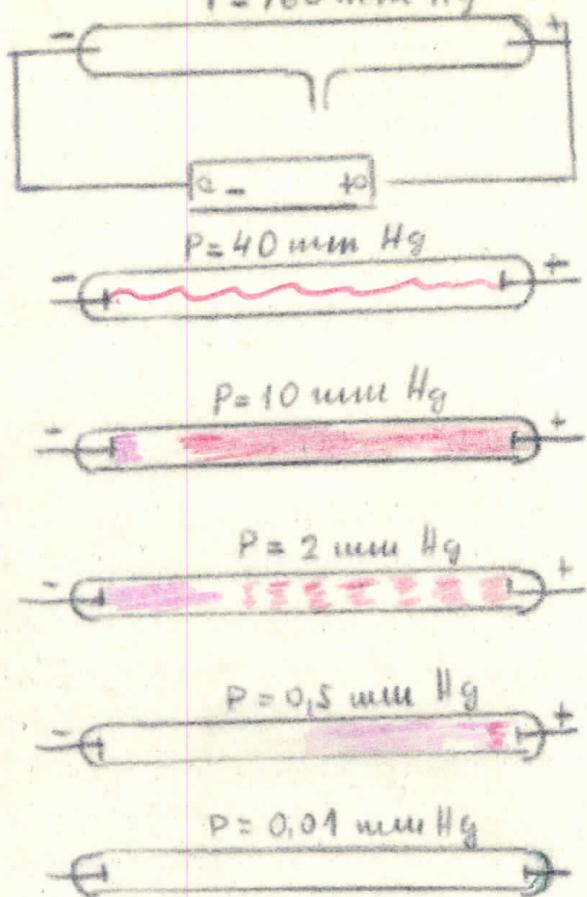
Stvaranje jona pokazujemo ogledom sl. 39. Naelektrišemo elektrometar a zatim prinesemo plamen zapaljenog zrna šibice. Zapažamo da se elektrometar razelektrisao, jer se pod dejstvom toplote vazduh jonizovao. Ukažujemo na razliku ionizacije u vazduhu i elektrolitima. Kod elektrolita jon hlera je uvek negativan  $\text{Cl}^-$ , a jon vodonika H uvek pozitivan  $\text{H}^+$ . Kod gasova to nije slučaj.



Sl. 39.

Ako se u jednom sudu nalaze molekuli istog gasa onda će se usled sudara molekula stvoriti i pozitivni i negativni joni. Navodimo da se vazduh jonizuje i pri sudaru jona i molekula gasova, kao i pod dejstvom raznih zračenja: radioaktivnog, kosmičkog i Rentgenskog.

U vazduhu pored jona ima i slobodnih elektrona. Međutim, broj ovih čestica je malo u odnosu na molekule vazduha pa je zato vazduh pri normalnim uslovima izolator. Sem toga, joni u vazduhu pod dejstvom električnog polja se kreću malom brzinom pa se ne stvaraju novi joni. Ako bi se smanji broj molekula vazduha moglo bi doći do ionizacije usled sudara jona sa molekulama vazduha pa se to postiže u razredjenim gasovima. Navedimo primer da se i u nerazredjenom gasu može javiti struja ali pod vrlo visokim naponom. Mi ćemo prikazati struju u razredjenom gasu ogledom na sl. 40.



## Sl. 40

U prvom slučaju nema struje. Ako se vrši razredjivanje vazduha onda će se struja javiti pri pritisku od 40 mm Hg u obliku ružičaste trake. Daljim razređivanjem svetla traka se širi, da bi se pri pritisku od 10 mm Hg proširila do zidova suda a boja svetlosti postala žutocrvena. Ona je malo odvojena od katode i zove se pozitivna svetlost. Na katodi se javlja ljubičasta svetlost koja se zove negativna svetlost. Između pozitivne i negativne svetlosti nalazi se Faradejev tamni prostor. Daljim razređivanjem vazduha smanjuje se broj molekula, pa svetlost postaje bleda, deli se na slojeve i povlači prema anodi. Prvo se povlači pozitivna svetlost, da bi cev ispunila negativna svetlost. Negativna svetlost se takođe pomera prema anodi da bi i nje nestalo pri pritisku od 0,01 mm Hg. Tada staklo naspram katode zelenkasto fluorescira- javljaju se katedni zraci. Svetlost se javlja usled sudara jona sa neutralnim molekulima gase pa njihovim nestajanjem nestaju opisane pojave svetlosti.

Dalje treba navesti primenu razredjenog gase za osvetljavanje prostorija i za svetleće reklame.

## 5.6. MAGNETNE POJAVE I MAGNETNA DEJSTVA STRUJE

### 5.6.1. MAGNETNE POJAVE I MAGNETI

Ovi pojmovi su učenicima poznati iz predmeta poznavanja prirode. Prikazaćemo neke magnetne pojave i dati pojam magneta, odrediti vrste magneta i uzajamno dejstvo dva magnetna pola i objasniti namagnetišavanje. Sve <sup>se</sup> prikazuje ogledima.

Prinesemo gvozdenu šipku gvozdenim ekserčidima. Ne zapažamo ništa. Prinesemo magnet gvozdenoj šipci, dolazi do privlačenja.

U prvom slučaju nema struje. Ako se vrši razredjivanje vazduha onda će se struja javiti pri pritisku od 40 mm Hg u obliku ružičaste trake. Daljim razređivanjem svetla traka se širi, da bi se pri pritisku od 10 mm Hg proširila do zidova suda a boja svetlosti postala žutocrvena. Ona je malo odvojena od katode i zove se pozitivna svetlost. Na katodi se javlja ljubičasta svetlost koja se zove negativna svetlost. Između pozitivne i negativne svetlosti nalazi se Faradejev tamni prostor. Daljim razređivanjem vazduha smanjuje se broj molekula, pa svetlost postaje bleda, deli se na slojeve i povlači prema anodi. Prvo se povlači pozitivna svetlost, da bi cev ispunila negativna svetlost. Negativna svetlost se takođe pomera prema anodi da bi i nje nestalo pri pritisku od 0,01 mm Hg. Tada staklo naspram katode zelenkasto fluorescira- javljaju se katedni zraci. Svetlost se javlja usled sudara jona sa neutralnim molekulima gase pa njihovim nestajanjem nestaju opisane pojave svetlosti.

Dalje treba navesti primenu razredjenog gase za osvetljavanje prostorija i za svetleće reklame.

Zatim prinesemo gvozdenu šipku i magnet ekserčićima i zapažamo da gvozdena šipka privlači ekserčice. Udaljimo magnet od gvozdene šipke i zapažamo da gvozdena šipka više ne privlači ekserčice. Navedene pojave nazivamo magnetnim pojavama.

Magnetnu šipku prinesemo kamenu olova, bakra, aluminijuma, gvozdenim i čeličnim predmetima i izvodimo zaključak da su magneti tela koja imaju osobinu da privlače gvozdene i čelične predmete. Navedeno vrste magneta i prikažemo veštačke magnete.

Gvozdenu šipku prinesemo ekserčićima a zatim magnetnoj igli i izvodimo zaključak da je privlačenje izmedju gvožđa i magneta uzajamno.

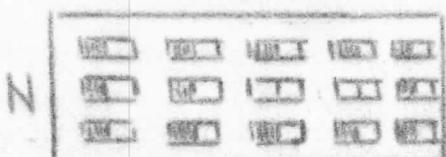
Stavimo magnetnu šipku u opiljke od gvožđa i zapažamo da magnetno dejstvo najjače na krajevima magnetne šipke koje nazivamo magnetni polovi. Obesimo tu šipku o neupreden konac. Jedna strana se uvek okreće prema severu, a druga prema jugu i dajemo izraze : severni i južni magnetni pol.

Prikazujemo uzajamna dejstva dva magnetna pola i izvodimo zaključak.

Dve kraće magnetne šipke, od kojih je jedna obojena plavo a druga crveno, spojimo tako da učenici imaju utisak da je to jedan magnet. Postavljamo pitanje da li možemo razdvojiti magnetne polove ako magnetnu šipku prerežemo tačno na sredinu. Pošto izvedemo zaključak navodimo učenike da u mislima dele magnet do najsitnijih magneta koje zovemo elementarni magneti. Prikazujemo crtežom sl.41



a)



b)

sl.41

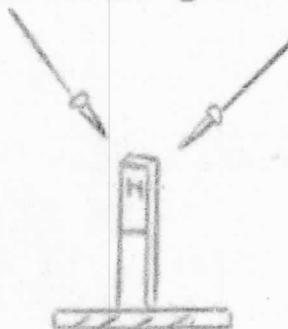
u kakvom su stanju elementarni magneti gvožđa sl.41.a) a kakvi su kod stalnih magneta sl.41.b).

Objašnjavamo kako se vrši namagnetišavanje. Namagnetišemo jedan žilet za brijanje. On privlači gvozdene ekserčice. Zagrejemo taj žilet do usijanja pomoću spiritusne lampe. Posle hladjenja žilet gubi magnetne osobine. Može se na kraju govoriti o čuvanju magneta.

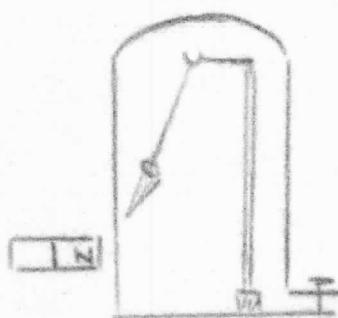
### 5.6.2. MAGNETNO POLJE I MAGNETNA INFLUENCIJA

Ovo je još jedna prilika da se shvati pojam fizičkog polja na pojmu magnetnog polja.Treba izvesti oglede kojima se prikazuje magnetno polje i napraviti razliku između električnih i magnetnih linija sila i dati pojam magnetne influencije.

Utvrdimo magnetnu šipku za što pa joj sa raznih strana sl.42 prinosismo gvozdeni ekser obešen o neupeden konac.Utvrdjuje se da



Sl.42

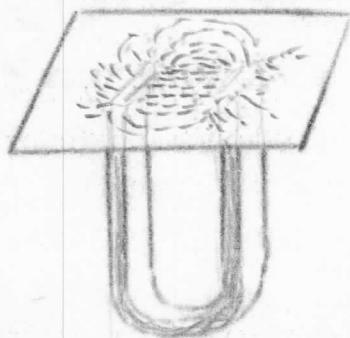


Sl.43

u prostoru oko magneta deluju magnetne sile pa na osnovu toga ističemo da je magnetno polje prostor oko magneta u kome se oseća dejstvo magnetnih sile.

U stakleno zvono iz koga je izvučen vazduh obešen je o tanak konac jedan ekser sl.43.Prinosenjem magneta ekser skreće sa vertikalnog pravca i izvodi se zaključak da polje postoji i u praznom prostoru i da on nije fizički prazan.

Prikaz magnetnih linija sila prikazujemo ogledom sl.44.Na



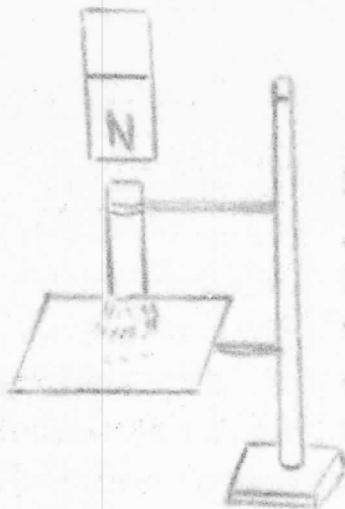
Sl.44

polove petkovičastog magneta postavlja se staklena ploča pa se na nju sipaju opiljci od gvožđa .Linije po kojima se redaju opiljci od gvožđa prikazuju pravac dejstva magnetnih sile i nazivaju se magnetne linije sile.Prikazujemo crtežom magnetne linije sile na tabli,određujemo njihov smer a ujedno i smer polja.Ukazu-

jemo da su magnetne linije sile zatvorene i da se prestiru i u unutrašnjost magneta,za razliku od električnih linija sile koje polaze od pozitivnog naielktrisanja a završavaju se na negativnom naielktrisanju.

Na osnovu gustina magnetnih linija sila utvrđujemo da magnetno polje je najjače u unutrašnjosti gvožđa tj.magneta.

Magnetnu influenciju prikazujemo ogledom na sl.45.



Sl.45.

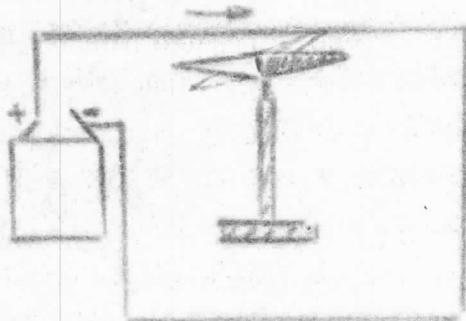
Kada se komadu gvožđa prinese magnetna šipka, „gvozdena šipka se namagnetiše i privlači opljke od gvožđa. Istočemo da se ova pojava naziva magnetna influencija. Pri magnetnoj influenciji se uvek na bližem kraju magneta stvara suprotni magnetni pol.

### 5.6.3. MAGNETNO POLJE ELEKTRIČNE STRUJE

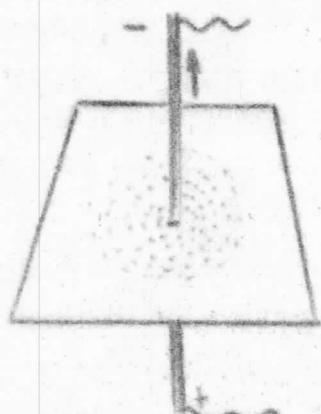
Potrebito je pokazati da struja stvara magnetno polje, odrediti oblik i smer magnetnih linija sila.

Potsećamo učenike da struja u metalne provodnike vrši toplostno dejstvo, u elektrolitima hemijsko dejstvo a oko provodnika magnetno dejstvo tj. struja oko provodnika stvara magnetno polje. Prikazujemo Erstedov ogled Sl.46. i određujemo smer skretanja severnog magnetnog pola magnetne igle pri promeni smera struje. Navodimo da je ~~pravilo~~ skretanje severnog pola magnetne igle odredjeno

Amperovim pravilom desne ruke.



Sl.46.



Sl.47.

Navodimo Amperovo pravilo i ukazujuemo da se na osnovu tog pravila može odrediti smer struje pa to pokazujemo ogledom.

Da bi pokazali kakve su magnetne linije sila magnetnog polja pravolinijskog strujnog provodnika izvodimo ogled prikazan na sl.47.

Kada se na plastičnu ploču kroz koju prolazi deblji provodnik sijaju opiljci od gvožđa pa se kroz provodnik propusti jača struja uz lagani potres plastične ploče, zapaziće se da se opiljci od gvožđa redaju u koncentričnim kružnicama. Navodimo da se opiljci redaju u pravcu magnetnih linija sila i pozivamo ih da u mašti zamisle njihovo mnoštvo duž pravolinijskog strujnog provodnika. Za određivanje

smera magnetnih linija sile koristimo pravilo desne pesnice i ogledom određujemo njihov smer.

Magnetno polje kružnog strujnog provodnika prikazujemo na isti način kao i za pravolinijski, s tom razlikom što je kroz plastičnu ploču provućen deblji kružni provodnik sl.48. Opijaci od gvožda se redaju u obliku ekscentričnih kružnica. Primenom pravila desne pesnice određuje se smer magnetnih linija sile magnetnog polja kružne struje. Utvrđuje se da magnetne linije sile sa jedne strane ulaze u kružni provodnik a sa druge strane izlaze pa se kružni provodnik ponaša kao tanak magnetni listić.

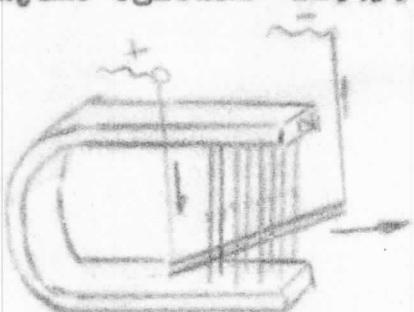


Sl.48.

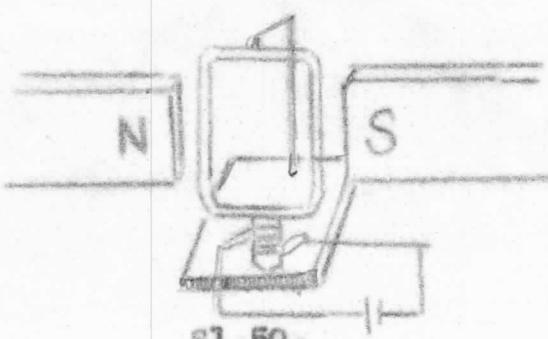
Koristeći ovaj ogled možemo analogijom objasniti magnetičnost molekula gvožda.

#### 5.6.4. Dejstvo MAGNETNOG POLJA NA PROVODNIK STRUJE

Dejstvo magnetnog polja na pravolinijski strujni provodnik prikazujemo ogledom sl.49. Čim se propusti struja kroz provodnik dolazi do njegovog kretanja. Smer kretanja zavisi od smera struje a određuje se Flemingovim pravilom leve ruke. Iskaženo pravilo pa njegovu tačnost proveravamo praktično. Iza toga dajemo objašnjenje zašto provodnik skreće, uz ilustracije na tabli.



Sl.49.



Sl.50.

Dejstvo magnetnog polja na strujni provodnik prikazujemo ogledom na sl.50. Kružni provodnik u obliku okvira može da se slobodno obrće u magnetnom polju. Krajevi kružnog provodnika vezani su za dva izolovana prstena na koje naležu mesingane trake tko, četkice preko kojih se dovodi struja u okvir. Znamo da se kružni provodnik u obliku okvira

ponaša kao tanak magnetni listić kada kroz njega protiče struja, pa će se on pod dejstvom magnetnog polja magneta okrenuti za  $180^\circ$ . Ako se nakon obrtaja od  $180^\circ$  ponovo promeni smer struje, kružni provodnik se okreće još za  $180^\circ$ . Ako se obezbedi automatska promena smera struje u kružnom provodniku posle svakog obrtaja od  $180^\circ$ , on će se stalno obrtati. Izvodimo zaključak da prikazani uređaj predstavlja najjednostavniji elektromotor na jednosmernu struju. Navodimo da na principu dejstva magnetnog polja na strujni provodnik, rade instrumenti za napon i jačinu električne struje.

### 5.7. ELEKTROMAGNETNA INDUKCIJA

#### 5.7.1. INDUKOVANA STRUJA I LENCOVO PRAVILO.

Potrebno je ogledima prikazati pojavu indukovane struje, uslov javljanja i odrediti njen smer.

Pošto kažemo kako je došlo do otkrića indukovane struje izvodimo najjednostavnije Faradeeve oglede.

1.ogled.U kalem čiji su krajevi vezani za izvode galvanometra uvlačimo magnetnu šipku. Kazaljka skreće na jednu stranu. Na osnovu ovoga ogleda dajemo pojam indukovane struje.

2.ogled.Uvlači se elektromagnet u kalem.

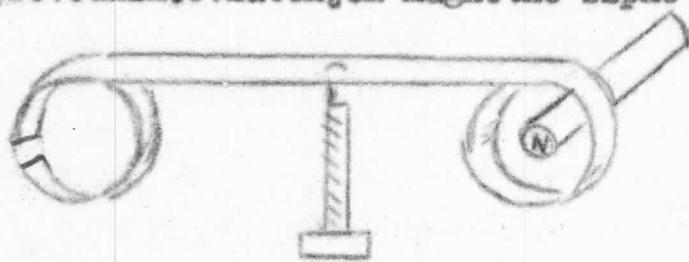
3.ogled.Zatvaramo i otvaramo kolo struje u primarnom kalemu. Kazaljka pokazuje da se u tim trenucima u sekundarnom kalemu indukovati struja.

4.ogled.Prikazujemo nužni uslov za javljanje indukovane struje.Krajevi pravolinijskog provodnika vezani su za izvode galvanometra.Ako se provodnik kreće paralelno sa magnetnim linijama sile,struja se ne indukuje.Ako provodnik seče magnetne linije sile,struja se indukuje.

Ogledom se može pokazati da je indukovana struja jača ukoliko je veća brzina promene magnetnog polja tj.ako se magnetna šipka naglo uvuče ili izvuče iz kalemata.

Smer indukovane struje prikazujemo Lencovim pravilom pomoću ogleda prikazanog na sl.51.Oko vertikalnog stativa mogu lako da se pokreću jedan zatvoren i jedan otvoren aluminijumski kružni

provodnik. Uvlačenjem magnetne šipke u otvoreni provodnik ne zapažaju se nikakve pojave. Uvlačenjem magnetne šipke u zatvorenim kružnim provodnikom dolazi do odbijanja i pleča sa kružnim provodnikom se obrće oko osevine. Izvlačenjem ma-



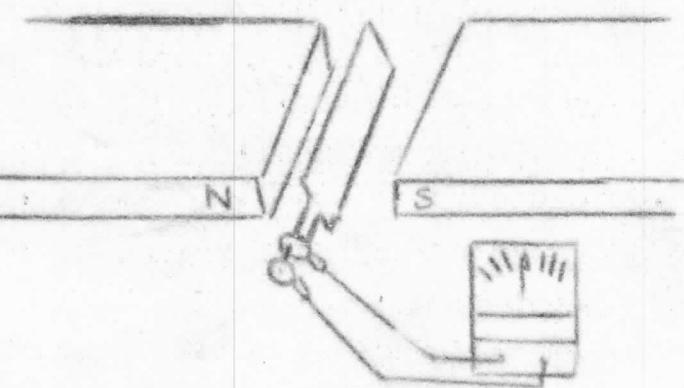
Sl. 51.

gnetne šipke iz zatvorenog kružnog provodnika dolazi do privlačenja. Na osnovu izведенog ogleda iskazujemo Lencovo pravilo, uz objašnjaj je prikazane pojave.

### 5.7.2. Naizmenična struja

Prikazuje se postanak i karakteristike naizmenične struje.

Postanak naizmenične struje prikazuje se ogledom na sl. 53.



Sl. 53

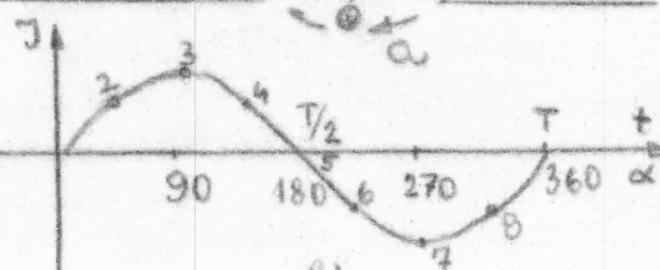
sila, a smer zavisi od smera magnetnog polja tj. od smera kretanja provodnika u magnetnom polju. To prikazujemo ilustrovanim ogledom

Obrtanjem okvira u magnetnom polju kazaljka galvanometra skreće čas na jednu čas na drugu stranu i pokazuje da se u provodniku indukovala struja, koju nazivamo naizmenična struja.

Elektromoterna sila naizmenične struje zavisi od broja presečenih magnetskih linija sile tj. od ugla pod kojim provodnik seče magnetne linije

na osnovu koga crtamo grafik sl. 54. Posmatramo kretanje preseka provodnika na sl. 54.a).

U položaju 1 provodnik ne seče magnetske linije sile pa se u njemu ne indukuje struja. To odgovara uglu od  $0^\circ$ . Pri obrtanju okvira u smeru strelice kazaljka galvanometra skreće. Približno određujemo skretanje kazaljke galvanometra pri ugluvima od:  $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ$



Sl. 54.

$315^\circ$  i  $360^\circ$  i crtamo grafik sl.54 b.Na osnovu grafika utvrđujemo karakteristike naizmenične struje.U toku jednog obrtaja okvira,što odgovara jednom periodu T,naizmenična struja dva puta menja smer,dva puta ima maksimalnu vrednost,dva puta je jednaka nuli.Prvimo analogiju i za napon i definišemo naizmeničnu struju.Prvimo razlike u odnosu na jednosmernu struju i ističemo karakteristike naizmenične struje gradske mreže.

### 5.7.3.TRANSFORMATOR NAIZMENIČNE STRUJE

Treba objasniti princip rada transformatora naizmenične struje,prikazati osnove transformisanja i ukazati na primenu transformatora.

Transformator prikazujemo kao uređaj koji struju datog napona i jačine,preobražava u struju željenog napona i jačine.Koristimo demonstracioni transformator i prikazujemo njegove delove.

Na tabli crtamo jednostavnu sliku transformatora,i objašnjavamo princip rada.

Kada u primarni kalem transformatora dodje naizmenična struja ona u njegovom jezgru stvara promenljivo magnetno polje.To promenljivo magnetno polje prenosi se preko zajeničkog jezgra oko namotaja sekundarnog kalemata pa se u njemu indukuje naizmenična struja većeg ili manjeg napona ,što zavisi od broja namotaja.Ako je broj namotaja dva puta veći onda je i indukovani napon dva puta veći i obrnuto.Iz navedenog sledi da je

$U_p : U_s = n_p : n_s$  ,gde je  $n_p$  i  $n_s$  broj namotaja primarnog i sekundarnog kalemata a  $U_p$  i  $U_s$  odgovarajući naponi.

Transformatori su mašine sa najvećim stepenom korisnog dejstva.Ako se zanemare gubici pri transformisanju naizmenične struje onda je snaga struje u primarnom kalematu jednak snazi struje u sekundarnom kalematu,što se izražava obrascem

$$U_p I_p = U_s I_s \text{ pa deljenjem sa } U_p I_s \text{ dobijamo:}$$

$$I_p : I_s = U_s : U_p$$

Dalje,obzirom na relaciju odnosa napona i broja namotaja imamo:

$$I_p : I_s = n_s : n_p$$

Objašnjava se smisao dobijenih relacija tj.tano gde je manji broj namotaja struja je jača pa žica mora biti deblja i obrnute.

Na kraju se prikaže primena transformatora za topljenje metala i za zavarivanje.

## 5.8. PRIMERI NASTAVNIH SADRŽAJA ZA SREDNJE ŠKOLE

Ovde će biti prikazan manji broj nastavnih sadržaja i to onih koji se ne obrađuju u osnovnoj školi ili postoji znatna razlika u obimu i sadržaju nastavnih jedinica.

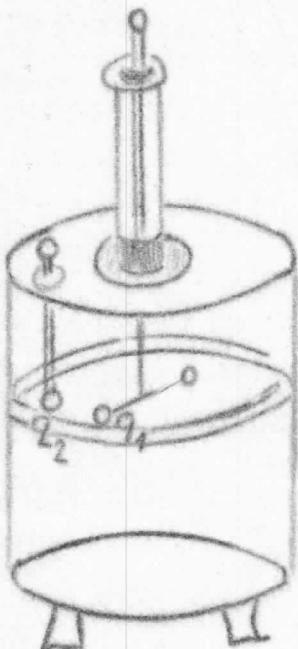
### a) Elektrostatika

#### 5.8.1. K U L O N O V Z A K O N

Silu kojom jedno nanelektrisano telo deluje na drugo nanelektrisano telo, odredio je Kulon 1875 god. pomoću terzione vase sl. 55. Kada kuglice imaju količinu elektriciteta  $q_1$  i  $q_2$  dolazi do uvrтанja - torzije niti o koju su obešene kuglice sa količinom elektriciteta  $q_1$ . Na osnovu uvrтанja niti Kulon je našao električnu силу која се изражава обрасцем

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

gde su  $q_1$  i  $q_2$  količine elektriciteta izmedju kojih se vrati uzajamno dejstvo na rastojanju  $r$ ,  $k$  je konstanta koja izražava zavisnost električnih sila od sredine u kojoj se nalaze količine elektriciteta  $q_1$  i  $q_2$ . U slučaju da su  $q_1$  i  $q_2$  različiteg snaka elektrostatička sila je negativna - privlačna tj.



sl.55.

$$F = -k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Iz obrasca sledi Kulonov zakon:

Sila uzajamnog dejstva izmedju dve tačkaste količine elektriciteta upravo je сразмерna njihovim količinama elektriciteta a obrnuto je сразмерna kvadratu njihovog međusobnog rastojanja.

Treba naglasiti da Kulonov zakon važi za nanelektrisana tela čije su dimenzije male u odnosu na njihovo međusobno rastojanje. Karakteristični primer za ovakva tačkasta nanelektrisanja su elektroni i protoni.

Pravac dejstva elektrostatičke sile poklapa se sa pravcem rastojanja  $r$  pa to treba prikazati na tabli.

Vrednost konstante  $k$  zavisi od sistema jedinica. U elektrostatickom CGS sistemu vrednost konstante  $k$  za vakuum iznosi 1. Ovakvim prikazivanjem konstante  $k$  kao neimenovanog broja zanemarena je njena fizička priroda.

U MKS sistemu jedinica, vrednost ove konstante za vakuum je  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$ . Osim toga ona se prikazuje pomoću jedne druge konstante  $\epsilon_0$  tzv. dielektrične konstante za vakuum, čija vrednost iznosi  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N m}}$ . Veza između ove dve konstante je  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ .

MKS sistem, u kome umesto  $k$  figuriše  $\epsilon_0$  zove se racionalizovani, pa izraz za Kulonov zakon u tom sistemu jedinica je

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

### 5.8.2. ELEKTRIČNO POLJE

Električno polje određuje se ogledima, na isti način kao u osnovnoj školi. Međutim, ovde treba definisati jačinu polja i odrediti jedinice.

Jačina električnog polja. Uzimamo da je tačkasta nanelektrisanje +q stvorilo u okolnom prostoru električno polje. Ako se u ovo električno polje unese probna količina elektriciteta  $q_p$  (takođe pozitivna) onda će se između ovih nanelektrisanja javiti odbojna sila koja je određena Kulonovim zakonom

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots \dots \quad (1)$$

Ako je probna količina elektriciteta veća 2, 3, puta, onda će očigledno i  $F$  biti veće 2, 3, ... n puta. Međutim neće se menjati odnos elektrostatičke sile  $F$ , kojom električno polje deluje na probnu količinu elektriciteta, i nanelektrisanja  $q_p$ , tj.

$$\frac{F}{q_p} = \frac{2F}{2q_p} = \frac{3F}{3q_p} = \dots = \frac{nF}{nq_p}$$

Ovaj odnos nazivano je jačinom električnog polja

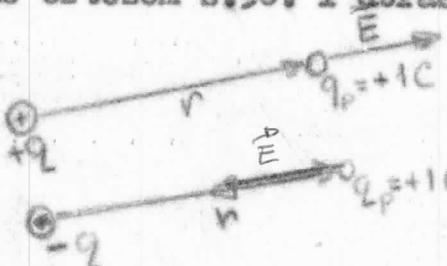
$$E = \frac{F}{q_p} \quad \dots \dots \quad (2)$$

i kažemo da je jačina električnog polja u nekoj tački, brojno jednaka električnoj sili kojom to polje deluje na jediničnu količinu elektriciteta u toj tački.

Ako se u izrazu (2) zameni sila  $F$  koja je određena Kulonovim zakonom (1), dobija se  $E = k \frac{q}{r^2}$  odakle sledi da elektro-

statička sila opada sa kvadratom rastojanja od nanelektrisanja  $q$  koje stvara električno polje.

Dalje navodimo da je polje vektorska veličina i to prikazujemo crtežom s.56. i obrascem  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_p} \dots\dots\dots (3)$



Iz obrasca se vidi da su vektori  $\vec{E}$  i  $\vec{F}$  istog smera ali im intenziteti nisu jednak. Iz obrasca (2) izvodimo jedinicu za jačinu polja

Sl.56.

$\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ C}}$  i definišemo je.

Prikazivanje električnih linija sila vrši se kao u osnovne školi-ogledima i ilustracijama na tabli i daju se objašnjenja. No ovde treba definisati električni fluks  $\Psi$  kao ukupan broj linija sila električnog polja  $n$ , koje prolaze kroz površinu  $S$ .

Uzimajući u obzir da se jačina električnog polja može izraziti pomoću broja električnih linija sila koje prolaze kroz jedinicu normalne površine  $S$  tj.  $E = \frac{n}{S}$  pa je fluks  $\Psi = ES$

Ovo se prikazuje crtežom na tabli.

Može se odrediti električno polje nanelektrisane lopte poluprečnika  $R$ , a zatim odrediti električni fluks sfere  $\Psi = 4\pi kq$  odakle sledi da fluks ne zavisi od poluprečnika sfere i da je on isti za sve sfere koje obuhvataju nanelektrisanje.

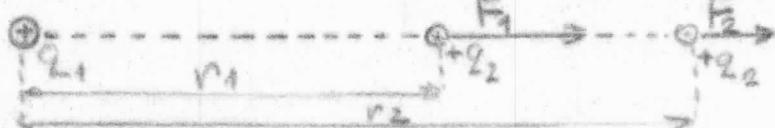
### 5.8.3. ELEKTRIČNI POTENCIJAL I NAPON

Prethodno ćemo definisati rad sila u električnom polju pa na osnovu toga definisati električni potencijal.

Ako se u električnom polju izazvanim tačkastim nanelektrisanjem  $+q_1$  kreće nanelektrisano telo sa nanelektrisanjem  $+q_2$  onda se mora vršiti rad. Ako se  $+q_2$  približava  $+q_1$  vrši se rad protiv elektrostatičke sile i taj rad je pozitivan. Ako elektrostatička sila

vrši rad onda se telo udaljava i taj rad je negativan. Kada se izvrši rad telo ima određenu potencijalnu energiju a kako su sile bile električne to je onda električna potencijalna energija.

Intenzitet Kulonove sile menja se sa rastojanjem pa se



mora uzeti u obzir njena srednja vrednost, a to je srednja geometrijska sredina sila

$$F_{sr} = \sqrt{F_1 F_2} = k \frac{q_1 q_2}{r_1 r_2}$$

Onda rad sile u električnom polju pri premeštanju količine elektriciteta iz tačke 1 u tačku 2 iznosi

$$A = F_{sr} (r_2 - r_1) = k \frac{q_1 q_2}{r_1 r_2} (r_2 - r_1) \text{ i konačno}$$

$$A = kq q \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

U slučaju da se tačka 2 nalazi u beskonačnosti  $r_2 = \infty$ , onda je izraz za rad  $A_0 = k q_1 q_2 \frac{1}{r_1}$   $\dots \dots \dots (2)$

Sada možemo definisati električni potencijal ako izzmemo da se premešta jedinica količine elektriciteta. Da bi se dobio rad po jedinici količine elektriciteta koja se premešta iz beskonačnosti, delimo izraz (2) sa  $q_2$  i dobijamo

$$\varphi_1 = \frac{A_0}{q_2} = k \frac{q_1}{r_1}$$

Ovaj rad je jednak potencijalu električnog polja tačkastog nanelektrisanja  $q_1$  na rastojanju  $r_1$ .

U bilo kojoj tački električnog polja izazvanog količinom elektriciteta  $q_1$  električni potencijal iznosi

$\varphi = \frac{A}{q}$ , gde  $q$  količina elektriciteta koja se premešta. Na osnovu ovog izraza definišemo potencijal tačke u električnom polju, pa odredimo potencijal tačke na rastojanju  $r$  od tačkastog nanelektrisanja  $q$   $\varphi = \frac{kq}{r}$

Uzimajući ovo u obzir izraz (1) dobija oblik

$$A = q (\varphi_1 - \varphi_2)$$

Odavde sledi da rad u električnom polju ne zavisi od oblika putanja već od količine elektriciteta koja se premešta i razlike potencijala krajnjih tačaka putanje.

Navedeni zaključak se može ilustrovati na tabli i dati objašnjenja. Napon i jedinice potencijala i napona definišu se kao u osnovnoj školi (5.2.5.)

b) Elektromagnetizam

5.8.4. MAGNETNO POLJE PRAVOLINIJSKOG STRUJNOG PROVODNIKA

Pored onoga što se daje učenicima osnovne škole (5.6.3.) potrebno je odrediti i jačinu magnetnog polja kod pravolinijskog strujnog provodnika.

Jačina magnetnog polja  $H$  na rastojanju  $a$  normalnom od provodnika data je Bio-Savarevim zakonom

$$H = \frac{2I}{a} \quad \text{gde je } I \text{ jačina struje koja protiče}$$

kroz beskonačno dug pravolinijski provodnik. Bio i Savar su do navedenog izraza došli eksperimentalnim putem 1820 godine. Navodimo da je jačina magnetnog polja, pravolinijskog strujnog provodnika, beskonačne dužine, upravo srazmerna jačini struje u provodniku a obrnuto srazmerna normalnom rastojanju tačke od provodnika.

Izvodimo jedinicu za jačinu magnetnog polja u MKSA (SI) sistemu uzimajući da je  $a=2 \text{ m}$

$$H = \frac{2A}{2m} = 1 \frac{A}{m} = 1 \text{ T}$$

Ova jedinica se nezvanično zove lenc u čast E. Lenca. Veća jedinica je ersted  $0e$   $1 0e = 10^3 \frac{A}{m}$

5.8.5. MAGNETNA INDUKCIJA

Pojam magnetne indukcije daje se po analogiji na jačinu električnog polja, time što se uzima sila kojom magnetno polje deluje na jedinicu dužine provodnika kroz koji protiče jedinična jačina struje. To se izražava obrascem

$$B = \frac{F}{IJ}$$

gde je  $F$  elektromagnetna sila,  $l$  dužina provodnika u magnetnom polju a  $J$  jačina struje koja teče kroz provodnik. Kažemo da je

magnetna indukcija brojno jednak sili kojom homogeno magnetsko polje deluje na provodnik dužine  $l$  m kada kroz njega protiče

struja jačine od 1 A pod uslovom da je provodnik normalan na linije sile magnetnog polja.

Pošto su jačina magnetnog polja i magnetna indukcija vektorske veličine, prikazujeno ih crtežom sl.57. Navodimo da je broj magnetnih linijsa sile na jedinicu površine mera za magnetnu indu-

kciju magnetnog polja. Gde je gustina ovih linijsa veća polje je jače tj. veća je i magnetna indukcija.

Iz obrazca  $B = \frac{F}{I \cdot l}$  izvodimo jedinice za magnetnu indukciju

$$1 T = \frac{1 N}{1 m \cdot 1 A}$$

Sl.57.

magnetnu indukciju od 1 tesle ima eno homogeno magnetno polje koje na normalni provodnik, dužine 1m, deluje silom od 1N, kada kroz njega protiče struja jačine 1A.

Navodimo da je manja jedinica gaus Ga.  $1 Ga = 10^{-4} T$

U slučaju kada je provodnik normalan na magnetne linije sile jačina elektromagnetske sile iznosi

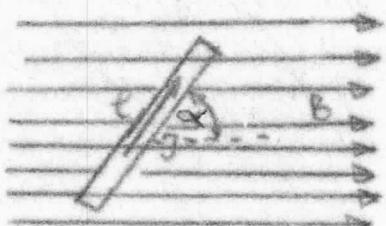
$$F = I \cdot l \cdot B \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Međutim, provodnik nije uvek normalan na magnetne linije sile sl.58

U tom slučaju elektromagnetska sila data je izrazom

$$F = I \cdot l \cdot B \sin \alpha \quad \dots \quad (2)$$

Ova relacija smatra se kao osnovna relacija elektromagnetizma. Iz relacije (2) se vidi da elektromagnetska sila zavisi



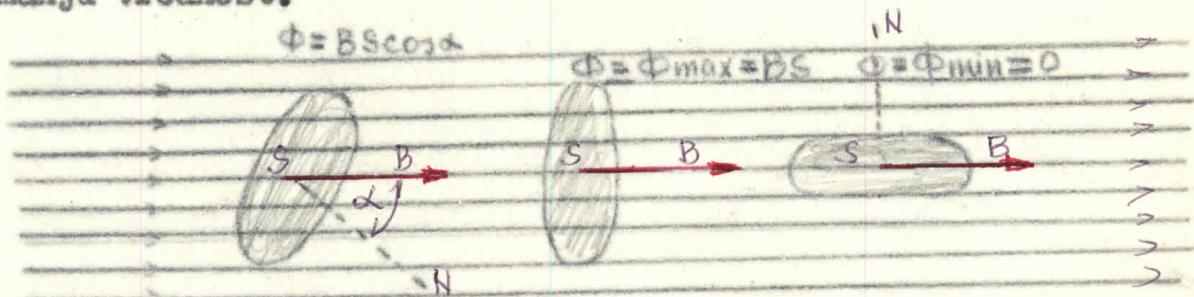
Sl.58.

od ugla koji provodnik zaklapa sa linijsama sile magnetnog polja. Ova elektromagnetska sila je uvek normalna na strujni provodnik tj. na ravan u kome leži strujni provodnik i na vektor magnetne indukcije.

#### 5.8.6 MAGNETNI FLUKS

Pošto smo istakli da je magnetna indukcija B jednaka broju magnetnih linijsa sile koje prolaze kroz jedinicu normalne površine, onda je ukupan broj magnetnih linijsa sile dat proizvodom  $B \cdot S$  koji se zove magnetni fluks tj.  $\phi = B \cdot S$

gde je  $S$  posmatrana površina. Ova površina nije uvek normalna na magnetne linije sile (sl. 59) homogenog polja pa će fluks imati manju vrednost.



Sl. 59.

U tom slučaju  $\Phi = B \cdot S \cos\alpha$  što predstavlja najopštiju relaciju za magnetni fluks.

Iz obrazca  $\Phi = B \cdot S$  izvodimo jedinice fluksa weber Wb i maksvel Max.

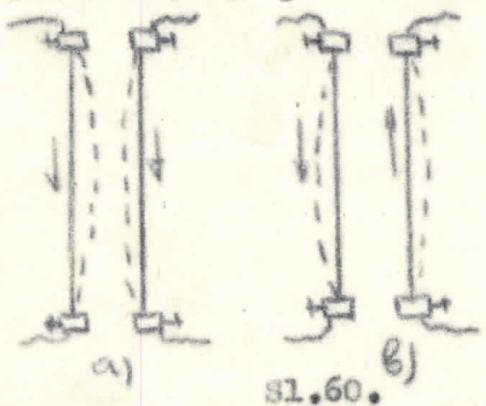
$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ Max.}$$

Magnetni fluks od 1 Wb stvara homogeno magnetno polje, indukcije 1 T kroz normalnu površinu od  $1 \text{ m}^2$ .

#### 5.8.7. UZAJAMNO DEJSTVO PARALELNIH STRUJNIH PROVODNIKA

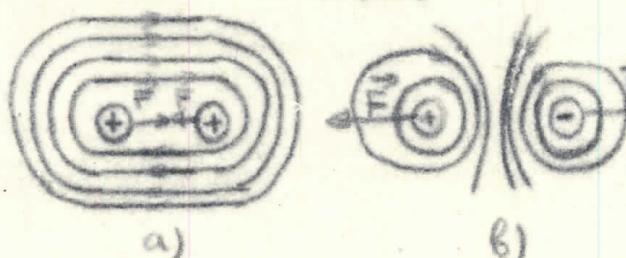
Ovo dejstvo treba prikazati sa dva paralelna strujana provodnika sl. 60. U prvom slučaju sl. 60.a. propuštamо struju istog smera



i zapažamo da dolazi do privlačenja strujnih provodnika. Ako je smer struje u provodnicima različit sl. 60.b dolazi do odbijanja.

Dajemo objašnjenje kako je došlo do ovih pojava, prikazujući na tabli liniјe sile magnetnog polja sl. 61. U prvom slučaju sl. 61.a liniјe sile između 2 provodnika imaju suprotan smer pa je rezultujuće polje između njih slabije u odnosu na magnetno polje sa spoljašnje strane, te kao rezultat takvog stanja nastaje privlačenje provodnika sl. 61.a.

Na sl. 60.b rezultujuće polje između provodnika je jače pa dolazi do njihovog odbijanja.



Sl. 61.

provodnika je jače pa dolazi do njihovog odbijanja.

Eksperimenti pokazuju da je sila uzajammog dejstva paralelnih strujnih provodnika zavisi od jačine struje u provodnicima, dužine provodnika  $l$ , njihovog medjusobnog rastojanja,  $a$ , kao i magnetnih svojstava sredine u kojoj se nalaze provodnici. Magnetna svojstva sredine prikazuju se pomoću magnetne permeabilnosti sredine.

Sila uzajammog dejstva dva paralelna strujna provodnika određena je eksperimentalno i u slučaju vakuma njen izraz je

$$F = \mu_0 \frac{2J_1 J_2}{a} \quad \text{gde je } \mu_0 = 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \text{ magnetna permeabilnost vakuma.}$$

U slučaju da se provodnici nalaze u nekoj drugoj sredini, mora se uzeti relativna magnetna permeabilnost te sredine pa je magnetna permeabilnost sredine  $\mu = \mu_0 \mu_r$

Za bilo koju sredinu sila uzajammog dejstva dva paralelna strujana provodnika daje se izrazom

$$F = \mu \frac{2 J_1 J_2 l}{a} .$$

Izvode se jedinice za magnetnu permeabilnost sredine i na kraju daje međunarodna definicija ampera ( u SI sistemu ) na osnovu izraza za silu uzajammog dejstva:

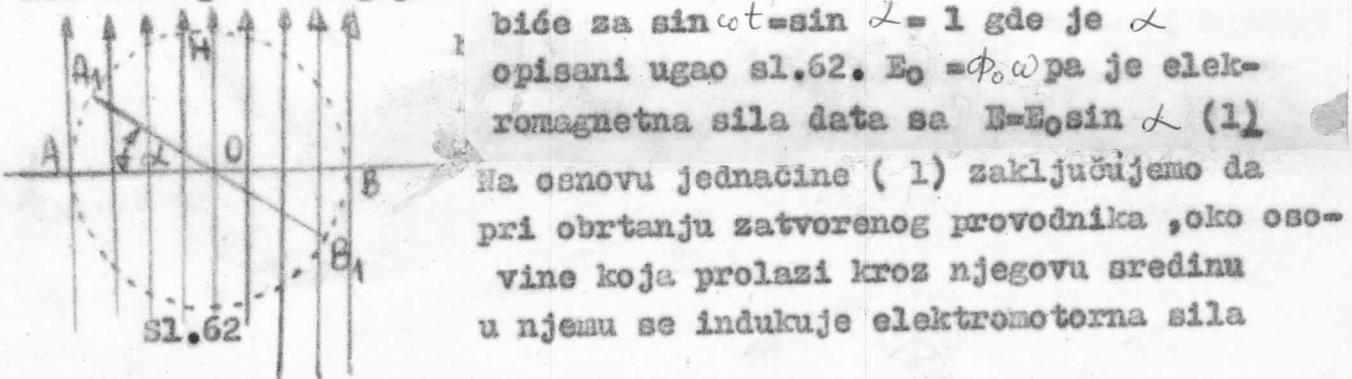
Amper je stalna jačina električne struje koja prolazi kroz dva paralelna, beskonačno duga pravolinijska provodnika, koja u vakumu na rastojanju od  $1\text{m}$ , izaziva silu uzajammog dejstva od  $2 \cdot 10^{-7}\text{N}$  po svakom metru dužine.

### c) Naizmenična struja

#### 5. 8.8. NAIZMENIČNA STRUJA

Potrebno je prikazati postanak i karakteristike naizmenične struje.

Moramo imati na umu da je elektromotorna sila indukovane s struje  $E = \phi \omega \sin \omega t$  gde je  $\phi$  maksimalni fluks a  $\omega$  uglovna brzina zatvorenog kružnog provodnika. Maksimalna elektromotorna sila  $E_0$



čija je veličina u svakom trenutku jednaka preizvodu njene maksimalne vrednosti i sinusu ugla za koji se provodnik obrnuo prema početnom položaju AB.

Polazeci od izraza (1) može se načrtati njegov grafik pa da se na grafiku prouče karakteristike naizmenične struje. Nedutim, jednostavnije je proučavanje karakteristika naizmenične struje kao za učenike osnovne škole (5.7.2.)

Pesle ovoga treba dati pojmove maksimalnog i efektivnog napona i jačine.

## 6. LABORATORIJSKE VEŽBE I NJIHOV ZNAČAJ

Eksperimentalna nastava je moćno vaspitno-obrazovno sredstvo, koje kod nas još nije dovoljno iskorišćeno. Još je I. Njutn, osnivač klasične fizike, istakao da nauka može uspešno da napreduje, samo ako se hipoteze i teorije proveravaju eksperimentima. Snažan razvitak i napredak nauke omogućen je upravo saradnjom teorije i eksperimenta. Imamo mnogo primera da se mnogi problemi reše teorijski a otkriju i potvrde eksperimentalno.

Pošlednjih nekoliko decenija počinje organizovan i sistemska eksperimentalni rad u kome velike grupe ljudi rade na jednom problemu. Broj i obim laboratorijskih radova se stalno povećava. Uz pomoć eksperimentalnih ispitivanja formirano je novo gledište o prostoru i vremenu uvedjenjem teorije relativiteta. Kvantna talasna mehanika kao nova naučna disciplina formirana je uz pomoć eksperimentata. I niz drugih podataka ukazuje da se formiranje najispravnijih gledišta na Svet, vrši na osnovu eksperimentalnih podataka.

Sve navedene činjenice ukazuju na veliki značaj eksperimentalne nastave i laboratorijskih vežbi u nastavi fizike. Izaziva se pojava koja se želi posmatrati, pa se lakše otkrivaju zakonitosti. Pri verbalnom prenošenju znanja, učenici obavezno teže da stvore sebi pojam koji im konvenira, a koji se formira pri njihovem svakodnevnom iskustvu, odnosno prema njihovem načinu mišljenja. Bez eksperimenta učenici ne mogu lako doći do ispravnog gledišta o značaju fizičkih zakona i teorija u svakodnevnom životu..

Na osnovu rečenog dolazimo do zaključka da su eksperimentalne i laboratorijske vežbe neophodne pa treba naći rešenja za njihovu primenu. Tu se javlja niz problema o kojima je već govoreno, ali se oni moraju prevazići. Mora se stvoriti materijalna baza za postavljanje i realizaciju laboratorijskih vržbi i savladati subjektivne slabosti. Moramo biti svesni da društvo znatno više gubi ako šredi na vaspitanje i obrazovanje mladih.

Ostaje da se razmotre uslovi i načini uspešnog realizovanja laboratorijskih vežbi kako bi se ostvarili planirani zadaci.

Ako su otklonjene sve objektivne teškoće onda mora da se istaknu neki uslovi koji moraju biti zadovoljeni za uspešnu eksperimentalnu nastavu i laboratorijske vežbe:

1. Eksperimenat mora biti prilagodjen psihofizičkim sposobnostima učenika i da garantuje bezbednost u radu .
2. Mora izazvati interesovanje učenika.
3. Treba da bude postavljen tako da na najbolji način prikazuje posmatranu pojavu.
4. Mora da pobudjuje stvaralačke i pronalazačke sposobnosti učenika.
5. Mora da ostvaruje obrazovne zadatke nastave.
6. Aparati moraju biti estetski i lepo oblikovani, da vaspitno deluju na učenike, a pre svega da budu ispravni u toku rada.
7. Učenici moraju biti unapred obučeni u rukovanju sa aparatima, a treba upozoriti na njihovo održavanje i čuvanje.
8. Pre izvodjenja eksperimenta moraju da se imaju osnovni pojmovi o pojavi koja se ispituje i fizičkim osnovama aparata koji se koriste.
9. Mora dobro da se razradi organizacija izvodjenja eksperimenta odnosno vežbe.

Sam eksperimenat odnosno laboratorijska vežba treba da sadrži sledeće:

- da se istakne naslov vežbe,
- da se zna zadatak vežbe,
- da se unapred pripreme potrebne tabele za unošenje rezultata merenja,
- da se zna postupak pri izvodjenju vežbe,
- da se izvrši potrebna računska obrada podataka,
- da se odrede greške pri merenju i greške dobijenih rezultata,
- da se odgovori na postavljena pitanja u zadatku i da se izvedu potrebni zaključci,
- posle završene vežbe da se radno mesto dovede u red .

## 7. RAČUNSKE VEŽBE U NASTAVI FIZIKE

Sa eksperimentom su čvrsto povezani zadaci u nastavi fizike, odnosno računska obrada podataka dobijenih na osnovu eksperimenta. Ustvari zadaci treba da budu takvi da se njihovim rešavanjem dodje do nekog rezultata kojim se daje odgovor na postavljeno pitanje u eksperimentu.

Ovakvi zadaci odgovaraju stvarnosti, doprinose kvantitativnom shvatanju pojava i utvrđivanja zakonitosti a sen toga koriste pravilnom pogledu na svet.

Kako učenici imaju teškoće pri računanju, to se pri vežbanju može otstupiti od stroge tačnosti i koristiti približne brojeve. Svuda gde je moguće treba koristiti dekadne jedinice tako da matematička obrada ne predstavlja teškoće za učenike. Ovo naročito važi za kratke i jednostavne zadatke koji se mogu usmeno rešavati da bi se shvatila jedinica fizičke veličine kao i radi sagledavanja izvesnih problema i dubljeg shvatanja nastavnog gradiva.

Potrebno je da se jednostavni problemi rešavaju i pismeno kako bi se učenici uputili na postupak rešavanja zadataka. Ovi zadaci moraju biti dobro odabrani i da uz eksperiment i teoriju doprinesu uspešnom sagledavanju nastavnih sadržaja. Zadaci ne treba da budu problemi sa raznih olimpijada i takmičenja, jer mogu da stvore bauk i da ne doprinesu željenom cilju. Ovo ne znači da treba izbaciti iz prakse takve zadatke. Mogu se povremeno davati i takvi zadaci za sve učenike, odrediti vreme izrade i sve učenike koji tačno reše postavljeni zadatak u određenom vremenu treba stimulisati ocenom. Teže zadatke treba raditi sa boljim učenicima u okviru dodatne nastave ili sekcije mlađih fizičara.

Učenike treba upućivati i na samostalan rad, jer se raspolože sa odgovarajućom literaturom. Taj rad treba pratiti i ceniti jer će samo u tom slučaju učenici raditi masovnije. Praćenje rada ne treba da bude kao kontrola, već kao pružanje pomoći i podržavanje. Na ovaj način se mogu kompletno ostvariti vaspitne obrazovni zadaci.

U prilogu su dati testovi koji su korišćeni radi provere znanja učenika VIII razreda iz oblasti nastave elektriciteta i magnetizma.

**P R I L O G**

- Testovi sa provjeru znanja
- Izvod is "Normativa nastavnih sredstava"

## TEST IZ ELEKTROSTATIKE

(Namenjen za proveru znanja pomoću respondera)

OZNAČI SLOVO TACNOG ODGOVORA:

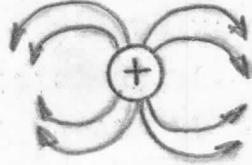
1. Elektron je negativno nanelektrisana čestica koja se nalazi u jezgru atoma. Sadrži elementarnu količinu elektriciteta.

A.- da      B.- ne

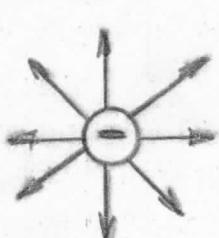
2. Jedinica količine elektriciteta je:

A.Volt      B.Kulon      C.farad      D.nije navedena

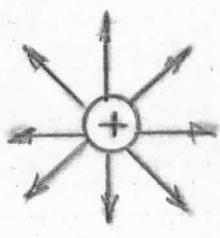
3.Na slici uz ovaj zadatak prikazano je električno polje nanelektrisanog sfernog provodnika. Ispravan crtež označen je slovom :



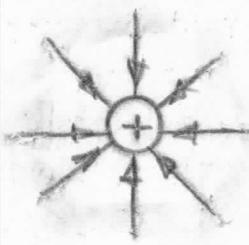
A.



B.



C.



D.

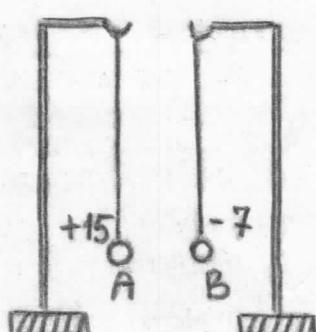
4. Potencijal tačke A je  $V_1 = -6 \text{ V}$  a tačke B  $V_2 = 4 \text{ V}$ .

Potencijalna razlika između tačaka A i B iznosi:

A.  $-2 \text{ V}$       B.  $-10 \text{ V}$       C.  $24 \text{ V}$       D.  $10 \text{ V}$

5. Dva potpuno jednaka klatna na slici uz ovaj zadatak nanelektrisana su različitim vrstama elektriciteta. Klatno A sadrži 15 jedinica

pozitivne količine elektriciteta a klatno B 7 jedinica negativne količine elektriciteta. Ako se klatna približe doći će do njihovog privlačenja. Posle dodira klatna se odbijaju.



A. Klatna su se razelektrisala.

B. Razelektrisalo se klatno B

C. Oba klatna su se nanelektrisala i sadrže po 4 jedinice pozitivne količine elektriciteta.

D. Oba klatna su nanelektrisana i sadrže po 11 jedinica pozitivne količine elektriciteta.

6. Pozitivno nanelektrisano telo sadrži negativan elektricitet.

A.- Da

B.- Ne

7. Pozitivno nanelektrisanom elektrometru prinesemo češalj koji je trenjem nanelektrisan. Kazaljka elektrometra smanjuje ugao skretanja. To je znak da je češalj pozitivno nanelektrisan.

A. Da

B.- Ne

8. Električno polje postoji i u vakumu.

A.- Da

B.- Ne

9. Kada izolovan provodnik primi 1 C elektriciteta potencijal mu se povisi za 500 kV. Kapacitet toga provodnika iznosi:

A.  $\rightarrow 500\ 000\ F$     B. 200 mF    C. 0,002 mF    D. 0,5 mF

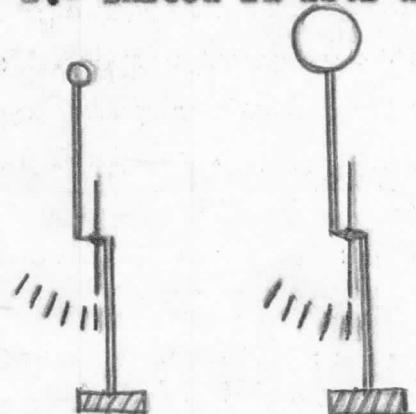
10. Dva elektrometra (vidi sliku uz ovaj zadatak) sa različitim kuglicama prime istu količinu elektriciteta. Njihove kazaljke

A.- skreću za isti ugao i pokazuju jednake količine elektriciteta.

B.- skreću za različiti ugao i pokazuju električni kapacitet.

C.- skreću za različiti ugao i pokazuju električni potencijal.

D.- skreću za isti ugao i pokazuju električni napon.



Test iz elektrostatike

VIII razred

I. Dopuni do potpunog i tačnog odgovora:

1. Protoni su \_\_\_\_\_ čestice, nalaze se \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, masa protona je \_\_\_\_\_ masi neutrona,  
količina elektriciteta koju nosi jedan proton zove se \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
2. Telo je negativno nanelektrisano ako \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
3. Električne linije sila su \_\_\_\_\_
4. Električni potencijal tačke u električnom polju brojno je \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
5. Električni kapacitet od 1 F ima onaj provodnik \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

II. ZAOKRUŽI SLOVO ISPREM TAČNOG ODGOVORA:

6. Ako se spoje dva provodnika koji imaju različite električne  
potencijale doći će do  
a) nanelektrisavanja istom vrstom elektriciteta.  
b) izjednačavanja električnog potencijala pri čemu elektroni  
prelaze sa jednog provodnika na drugi.  
c) stvaranja nultog potencijala.  
d) neutralisanja.

7. Potencijal kugle A iznosi  $V_1 = -5 \text{ V}$  a kugle B  $V_2 = 2 \text{ V}$ .

Potencijalna razlika iznosi:

- a)  $-3 \text{ V}$     b)  $3 \text{ V}$     c)  $-7 \text{ V}$     d)  $7 \text{ V}$

8. Telo primi  $10 \text{ C}$  elektriciteta pri čemu se njegov potencijal  
povisi za  $2000 \text{ V}$ . Kapacitet toga tela iznosi:

- a)  $200 \text{ F}$     b)  $2000 \text{ F}$     c)  $0,0005 \text{ F}$     d)  $5000 \text{ F}$

III. ODGOVORI NA SLEDEĆA PITANJA

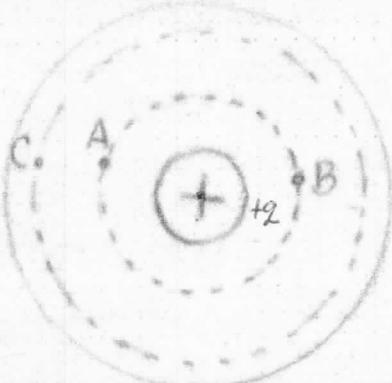
9. Šta je elektron? Kolika mu je masa? Koju količinu elektriciteta  
nosi i kako se ona zove? Može li da napusti atom?

10. Kapacitet provodnika se povećava ako mi se približi drugi koji je vezan za zemlju. Objasni zašto?

11. Naelektrisana tela se ili privlače ili odbijaju. Objasni zašto nanelektrisana ebonitna šipka privlači strize od papira?

12. Pri nepogodi dolazi do narušavanja normalnog električnog stanja u atmosferi. Tada može doći do pojave munje ili groma. Oblasni kako dolazi do pojave groma.

13. Koliki rad vrši električna sila pri premeštanju količine elektriciteta iz tačke A u tačku B a koliki pri premeštanju iz tačke C u tačku A. Nanelektrisanje tela koje se kreće je  $-q$ .



Odgovor: Izvršeni rad pri premeštanju  $-q$  iz tačke A u tačku B iznosi \_\_\_\_\_ a pri prelazu iz tačke C u tačku A iznosi \_\_\_\_\_

14. Kolika je brojna vrednost električnog potencijala u centru nanelektrisane lopte?

15. Kolika je brojna vrednost potencijala Zemlje?

В.

Презиме и име

1. Напиши знаке за следеће јединице и наведи шта се са њима мери:

АМПЕР \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

ЦУЛ \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

ОМ \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

ВАТ СЕКУНД \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

АМПЕР СЕКУНД \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

ВАТ \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

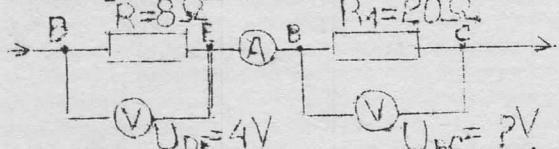
ВОЛТ \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

КИЛОВАТЧАС \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

АМПЕРЧАС \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

ОММЕТАР \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

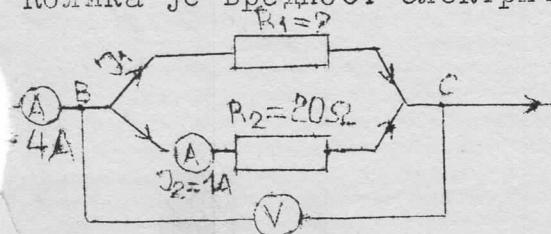
2. Слика уз овај задатак приказује део струјног кола. Према подацима на слици одредите бројну вредност јачине струје коју ће показивати амперметар укључен у коло? Место за рачунање:



Одговор: Амперметар показује струју јачине \_\_\_\_\_.

3. Колики напон показује волтметар на слици уз 2. задатак прикључен у тачкама В и С. Место за рачунање:

4. Слика приказује део струјног кола у коме су везана два отпорника према приложеном шеми. Према подацима на слици нађи потенцијалну разлику коју показује волтметар прикључен између тачака В и С. Колика је вредност електричног отпора  $R_1$  на слици уз овај задатак?



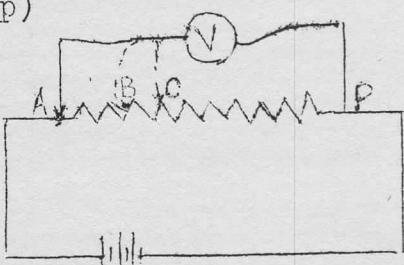
Одговор: Потенцијална разлика између тачака В и С износи \_\_\_\_\_.

Вредност електричног отпора отпорника  $R_1$  је \_\_\_\_\_.

5. Према датој шеми волтметар показује напон на крајевима отпорника између тачака А и Р. Померањем покретног краја волтметра из тачке А ка тачки В и С волтметар показује:

(Заокружи слово уз тачан одговор)

- а) пад напона
- б) исти напон
- с) повећање напона



B-2

6. Према назначеној шеми амперметар се најпре веже на месту M а затим на месту P. Струја ће тада бити:

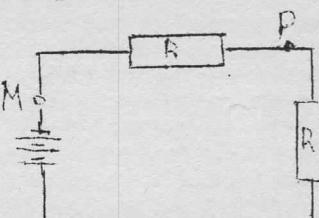
(заокружи слово испред тачног одговора)

a) најјача на месту M

b) најјача на месту P

v) исте јачине на месту M и P.

7. Вакарни проводник дужине 20 километара, попречног пресека 10 милиметара квадратних и специфичног отпора  $0,017 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$  има електрични отпор   . Нађи тај отпор а затим израчунати колики ће бити пад напона на крајевима тога проводника ако од пронута струју јачине 4 A.



Место за израчунавање

8. Колику количину електричитета може да произведе акумулатор у кулонима ако је његов капацитет 20 Ah.

Место за рачунање:

9. Колику електричну енергију утроши бојлер који при напону од 220 V има снагу 800 вати а прикључује се на тај напон 5 часова.

Место за рачунање

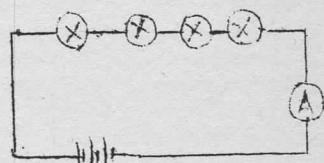
10. Када се у коло електричне струје укључи једна сијалица јачина електричне струје износи 0,8 A. Ако се у коло струје прикључе 4 такве сијалице као што је приказано на слици уз овај задатак јачина струје у колу биће: (Заскужи слово испред тачног одговора и образложи га да би одговор био потпун)

a) 0,8 A

b) 0,2 A

v) 0,6 A

g) 3,2 A



11. Израчунати снагу електричне грејалице чији је електрични отпор износи 88 ома. Грејалица се прикључује на напон од 220 V при чему кроз њу протиче струја јачине 2,5 A.

Место за рачунање

Одговор: Снага грејалице износи   .

12. Колико кса<sup>h</sup> може да се добије при претварању 100 kWh електричне енергије ако се зна да 1 J даје 0,24 cal топлоте?

Место за рачунање

Одговор: 100 kWh даје

13. Нацртај шему кола електричне струје са потребним мерним инструментима за одређивање електричног отпора сијалице. Обележи бројевима елементе кола па са стране обележи шта они представљају.

14. Нацртај коло електричне струје помоћу кога може да се провери I Китхофово правило. Елементе кола обележи бројевима па са стране напиши како се зову ти елементи:

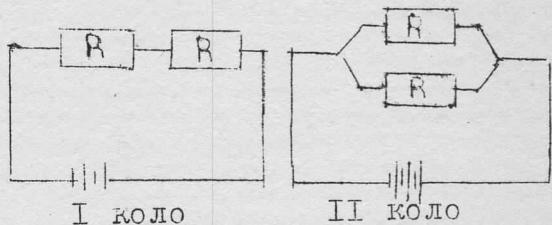
15. Два потпуно једнака отпора у првом колу везана су ~~паралелно~~ а у другом ~~паралелно~~ (види слику)

Које коло има већи електрични отпор и колико је он пута већи?

Одговор: Већи отпор има \_\_\_\_\_ коло.

Његов отпор је пута већи.

Рачунски доказ:



I коло

II коло

16. Допуни до потпуног и тачног одговора:

а) Електролиза је \_\_\_\_\_

б) При електролитичкој дисоцијацији соли се разлажу на \_\_\_\_\_ базе дисосују на \_\_\_\_\_ киселине дисосују на \_\_\_\_\_.

в) Укупни отпор паралелно везаних отпорника мањи је \_\_\_\_\_.

г) Струја има јачину од 1 А ако \_\_\_\_\_.

17. Рентгенови зраци су: (заокружи слово испред тачног одговора)

- а) јако продорни позитивни гасни јони.
- б) струја електрона велике брзине.
- в) ултраљубичести зраци који јако јонизују ваздух.
- г) невидљиви светлосни зраци мале таласне дужине.

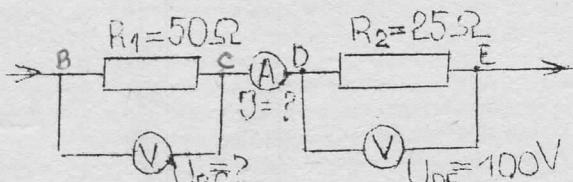
18. Основне особине Рентгенових зрака су: (Заокружи слово испред 2 тачна одговора)

- а) скрећу у електричном и магнетном пољу.
- б) јако су продорни и јонизују ваздух.
- в) врше хемијско и биолошко дејство.
- г) брзина им је два пута мања од брзине светlosti

1. Назиши називе јединица и наведи које се физичке величине са њима мере:

- F \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- As \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- W \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- V \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- VAs \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- cal \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- A \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- Ah \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- $\frac{V}{A}$  \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_
- $kW\cdot h$  \_\_\_\_\_ је јединица за мерење \_\_\_\_\_

2. Слика приказује један део струјног кола. Према подацима на слици одредите бројну вредност јачине струје коју ће показивати амперметар укључен у коло? Место за рачунање \_\_\_\_\_

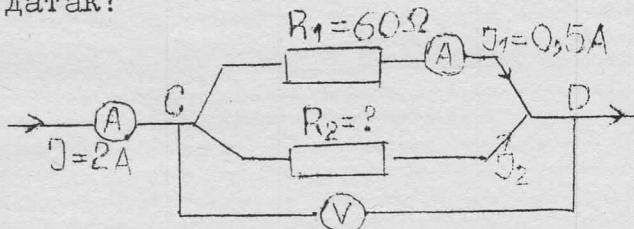


Одговор: Амперметар приказује струју јачине \_\_\_\_\_

3. Колики је напон који региструје волтметар укључен у тачкама В и С? Слика уз 2. задатак.

Простор за израчунавање:

4. Два отпорника су везана у коло струје према приложеној шеми. Амперметри приказују назначену јачину струје. Колику потенцијалну разлику приказује волтметар укључен између тачака С и D? Колика је вредност отпора  $R_2$  према подацима на слици уз овај задатак?



Одговор: Потенцијална разлика између тачака С и D износи \_\_\_\_\_. Електрични отпор  $R_2$  износи \_\_\_\_\_.

5. Израчунати снагу електричне грејалице чији је електрични отпор 440ома. Грејалица се прикључује на напон од 220 V при чему кроз њу протиче струја јачине 0,5 A.

Одговор: Снага грејалице износи \_\_\_\_ киловата.

Место за израчунавање:

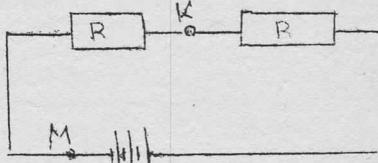
A-2

6. Енергија од  $1J$  у облику топлоте износи  $0,24 \text{ cal}$  (приближно), а енергија од  $10 \text{ kWh}$  у облику топлоте износи                 .  
Место за рачунање

7. Колику количину електричног тока може да произведе акумулатор капацитета  $10Ah$ ?  
Место за рачунање

8. Према приказаној шеми амперметар се веже у коло струје нај-пре на месту M па на месту K. Струја ће тада бити (заокружи слово испред тачног одговора):

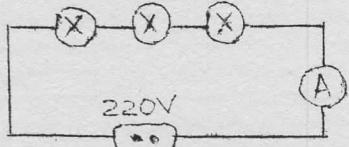
- a) најјача на месту M
- б) најјача на месту K
- в) исте јачине и на месту M и K.



9. Када је у коло струје укључена једна сијалица јачина струје износи  $0,6 \text{ A}$ . Ако се у то коло струје вежу три такве сијалице као што приказује слика уз овај задатак, амперметар ће приказивати јачину струје (заокружи слово уз тачан одговор)

- а)  $0,6 \text{ A}$
- б)  $0,3 \text{ A}$
- в)  $0,2 \text{ A}$
- г)  $0,4 \text{ A}$
- д)  $1,8 \text{ A}$

Место за рачунање



Ако си напамет израчунао образложи свој одговор да би био признат.

10. Колику електричну енергију утроши бојлер снаге  $1,5 \text{ kW}$  за 4 часа рада?  
Место за рачунање

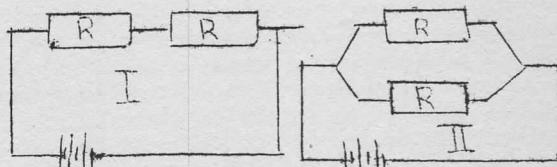
11. Бакарни проводник дужине  $10 \text{ km}$  и попречног пресека  $10 \text{ mm}^2$  има електрични отпор                 . Наћи тај отпор а затим израчунати колики ће бити пад напона на његовим крајевима ако се пропушта струја јачине  $2 \text{ A}$ .  
Место за рачунање

Одговор: Пад напона износи                 .

12. Два једнака отпора у првом електричном колу везана су редно а у другом паралелно. (Види слику уз овај задатак)

а) Које коло има мањи укупни отпор?

Одговор: Мањи електрични отпор има                  коло зато:                 



Колико је пута тај отпор мањи у односу на суседно коло? Израчунай и одговори:

A-3

13. Нацтрај коло електричне струје са инструментима за одређивање снаге сијалице. Сваки део кола обележи бројем па са стране напишши шта тај део представља:

14. Допуни до потпуног и тачног одговора:

а) При пропуштању струје кроз водени раствор  $CuSO_4$  према катоди се крећу \_\_\_\_\_ а према аноди \_\_\_\_\_.

б) Стална струја има јачину од 1 A ако при електролизи \_\_\_\_\_

в) Цул-Ленцов закон одређује \_\_\_\_\_

г) ПРОВОДНИК ИМА ОТПОР ОД 1 ОМА \_\_\_\_\_

д) Јачина струја је \_\_\_\_\_

15. Рентгенови зраци су: (заокружи слово испред тачног одговора)

а) струја електрона велике брзине.

б) како продорни позитивни гасни јони.

г) невидљиви светлосни зраци мале таласне дужине.

д) ултраљубичasti зраци који јонизују ваздух.

16) Особине катодних зрака су: (заокружи слово испред 2 тачна одг.)

а) због велике брзине јако су продорни

б) скрећу у електричном и магнетном пољу

в) када падну на ћелије разарају их.

д) мало су продорни иако достижу велике брзине.

17. Нацтрај коло електричне струје помоћу кога може да се провери прво Кирхофово правило. Поред кола напиши шта представљају поједини елементи.

18. Зашто служе отпорници?

19. Дечак је везао редно 50 сијалица намењених за напон од 4,5V па их је прикључио у коло електричне струје градске мреже чији је напон 220 V ? Да ли је то смео да уради? Образложи свој одговор?

Izvod iz "Normativa nastavnih sredstava"

VIII razred

I Elektricitet

148.	Pribor za nanelektrisanje tela trenjem (šipka od ebonita, stakla, polivinila, krvno i svila ) . . . . .	komplet	16
149.	Električno klatno . . . . .	komada	16
150.	Aparat za dobre i loše provodnike . . . . .	kompleta	16
151.	Elektroskop demonstracioni . . . . .	komada	16
152.	Pribor kojim se demonstrira da se elektricitet nalazi na površini provodnika . . . . .	komplet	1
153.	Faradejev kavez . . . . .	komad	1
154.	Probna kuglica- manja i veća . . , . . . . .	komada	2
155.	Lajdenska boca . . . . .	komad	1
156.	Franklinova tabla . . . . .	komad	1
157.	Lisnati kondenzator . . . . .	komad	1
158.	Aparat za električne linije sile . . . . .	komad	1
159.	Elektrofor . . . . .	komad	1
160.	Influentna mašina . . . . .	komad	1
161.	Izolovana postolja . . . . .	komada	2
162.	Pribor za Galvanijev ogled . . . . .	komplet	1
163.	Voltin elemenat . . . . .	komada	1
164.	Leklanšeov suvi elemenat (dovoljan broj) . . . .	komplet	1
165.	Olovni akumulator . . . . .	komad	1
166.	Baterija od 4-5 Ni-Fe akumulatora . . . . .	komada	5
167.	Zbirka provodnika sa bananskim utikačima (oko 30 komada u kompletu) . . . . .	kompleta	6
168.	Prekidači . . . . .	komada	16
169.	Miliampermeter do 60 mA za jednosmernu struju .	komada	16
170.	Ampermeter do 1A za jednosmernu struju . . . .	komada	3
171.	Miliampermeter 10 -0 -10 mA za naizmeniču struju	komada	2
172.	Voltmetar do 10 V za jednosmernu struju . . . .	komada	16
173.	Voltmetar za naizmeničnu struju . . . . .	komada	2
174.	Demonstracioni univerzalni instrumenti . . . .	komad	1
175.	Reostat sa čepovima . . . . .	komada	5
176.	Promenljivi otpornik do 10 oma . . . . .	komada	2
177.	Promenljivi otpornik od 30 oma . . . . .	komada	5

178. Otpornici do 50 omu . . . . .	komada 4
179. Otpornik sa klizačem od 1000 omu . . . . .	komad 1
180. Pribor kojim se pokazuje kako otpor zavisi od dužine, preseka i materijala provodnika . . . . .	komplet 1
181. Pribor kojim se demonstrira toplotno dejstvo struje komplet 1	
182. Aparat za verifikaciju Džulovog zakona . . . . .	komplet 1
183. Kolekcija električnih sijalica sa grlima na postolju kom. 16	
184. Voltin luk . . . . .	komad 1
185. Spirala od žice za otpore kojima se demonstrira uloga spiralnog oblika niti u sijalici . . . . .	komad 1
186. Model električne instalacije sa serijskim prekidačem kom.	1
187. Model električne instalacije u kući . . . . .	komad 1
188. Model elektrine instalacije sa unakrsnim prekidačem komad	1
189. Grejalica ( rešo ) . . . . .	komad 1
190. Model osigurača . . . . .	komad 1
191. Aparat za elektrolizu vode . . . . .	komad 1
192. Kruksova cev . . . . .	komad 1
193. Cev sa točkićem . . . . .	komad 1
194. Cev za pravolinijsko prostiranje katodnih zraka .	komad 1
195. Cev za skretanje katednih zraka u magnetnom polju .	komad 1
196. Cev za kanalske zrake . . . . .	komad 1
197. Sijalica za termoelektronsku emisiju . . . . .	komad 1
198. Diode i triode po 1 komad . . . . .	komplet 1
199. Rentgenova cev . . . . .	komad 1

## II. Magnetne pojave i magnetna dejstva struje

200. Prirodni magnet . . . . .	komad 1
201. Potkovičasti magnet . . . . .	komada 2
202. Magnetski štapovi . . . . .	garnitura 1
203. Magnetska igla . . . . .	komada 5
204. Kompas . . . . .	komada 1
205. Inklinatorijum i deklinatorijum . . . . .	komad 1
206. Pribor za demonstraciju magnetskih linija sile pravo- linijske struje . . . . .	komplet 1
207. Pribor za demonstraciju magnetskih linija sile kružne struje . . . . .	komplet 1
208. Pribor za demonstraciju magnetskih linija sile u solenoиду . . . . .	komplet 1

209. Demonstracioni transformator i elektromagnet sa po 2 kalema od 600 , 1200 i 2000 namotaja i po 1 kalemom od 300, 160 , 6 i 1 namotajem . . . . .	garnitura	1
210. Električno zvonce . . . . .	komad	1
211. Model telegrafa . . . . .	komad	1
212. Model automatskog osigurača . . . . .	komad	1
213. Aparat za dejstvo magneta na provodnik sa strujom kom.		1
214. Aparat za uzajamno dejstvo 2 provodnika sa strujom kom.		1
215. Model elektrometra . . . . .	komad	1
216. Model instrumenta za merenje sa obrtnim kalemom komad		1
217. Model instrumenta za merenje sa gvozdenim jesmom kom.		1
218. Model instrumenta za merenje sa mekanim gvožđem komad		1
219. Model instrumenta za merenje sa žicom za zagrevanje kom.		1

### III Elektromagnetna indukcija

220. Pribor za magnetnu indukciju . . . . .	komad	1
221. Pribor za elektroindukciju . . . . .	komad	1
222. Model generatora za naizmeničnu struju . . . . .	komad	1
223. Model generatora za jednosmernu struju . . . . .	komad	1
224. Pribor za prenošenje električne energije na daljinu komp.		1
225. Transformator za električno zvonce . . . . .	komad	1
226. Tinjalica . . . . .	komad	1
227. Demonstracioni transformator . . . . .	komad	1
228. Funkcionalni modeli trifaznih generatora . . . . .	komad	1
229. Pribor za obrtno polje . . . . .	komad	1
230. Radio slušalice . . . . .	komad	1
231. Rumkorfov varnični induktor . . . . .	komad	1
232. Mikrofon . . . . .	komad	1
233. Funkcionalni model telefona . . . . .	komad	1
234. Zvučnik . . . . .	komad	1
235. Selenski ispravljač od 20 V - 4 A . . . . .	komad	1
236. Pribor za elektromagnetske talase . . . . .	komad	1
237. Pribor za radio vezu - elementarno . . . . .	kompl.	1

### IV Elektromagnetne oscilacije

238. Promenljivi kondenzator ( 1 komad od 500 pF i 1 komad od 200 pF ) . . . . .	komad	1
---	-------	---

239.	Kondenzatori blok od 1.2 i $5\mu F$ do 250 V po 1 kom.	komplet	1
240.	Kristalni detektor . . . . .	komad	1
241.	Germanijum dioda . . . . .	komad	1
242.	Plijsmati kalemovi ed.60 do .40 namotaja po 2 kom.	komplet	1
243.	Ispravljач do 250 V - 14 A . . . . .	komad	1

#### VII Šeme ili slike ili dijapositivi po 1 komad

- 255. Presek električnog štednjaka
- 256. Bojler
- 257. Pegla sa automatskim regulatorom
- 258. Električni radijator
- 259. Mašina za pranje rublja
- 260. Električno zvonce
- 261. Telegraf
- 262. Šema trofaznog generatora
- 263. Električna centrala
- 264. Radiostanica
- 265. Telefon - Šema birača
- 266. Trioda
- 267. Reaktor

#### VIII Audio vizuelna sredstva

- 277. Dijafilmovi . . . . . komplet 1
- 278. Dijapositivi . . . . . serija 1
- 279. Nastavni filmovi . . . . . komplet 1



## L i t e r a t u r a

1. D.Ivanović : Fizika II -Elektromagnetika i optika
2. D.Mušicki : Uvod u teorijsku fiziku II
3. B.Durić i Ž.Ćulum: Fizika III deo Elektricitet i magnetizam
4. G,S.Landerbeg : Elementarnij učebnik fiziki
5. A.V. Periškin : Kurs fiziki III
6. A.V.Periškin i N.A. Rodina : Fizika za VII razred
7. A.V.Periškin i dr.: Fizika za VIII razred
8. G.Dimić i G.T.M.: Fizika za III razred gimnazije
9. G.Dimić i drugi: Fizika za VIII razred osnovne škole
10. S.Šljivić : Fizika za III razred gimnazije
11. F.Filipović : Metodika fizike za osnovnu školu.
12. I .Pavlov : Ogledi iz fizike
13. D.Bordjević : Zbirka zadataka iz fizike
14. Programi,zakoni i normativi.

