

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO - MATEMATIČKI FAKULTET
INSTITUT ZA FIZIKU

ПРИМЉЕНО У НОВИМ САДАМ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО:	20 АПР 2001
ОРГАНIZЈЕД:	Б Р О Ј
0603	9 / 115

DIPLOMSKI RAD

ELEMENTI ISTORIJSKOG PRISTUPA NASTAVI FIZIKE
У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ - ПРИМЕР НАУКЕ О
EЛЕКTRICITETU U VIII RAZREDU

Mentor:

Doc. dr Dušan Lazar

Student:

Dragana Dozet

Novi Sad, april 2001.

SADRŽAJ

UVOD.....	2
1. FUNKCIJA ISTORIJSKIH ELEMENATA U NASTAVI FIZIKE	4
2. POZIVANJE NA ZNAČAJNE ISTORIJSKE DOGADJAJE U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U ODGOVARAJUĆIM NASTAVNIM JEDINICAMA	8
2.1. ELEKTRIČNO POLJE	10
2.1.1. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Uzajamno delovanje nanelektrisanih tela. Nanelektrisanje tela. Odbijanje i privlačenje. Količina nanelektrisanja.	11
2.1.2. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Električna sila, Kulonov zakon. Pojam o električnom polju. Potencijal i napon. Merenje napona. Električni kapacitet. Kondenzatori, redna i paralelna veza.	18
2.1.3. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Električne pojave u atmosferi. Zaštita od visokog napona..	25
2.2. ELEKTRIČNA STRUJA	28
2.2.1. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Električna struja (uzrok nastanka i pojava kretanja čestica koje imaju nanelektrisanje). Jedinice električne struje. Merenje električne struje. Delovanje električne struje (magnetno, toplotno, svetlosno, hemski).	29
2.2.2. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Izvori električne struje (hemski). Napon izvora električne struje (EMS). Električni otpor (zakon električnog otpora). ...	32
2.2.3. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Omov zakon za deo i celo strujno kolo. Kirhofova pravila. Primena.	38
2.2.4. ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Rad i snaga električne struje. Džulov zakon.	42
3. PRIMERI PRIPREMA ZA ČAS BEZ I SA ISTORIJSKIM ELEMENTIMA.....	44
3.1. Uzajamno delovanje nanelektrisanih tela. Nanelektrisanje tela.....	46
3.2. Električne pojave u atmosferi. Zaštita od visokog napona.	63
Zaključak	80
Literatura	
Klučna dokumentacijska informacija	

U V O D

"Na svakom koraku hteli – ne hteli zapažamo da mi ni u kom slučaju ne vladamo nad prirodom tako kao što zavojevač vlada nad tujim narodom, kao nad bilo čim što se nalazi van prirode – već nasuprot, da se mi, svojim telom, krvlju i mozgom pokoravamo njoj i da se nalazimo unutar prirode, da se sva naša vlast nad njom sastoji u tome što mi, za razliku od svih drugih bića, umemo da savladamo i pravilno primenimo prirodne zakone. U samoj stvari, mi se svaki dan učimo da pravilno shvatimo njene zakone i da postižemo kako najbliže tako i najudaljenije posledice našeg aktivnog mešanja u njen prirodno – naučni hod.

Delimično, posle moćnoga pomeranja napred prirodnih nauka u našem stoleću, mi smo postali sve više i više sposobni da predvidjamo, a благодareći tome i da regulišemo najudaljenije posledice, u krajnjoj liniji naših najobičnijih proizvodnih procesa. I što u većoj meri to postaje činjenica, to će u većoj meri ljudi ne samo da osećaju, nego i da saznavaju svoje jedinstvo sa prirodom i time će postati nemoguća ta besmislena i protivbiološka predrasuda o nekakvom suprotstavljanju izmedju duha i materije, čoveka i prirode, duše i tela – predrasuda koja je ponikla u Evropi u vreme pada klasičnih starina, a koja je našla svoj viši razvitak u hrišćanstvu."

Ovim Engelsovim rečima otvaram vrata i upućujem dobrodošlicu svim budućim čitaocima ovog rada.

Pošto su prirodne nauke danas toliko napredovale, veoma je teško napisati rad u kome bi se našlo sve ono što bi moglo biti korisno kasnije u životu i radu čoveka. U takvoj situaciji, opredelila sam se za ono što je najbitnije iz nauke o elektricitetu u osnovnoj školi – primer osmi razred. Kad se predstavlja neki fizički zakon, onda ništa ne sme da se oduzme od njegove formulacije i obrazloženja, ali isto tako ništa ne može ni da se doda onome što je vezano za njegovo stvaranje. A kad je reč o stvaranju, ljudi su po svojoj prirodi znatiželjni. Odgovor na ovu ljudsku znatiželju daje istorija prirodnih nauka, koja je na žalost još uvek zanemarena u našoj zemlji, što se može argumentovati malim brojem kako prevedenih, tako i knjiga naših autora iz ove oblasti. Želela sam stoga da dam svoj skromni doprinos ovoj oblasti nauke.

Početni cilj ovog rada je bio da se osvetli funkcija korišćenja istorijskih elemenata u nastavi fizike. Kako bi ovo samo za sebe bilo isuviše suvoparno, onda je to odmah i ilustrovano na primeru nastave elektriciteta u osmom razredu osnovne škole. Tu su u konkretnim slučajevima dati primeri iz istorije fizike, a ujedno i analizirana njihova funkcija.

Prema tome, ovaj diplomski može da posluži i kao svojevrsan vodič za nastavnike.

Sama struktura ovog rada je sledeća:

- prvo poglavljje bavi se funkcijom istorijskih elemenata u nastavi fizike
- drugo poglavljje bavi se pozivanjem na značajne istorijske dogadjaje u proučavanju pojava vezanih za elektricitet u odgovarajućim nastavnim jedinicama
- završno treće poglavljje daje primere priprema za čas bez i sa istorijskim elementima.

Na kraju ovog uvoda, samo ću poželeti da uživate u čitanju ovog rada, isto onoliko koliko sam i ja dok sam ga pisala.

1. FUNKCIJA ISTORIJSKIH ELEMENATA U NASTAVI FIZIKE

Živeći i učeći od prirode, čovek se tokom svoje evolucije od pasivnog posmatrača razvio u aktivnog stvaraoca, koji za razliku od svih drugih bića ume da menja i prilagodjava prirodu i društvo svojim potrebama.

Kao rezultat čovekove aktivnosti, proizašle su brojne nauke, a među njima i fizika.

Fizika kao nauka predstavlja stalno rastući niz saznanja o prirodnim pojavama. Sadržaj i obim se stalno širi i razvija. Razvoj fizike kao nauke uslovljen je razvojem aparata koji omogućavaju da se "vidi" i ono što se prostim posmatranjem ne može videti. Isto tako razvoj društva postavlja odredjene zahteve pred nauke, čije rešavanje predstavlja imperativ određenog vremena.

Poznato je da je razvoj crne metalurgije u Nemačkoj pred Prvi svetski rat, doveo do pojačanog rada na zakonima zračenja, što je rezultiralo pojmom kvantne fizike. Takodje je iz potrebe za atomskom bombom u Drugom svetskom ratu počeo nagli razvoj nuklearne fizike.

Da se nauke, tako i fizika nisu izučavale, niti se danas izučavaju samo radi "sebe samih", potvrda je i to što su one postale bitan i važan elemenat školske nastave, dostupan široj publici.

Tako je na kongresu prirodnjaka u Meranu još 1905. godine postavljen zahtev da se fizika izučava kao poseban nastavni predmet.

Fizika kao nastavni predmet po svom sadržaju i obimu nije ekvivalentna sa sadržajem fizike kao nauke, ali mora biti u skladu sa njom. Fizika kao nastavni predmet stalno prati fiziku kao nauku, mada često teško zbog njenog brzog i burnog razvoja. Pošto je zadatak škole da upozna učenika sa osnovama nauke, sledi da je fizika kao nastavni predmet osnovni deo fizike kao nauke, odnosno da i u nastavi mora biti prisutna naučnost. Mada nastava obuhvata samo osnove nauke, te osnove moraju biti naučno tačne, naravno na onom stepenu razvoja nauke na kome se ona nalazi.

Odakle interes za istorijski razvoj nauke, tako i fizike?

Prerstanje nauke u prvorazrednu društvenu snagu izazvalo je jednu višestruko motivisanu reakciju – potrebu i želju za upoznavanjem sa njom. Po starom pravilu da potražnja sledi ponuda, interes za nauku stimulisao je pored ostalog i izučavanje njene istorije. Jedan od neophodnih načina je izučavanje njene biografije, jer sve što živi i razvija se ima svoje zakone i kontinuitet strukture.

Biografija nauke proteže se na nekoliko milenijuma i predstavlja hroniku najgrandioznijeg kolektivnog poduhvata čovečanstva i njegove daleko najduže permanentno progresivne aktivnosti.

U Parizu je još Ogist Kont (1798. – 1857.) predložio osnivanje katedre za istoriju nauke na Kolež d' Fransu i ona kao prva u svetu počela je sa radom 1892. godine.

Istorija fizike važna je za učenje fizike i spremanje budućih fizičara.

A "da bi se učinio korak napred, treba poći nekoliko koraka nazad".

(B. Brecht)

S obzirom da je sposobnost za kreaciju čovekov najveći dar koji se iskazuje celim bićem, sa njegovim vrlinama i manama, sa poletima i padovima, heroji nauke nisu polubogovi, već ljudi. Međutim, ova činjenica njihovo delo ne čini manje vrednim, već obratno. Njihova otkrića bi bila nemoguća kad bi greške bile zabranjene. Ako se podje od takvog stava, onda je istorija fizike višestruko korisna i interesantna, jer nam kazuje da je svaki naučnik ipak bio samo čovek koji je morao da prodje manje ili više trnovit put da bi došao do nekog otkrića. Neki su krenuli potpuno pogrešnim putem, neki dobrim, ali zbog opštih društvenih okolnosti, nedovoljnog tehničkog razvoja ili sopstvenog neznanja, ostajali su na tom putu čekajući da se desi "čudo". Za neke se čudo zaista desilo, a za neke ne.

Potvrda ovoga je i to što su neki empirijski zakoni morali čekati da se otkriju neki drugi na nižem nivou, jer postoji izvesna hijerarhija medju njima. Tako, na primer, toplota se nije mogla izučavati dok nije pronadjen i razvijen termometar, što je sa standardizacijom skale trajalo oko 150 godina (približno od 1600. do 1750.). Omov zakon nije mogao biti otkriven dok nisu postojali koncepti otpora, napona i struje, a koncept struje nije postojao dok nisu pronadjeni stalni izvori napona. Tek sa poznavanjem Omoveg zakona otvoren je put Džulovom zakonu o generaciji toplove pri proticanju elektriciteta kroz neki provodnik. Od Demokrita do otkrića elektrona i radioaktivnosti, kad stvarno počinje eksperimentalna atomska fizika, trebalo je da prodje dvadeset i dva veka.

Medutim, ima dosta dela o naučnicima – fizičarima u kojima se prečutkuju njihovi nedostaci, neuspesi ili čak sasvim normalne ljudske osobine i postupci. Potvrda toga su i brojni članci u naučnim časopisima koji nikada ne pišu o stvaralačkom putu i "ne daj Bože" nekom lutaju, već u najvećem broju slučajeva daju konačne rezultate lepo složene i obrazložene.

Činjenica da istorijski elementi kao deo istorije fizike još uvek nemaju dovoljno prostora u nastavnom gradivu, obašnjava se i tim što se školski udžbenici još uvek pišu kao jevandjelja, gde je sve stalo do večnosti i ni u šta ne sme da se sumnja, a materijala koji treba "uturiti" u mlade glave ima i previše, tako da ne ostaje mnogo mesta za neke izlete u istoriju.

Kada se govori o funkciji istorijskih elemenata u nastavi fizike, onda se uvek misli na one istorijske elemente koji će nastavni čas učiniti zanimljivijim, koji će doprineti boljem razumevanju zadatog problema, lakšem pamćenju lekcija i naravno, koji će da ukažu na to da su učenici mnogo saznali, ali da još mnogo toga može i treba da se sazna.

Da bi se ova funkcija u potpunosti zadovoljila, odnosno da bi istorijski elementi dobili svoje mesto u nastavi fizike, neophodno im je obezbediti adekvatan prostor i vreme u nastavnom gradivu.

Kako da istorija fizike, kao deo fizike, postane sastavni element nastave fizike?

Kao što nema kompletnih istorija, već se uvek bira ono što se smatra važnim, odlučujućim i karakterističnim, tako još uvek nema kompletног odgovora na ovo pitanje. Svaki mogući odgovor je još uvek samo teorijski predlog, koji nije u potpunosti potvrđen nastavnom praksom. Jedan od mogućih predloga je i onaj koji bi doveo do promene nastavnog plana i programa, kako u osnovnoj, tako i u srednjoj školi, a kojim se ne bi povećao nedeljni, odnosno godišnji fond časova. Ova promena nastavnog plana i programa obuhvatala bi reviziju, odnosno selektivniji odabir nastavnog gradiva, čime bi se sačuvale sve naučno nastavne i vaspitne vrednosti gradiva, a ostalo bi dovoljno prostora za prisustvo istorijskih elemenata u njima. Krajnji rezultat ove promene bilo bi stvaranje jednog kvalitetnog i novog načina obrade nastavnog gradiva, što je istovremeno i bio cilj ove promene.

Na osnovu iskustva starijih kolega, kao i činjenice da su istorijski elementi sve više prisutni u literaturi, u trećem poglavlju ovog rada pod nazivom "Primeri priprema za čas bez i sa istorijskim elementima", mada bez ličnog iskustva kao i prethodno navedene promene, pokušala sam da na konkretnim primerima pokažem kako se mogu koristiti istorijski elementi u nastavnom gradivu.

Međutim, sa istorijskim elementima, kao i sa drugim stvarima u životu ne treba preterivati, jer prevelika prisutnost istorijskih elemenata u nastavi fizike mogla bi odvući pažnju od ostvarivanja osnovnog cilja nastave fizike - upoznavanja fizičkih zakonitosti i pojava.

Na kraju treba reći da ukoliko u budućnosti bude postojala jaka želja, upornost, volja i rad, istorija nauke, ne samo istorija fizike, kao deo opšte istorije čovečanstva, postaće sastavni element školske nastave, a time će se stvoriti uslovi za kvalitetan i nov način obrade nastavnog gradiva.

**2. POZIVANJE NA ZNAČAJNE ISTORIJSKE
DOGADJAJE U PROUČAVANJU POJAVA
VEZANIH ZA ELEKTRICITET U
ODGOVARAJUĆIM NASTAVNIM
JEDINICAMA**

Cilj ovog poglavlja jeste osvrtanje na one primere iz istorije fizike vezane za oblast elektriciteta za koje smatram da su najpogodniji da nastavni čas učine što interesantnijim, a samim tim i probude što veće zanimanje kod učenika.

U ovom poglavlju su za svaku nastavnu jedinicu koja je vezana za oblast elektriciteta, a koju predviđa nastavni plan i program za VIII razred osnovne škole, izloženi i analizirani primeri iz istorije fizike.

Prilikom pisanja trudila sam se da ne izadjem iz okvira nastavnog plana i programa, ali sa tim što sam uvela istorijske elemente u odgovarajuće nastavne jedinice, automatski sam povećala obim gradiva predviđen za jedan nastavni čas. Stoga nastavnicima ostavljam izbor koje će istorijske elemente iskoristiti u redovnoj, a koje u dodatnoj nastavi.

NASTAVNA TEMA: *ELEKTRIČNO POLJE (5 + 3 + 0)*

NASTAVNI PLAN I PROGRAM PREDVIDJA:

- Uzajamno delovanje nanelektrisanih tela. Nanelektrisanje tela. Odbijanje i privlačenje. Količina nanelektrisanja (jedinica). (P) (1+1)
- Električna sila, Kulonov zakon. Pojam o električnom polju. Rad u električnom polju. Potencijal i napon (jedinica). Merenje napona. Električni kapacitet (jedinica). Kondenzatori, redna i paralelna veza. (P) (3+2)
- Električne pojave u atmosferi. Zaštita od visokog napona (1).

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Uzajamno delovanje naelektrisanih tela. Naelektrisavanje tela. Odbijanje i privlačenje. Količina naelektrisanja.

U obradi ove nastavne jedinice mogu se koristiti sledeći primeri iz istorije fizike:

- Razvoj pojave iz elektriciteta od antičkog perioda do renesanse
- Najznačajniji eksperimentatori XVII veka (Gerike i Bojl)
- Proučavanje elektriciteta u XVIII veku (Grej, Dife, Frenklin)

- Razvoj pojave iz elektriciteta od antičkog perioda do renesanse -

Nemoguće je tačno utvrditi kada počinje razvoj fizike kao nauke, ali neosporna je činjenica da su se još za vreme antičke Grčke uočavale brojne prirodne pojave vezane za ono što naučnici nekoliko vekova kasnije definišu kao elektricitet. To je, pre svega, munja, pražnjenje oko šiljastih predmeta, ribe koje proizvode električne šokove, privlačenje slame i drugih lakoćih predmeta natrlijanjih čilibarom, nazvanim čilibarskim efektom. Stari Grci su objašnjenje ovih pojava vezivali za bogove u koje su verovali.

Pripadnici jonske škole (Tales, Anaksimandrit, ...) smatrali su da postoji neka pramaterija (voda, vatra, vazduh, zemlja) iz koje nastaju sve prirodne pojave, a isti stav se javlja i u drevnom indijskom spevu *Mahabharata* i u kineskoj *Knjizi promena*, samo sa pet paelemenata (voda, vatra, drvo, metal, zemlja).

Tales (640. - 562.) je prvi uočio da protrljani ili zagrejani čilibar privlači luke predmete, pa su na osnovu toga izgradjeni prvi modeli koji su reprezentovali te pojave. Prvi modeli koji su reprezentovali kako električne, tako i magnetne pojave, bili su animistički i emanacijski modeli. Prema Talesu animistički modeli su ove pojave tumačili na osnovu postojanja duše u telima, dok su prema emanacijskim modelima ove pojave nastajale usled isticanja fine supstance iz tela (Empedokle, Demokrit, Lukrecije). Talesovim ogledima čilibar je dosta rano postao poznat na Srednjem istoku po svojim električnim osobinama, te su ga tako Sirijci zvali kamen *kradljivac*, a Persijanci *kradljivac slame* (karuba). Međutim, treba reći da je u antičkom periodu bavljenje elektriciteom, tako i magnetizmom, bila tek uzgredna pojava, jer je naukom dominirala mehanika. Pošto se u početku govorilo samo o privlačenju, bilo da je čilibar protrljan ili zagrejan (Tales, Diogen Laertski, Aleksandar Afrodizijski), zapaženo je da je privlačenje uvek ka čilibaru, dok je recipročnost uočena mnogo kasnije – radovima Bojla u XVII veku.

Pošto je poznavanje električnih pojava bilo nedovoljno da se nasluti neka veza izmedju njih, svakoj pojavi je traženo posebno objašnjenje i po mogućnosti tako, da bi se približila nekoj poznatoj pojavi koja je dovoljno bliska. Tako se verovalo da je munja zapaljeni veter koji izazivaju sudari oblaka koji sadrže klice vatre.

Na kraju treba reći da se u prvih deset vekova nove ere ništa posebno nije dešavalo u otkrivanju pojava iz elektriciteta, tako i magnetizma. Arapski mislioci ovog perioda nisu dali nikakav doprinos razvoju pojave iz elektriciteta, već su samo prihvatili antička shvatanja.

Pravi početak teorije elektriciteta i magnetizma predstavlja knjiga Vilijama Gilberta (William Gilbert, 1544. - 1603.) *O magnetu* (*De Magnete*), koja je objavljena 1600. godine. Osnovnu novinu predstavljalo je otkriće da Zemlja predstavlja jedan veliki magnet. Ostalo što ima da saopšti o magnetizmu bilo je praktično samo ponavljanje onoga što je pre njega Marikur već učinio. Mnogo veći doprinos ovog dela je u oblasti elektriciteta. Gilbert tela koja trljanjem stiču sposobnost da privlače luke predmete naziva električnim telima i navodi brojna tela koja imaju to svojstvo (smola, sumpor, staklo, vuna, drago kamenje,...). Takodje, on nalazi da ima niz supstanci koje trljanjem ne postaju električne, kao što su :metali, kosti, drvo, itd. Ova tela Gilbert naziva neelektričnim telima.

Za ispitivanje privlačenja, jer jedino njega registruje, konstruiše prvi elektroskop koji mu je omogućio da uoči osnovne razlike izmedju magnetizma i elektriciteta. Tako naglašava da se električna svojstva izazivaju trljanjem tela i da električno dejstvo može biti samo privlačno, dok su magnetna svojstva immanentna telu i magnetno svojstvo može biti i privlačno i odbojno, a tela ne mogu izgubiti svoje magnetne osobine. Međutim, treba reći da su ova Gilbertova shvatanja elektriciteta i magnetizma nailazila na veliki otpor, kao i kritike savremenika, jer je u to vreme uticaj aristotelovaca bio ogroman.

Najveća zasluga Gilberta smatra se uvodjenje eksperimentalne metode čime započinje nova epoha u fizici, u kojoj će ona ubrzo postati egzaktna, tj. tačna nauka.

- Najzanačajniji eksperimentatori XVII veka (Gerike i Bojl) -

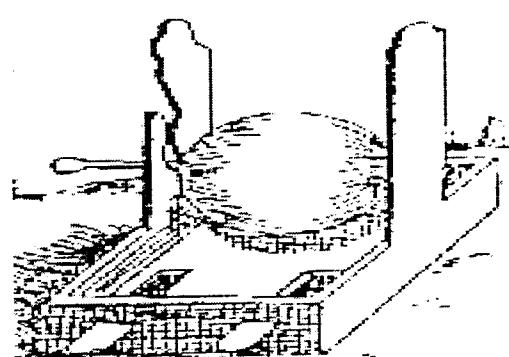


Slika 1. Oto Gerike (1602.-1686.)

U pogledu razvoja pojave iz elektriciteta, za XVII vek se slobodno može reći da je bio vek "zatišja pred buru", jer ako ne računamo Gilberta, Gerikea i Bojla ništa značajno nije postignuto ni u elektricitetu, ni u magnetizmu.

Oto Gerike (Otto von Guericke) rodjen je 20. novembra 1602. godine u Magdeburgu. Od petnaeste godine, Gerike je pohađao univerzitet, najpre u Lajpcigu, a zatim u Helmštatu, Jeni i Lajdenu. Studirao je prava, a zatim odlazi u Lajden da studira matematiku i mehaniku. Po završetku studija Gerike sa oženio i počeo da radi u opštinskoj službi svog rodnog grada. Proučavao je električne pojave, a interesovala ga je i astronomija. Najviše ogleda izveo je iz atmosferskog pritiska, te stoga njegovo ime ostaje vezano za šmrk za razredjivanje vazduha, dakle za proizvodnju vakuma.

Gerikeov najznačajniji doprinos instrumentaciji u elektricitetu bila je preteča elektrostatičke mašine. Ova "mašina" bila je vrlo primitivna.



Slika 2. Preteča elektrostatičke mašine

Sastojala se od sumporne lopte na drvenoj osovini oko koje rotira, i na čijoj površini se trenjem pomoću ruke proizvodi statički elektricitet. Zbog mogućnosti

dobijanja veće količine elektriciteta pomoću ove "mašine" stvoreni su preduslovi za nova eksperimentalna istraživanja. Tako je ovaj izvor elektriciteta omogućio Gerikeu da uoči i registruje brojne pojave, kao što su elektrizacija, električno odbijanje pomoću šiljkova, prostiranje elektriciteta, pražnjenje i fosforescencija, ali zbog svoje nezainteresovanosti on ih ne izučava i ne povezuje, te tako ne doprinosi daljem razvoju pojava iz elektriciteta.

Bojl (Robert Boyle, 1627. – 1691.) čini veliki doprinos na ovom polju, iako to nije posebno zapaženo time što uočava da se električna i magnetna sila ne smanjuju kada se iz prostora u kome one deluju evakuiše vazduh. Na osnovu ogleda u kome je parče čilibara koje je visilo na svilenom koncu trijač jastučićem od vunene tkanine, zapazio je da se prilikom primicanja jastučića čilibaru, čilibar pomera ka njemu, kao i da nakon odmicanja, čilibar sledi jastučić do izvesne udaljenosti. Tako je Bojl prvi utvrdio recipročnost električnih privlačenja.

- Proučavanje elektriciteta u XVIII veku (Grej, Dife, Frenklin) -

XVIII vek predstavlja vek sakupljanja naučnog materijala, ali se u njemu otkrivaju i neki od fundamentalnih zakona iz elektriciteta. To je vek u kome se ideja o mehaničkoj interpretaciji svih prirodnih pojava i procesa pretvara u dogmu.

Da se tela mogu nanelektrisati ne samo trenjem, već i dodirom sa drugim nanelektrisanim telima, prvi je primetio Grej (Stephen Gray, 1670. – 1736.).

Tako on 1729. godine otkriva pojavu kretanja elektriciteta – elektricitet može da se prenosi iz jednog tela u drugo. Naime, do tada se znalo samo za statički elektricitet. Grej eksperimentiše sa staklenom cevi koja je bila začepljena sa oba kraja čepovima od plute. Kada je nanelektrisao ovu cev primetio je da zapušači od plute odbijaju paperje, iz čega je zaključio da je pluta nanelektrisana i bez trenja usled dodira sa nanelektrisanom staklenom cevi. Kad je potom Grej začepio staklenu cev drvenim štapom dužine staklene cevi, zapazio je da se nanelektrisao ceo štap. Na osnovu ovih eksperimenata on je došao do zaključka da se dodirom sa jednim nanelektrisanim telom mogu nanelektrisati i druga tela, pa i ona za koja je Gilbert smatrao da se uopšte ne mogu nanelektrisati, kao npr. metali kod kojih se elektricitet brzo rasprostire po celoj njihovoj površini kad su u dodiru sa nekim nanelektrisanim telom.

Ime koje se neposredno nadovezuje na rade Greja i tokom 1733. i 1734. godine podnosi šest saopštenja Akademiji nauka u Parizu, koje dopunjuje sa još dva saopštenja 1737. godine je Dife (Charles Francois de Cisternais du Fay, 1698. – 1739.).

Njegovo prvo saopštenje Akademiji nauka sadržavalo je istorijski pregled razvoja elektriciteta od Gilberta do Greja.

Drugo saopštenje govori o tome koja se tela mogu nanelektrisati. On ovde izlaže oglede na osnovu kojih je zaključio da se "sva tela" mogu nanelektrisati. Utvrđio je da se neka tela ne mogu nanelektrisati trljanjem, a to su metali, tečnosti i meka tela, ali se ona mogu nanelektrisati kada im se prinesu tela nanelektrisana trljanjem.

Kao i Grej, tako je i Dife zaključio da se osim trenjem, tela mogu nanelektrisati i dodirom sa dugim nanelektrisanim telima. Da su ova dva čoveka odigrala važnu ulogu u razvoju pojave iz elektriciteta, potvrda je i to što su oni zaslužni za otkriće, odnosno podelu materijala na provodnike i neprovodnike (izolatore).

Tako Grej u eksperimentu u kojem žicu pokušava da postavi horizontalno i veša je za drugu žicu koja je bila zakačena za klin ukovan u gredu na plafonu, zapaža da nema prenošenja "električnog svojstva". Međutim, on ne zna za razlog zašto prenošenja nema, te smatra da ne treba da horizontalno veša šipku, već da traži veću visinu. Nakon toga sastaje se sa članom Kraljevskog društva - sveštenikom Vilerom uz čiju pomoć izvodi eksperiment u kojem koristi zvonik visok 34 stope.

Pošto je eksperiment bio uspešan, oni su pokušali da utvrde prenošenje električnih osobina kada je žica u horizontalnom položaju. S obzirom da Grej već imao iskustva sa ovakvim eksperimentom koji je bio neuspešan, kao i to da je znao osobine pojedinih materijala, on tada predlaže da kao nosač upotrebe sviljeni konac. Tada oni vešaju žicu dugu 80,5 stopa i nalaze da se "električna sposobnost" prenosi i horizontalno. Dužinu žice povećavaju i eksperiment uspeva, sve dok jednom konac nije pukao pod teretom. Zamenjuju ga prvo železnom žicom koja takodje puca pod teretom. Zatim koriste nešto deblju mesinganu žicu, koja podnosi teret, ali iako je cev bila dobro natrljana nije bilo nikakvog privlačenja.

Tada su oni zaključili da su njihovi predhodni uspesi isključivo zavisili od toga što su nosači bili od konca, a ne od toga što su bili tanki, jer kad efluvi um dodje do nosača od žice ili kanapa, on preko njih odlazi do dasaka, a ne nastavlja dalje žicom.

Tako na osnovu pojave kretanja elektriciteta oni konstatuju da neki materijali prenose, a neki ne prenose električnu osobinu ili električni efluvi um nalaze da se materijali mogu podeliti u dve grupe:

- jedne koji odvode elektricitet, kao što su neki metali
- druge koji ne odvode elektricitet, kao što su svila, kosa, smola i staklo.

Tek kasnije ovi materijali dobijaju nazive provodnici i izolatori.

Nekoliko godina kasnije nakon radova Greja, Dife u trećem saopštenju Akademiji nauka u Parizu nastavlja sa definisanjem razlika koje je još Gilbert

uočio, izmedju dve klase materijala koje će kasnije dobiti naziv provodnici i izolatori.

1733. godine objavljeno je njegovo četvrto saopštenje, pod naslovom *O privlačenju i odbijanju električnih tela*. U tom saopštenju se po prvi put kvalitativno formulisu zakonitosti medjusobnog ponašanja nanelektrisanih tela. Dobra strana Difeovog rada je u tome što je na osnovu rezultata ogleda nastojao da dodje do nekih empirijskih uopštavanja, kao i to što je i sam eksperimentisao.

Dife je prvi došao do zaključka da kad se neko telo nanelektriše, onda se njegovi delovi, ukoliko su dovoljno laki, medjusobno odbijaju. Koristeći tu pojavu, putem eksperimenta u kome pričvršćava na jednu železnu šipku nekoliko konaca od svile, pamuka, vune i lana i kojoj približava natrlijanu staklenu cev on proverava da li ima razlike u stepenu nanelektrisanja raznih tela. Na osnovu ovog ogleda on konstatuje i postavlja pitanje koje нико do tada nije formulisao: "Nanelektrisana tela su odbijena od onih tela koja su ih nanelektrisala, ali da li će ih odbijati i ostala električna tela drugih vrsta?".

Kao odgovor na ovo pitanje, Dife nalazi da ako se zlatni listić nanelektriše i odbije stakлом, njega privlače smolaste materije i obratno. Naravno, sledeći bitan korak se svodio na pitanje da li se jednom istom telu mogu preneti obe vrste elektriciteta. Svojim eksperimentima Dife je pokazao da se obe vrste elektriciteta mogu preneti na "neelektrično" telo.

Rezultat ovih njegovih eksperimenata je bio da postoje dve vrste elektriciteta, te jedan naziva elektricitet staklastim, a drugi smolastim, kao i to da za svaku vrstu elektriciteta važi da se tela nanelektrisana jednom od njih medjusobno odbijaju.

Ovu zakonitost previdja Bendžamin Frenklin (Benjamin Franklin, 1706. – 1790.), kada 12 godina kasnije počinje sa istraživanjima elektriciteta. Nešto više o životu i radu Frenklina reći ću kasnije u nastavnoj jedinici: "Električne pojave u atmosferi. Zaštita od visokog napona".

Frenklin je razvio model jednog električnog fluida koji prožima celokupnu običnu materiju. Prema tom modelu se čestice električnog fluida medjusobno odbijaju, a kako se privlače sa česticama obične materije. Takođe, prema ovom modelu, telo može da sadrži određenu količinu električne materije, pa se višak koji dobija spolja rasporedjuje po površini formirajući "električnu atmosferu". Na osnovu ovoga, pozitivno nanelektrisana tela se medjusobno odbijaju zbog odbijanja njihovih "atmosfera", dok se negativno nanelektrisana tela zbog manjka električne materije, odnosno odsustva "električne atmosfere" ne odbijaju.

Medjutim, ovim se Frenklinov model ruši, jer njime ne može da objasni pojavu odbijanja negativno nanelektrisanih tela koju je eksperimentalno registrovao. Iako ovaj model nije bio uspešan, značajno je to što Frenklin sa njim prvi put uvodi pojam pozitivnog i negativnog nanelektrisanja.

Pri tome je staklu pripisao sposobnost da se naelektriše pozitivno. A kako je smatrao da se pri naelektrisavanju "električna materija" ne stvara, već samo raspodeljuje, kada se jedno od tela naelektriše pozitivno, ostala tela naelektrišu se negativno. Tako je Frenklin prvi uveo pojam pozitivnog i negativnog naelektrisanja, a Dife, kao što sam ranije navela, pojmove dve vrste elektriciteta.

Takodje, Dife je zaslužan i za razvoj prvih instrumenata za merenje elektriciteta, a takodje prvi dokazuje provodljivost plamena i pomoću njega demonstrira pražnjenje. Dife je izvodio i paradne oglede, a medju njima spada i ogled u kojem on izvlači varnicu iz živih bića. Veliki utisak ostavljala je varnica koja skače sa deteta koje je izolovano pa naelektrisano.

Zahvaljujući radovima Greja i Difea u roku od pet godina zaokružuju se osnovne kvalitativne zakonitosti ponašanja naelektrisanih tela.

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Električna sila, Kulonov zakon. Pojam o električnom polju. Potencijal i napon. Merenje napona. Električni kapacitet. Kondenzator, redna i paralelna veza.

U obradi ovih nastavnih jedinica mogu se koristiti sledeći primeri iz istorije fizike:

- Gilbertov rad
- Razvoj elektriciteta u XVIII veku (Kulon, Kevendiš, Poason, Mušenbruk, Kineus, Nole, Klajst, Epinus)

- Gilbertov rad -

Mada sam u prethodnoj nastavnoj jedinici pod naslovom: "Uzajamno delovanje nanelektrisanih tela. Nanelektrisavanje tela. Odbijanje i privlačenje. Količina nanelektrisanja", već izložila celokupan Gilbertov rad, ovde će spomenuti samo ono što je značajno za ove nastavne jedinice.

Gilbert je 1600. godine u svojoj knjizi *De Magnete* istakao razliku izmedju privlačenja koje vrši magnetna ruda i privlačenja koje vrši čilibar, kad se protvija vunenom tkanim. Takođe, on je putem ogleda utvrdio da se ovakva privlačna sila javlja i kad se protviju neka druga tela, kao npr. sumpor, staklo, smola, itd.

Ovu privlačnu силу која настаје trenjem tela, Gilbert je 1630. godine назвао električnom силом (vis electrica), а тела дovedена у то стање назвао је električним телима (corpora electrica) према грчкој реци elektron, која служи као назив чилибара.

- Proučavanje elektriciteta u XVIII veku (Kulon, Kevendiš, Poason, Mušenbruk, Kineus, Nole, Klajst, Epinus) -

Kao što je ranije spomenuto već početkom XVIII veka radovima Gilberta, Greja i Difea bile су utvrđene основне чинjenice tzv. statičkog elektriciteta. Sada je još trebalo utvrditi kolika je jačina sile kojom se privlače ili odbijaju dve količine elektriciteta. Odgovor na ово пitanje dao је francuski физичар Kulon.

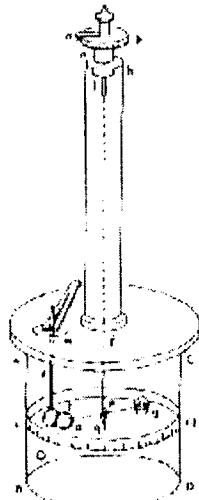
Kulon (Charles Augustin Coulon, 1736. - 1808.) је bio sin правника из Langedoka, инспектора краљевских имања. Одусељен математиком уписује и завршава студије – инженерску школу у Meziju. Као поручник - инженер, стиже у

Port – Rojal na Martiniku gde rukovodi izgradnjom utvrđenja koja je porušila Britanska flota. Na tom mestu ostaje osam godina i uspeva da spremi dva obimna rada koja su visoko ocenjena kada ih po povratku u Pariz podnosi Akademiji nauka. Iako u Francuskoj živi nomadskim životom oficira, uspeva da piše radove, te tako kada Akademija u Ruenu raspisuje konkurs "Kako ukloniti veliki kamen na dnu Sene?", projektuje podvodnu komoru tako dobru, da rad ne šalje u Ruen, već Akademiji nauka u Parizu. Nakon ove publikacije, koja postaje inženjerski bestseler i doživljava četiri izdanja, Kulon postaje dopisni član Akademije nauka 1774. godine. Kada 1777. godine Pariska Akademija nauka raspisuje konkurs sa temom o trenju pri klizanju i kotrljanju, otporu pri savijanju i primeni rešenja ovih problema na jednostavne mornaričke sprave, Kulon dobija nagradu, a njegove formule ulaze u priručnike. Za poslednji konkurs koji raspisuje Akademija, Kulon razvija torzionu vagu i 1784. godine podnosi Akademiji rad pod nazivom: "Teorijsko i eksperimentalno istraživanje sila torzije i elektriciteta metalnih žica".

Radeći na konstruisanju brodskog kompasa Kulon razvija torzionu vagu koja će mu poslužiti za merenje sile medju nanelektrisanim kuglicama.

Prva torziona vaga koju je Kulon konstruisao sastojala se iz:

- namagnetisane čelične šipke obešene svilenim koncem pri dnu, podeljenom u dva kraka;
- jezička, koji je bio uravnotežen protuteretom i mogao da se posmatra kroz povećalo, tako da pokazuje otklone od nekoliko lučnih minuta.



Slika 3. Kulonova torziona vaga za merenje električnih sila

Medjutim, ubrzo nakon konstrukcije ove vase uočene su njene brojne nestabilnosti, te tako Kulon nastavlja dalje sa njenim usavršavanjem, što ga navodi na izučavanje torzije, kojom se bavi narednih osam godina, pre nego što je primeni na merenje električne i magnetne sile. Njegovi eksperimenti su bili zasnovani na merenju torzionog momenta u funkciji dužine i dijametra žice, ugla njenog zavrtanja, kao i samog materijala.

1781. godine Kulon završava izučavanje torzione vase, koju posle toga primenjuje na merenje električne i magnetne sile i o tome podnosi Akademiji nauka sedam radova u periodu od 1785. – 1791. godine.

Da je Kulon bio pravi čovek za posao koji tokom nekoliko decenija niko drugi nije mogao da uradi, svedoče i potvrđuju brojni faktori koji su uticali na ishod njegovih istraživanja.

Pre svega treba reći da kad je počinjao rad na elektricitetu, već je iza sebe imao dug staž u praksi, dobro je poznavao instrument – torzionu vagu, te je tačno znao šta sa njom može, a šta ne. Što je najvažnije, bio je oprezan, temeljan i savestan.

U periodu od 1785. do 1791. godine Kulon je, kao što sam ranije navela, podneo sedam radova o zakonu sile Akademiji nauka, a ovde ću navesti samo prva dva.

Prvi rad

Kulon ga objavljuje 1785. godine. Koristi torzionu vagu za merenje električne sile. Meri silu izmedju dve kuglice od zovine srži, dijametra oko 5 mm. One se prvo nanelektrišu, a zatim jedna udalji od druge za ugao od 36 stepeni. Zatim se zavrće torzioni mikrometar na vrhu vertikalne cevi. Posmatra se koliko treba zavrnuti žicu da bi se kuglice približile na polovicu, pa zatim na četvrtinu ugaone udaljenosti.

Kulon nalazi da je približavanjem kuglica za faktor dva, ugao torzije povećan četiri puta, dok je smanjenjem na četvrtinu ugao torzije povećan 16 puta. To daje silu obratnu kvadratu udaljenosti.

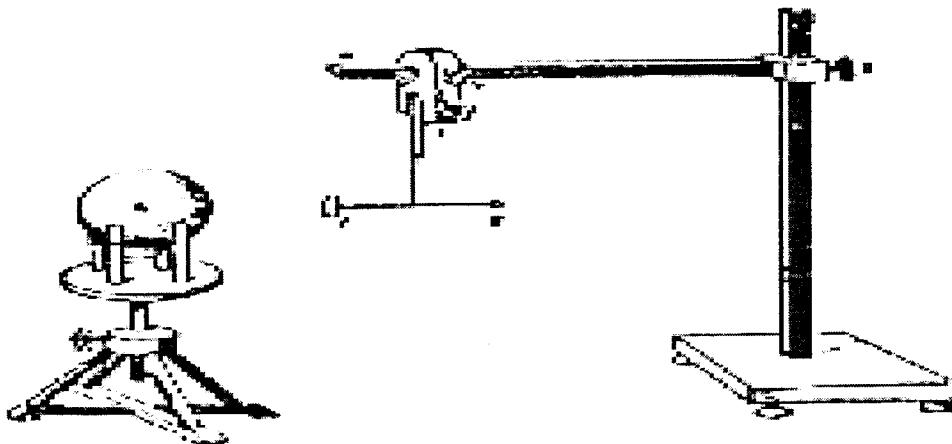
Može se slobodno reći da je 1785. godina, godina otkrića Kulonovog zakona elektrostatičke sile: dve nanelektrisane kugle se privlače ili odbijaju silom koja je srazmerna proizvodu njihovih količina nanelektrisanja, a obrnuto srazmerna kvadratu međusobnog rastojanja.

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

Ovaj obrazac pokazuje da izmedju Kulonovog zakona i Njutnovog zakona gravitacije postoji formalna sličnost, jer su oba zakona izražena u istom matematičkom obliku. To znači da se dva slobodna tela nanelektrisana raznoimenim elektricitetom privlače i kreću po istim zakonima, po kojima se privlače i kreću dve mase u vasioni.

Drugi rad

Kulon umesto torzione vase za eksperimentalno izvodjenje svoga zakona sada koristi dinamički metod oscilacija. Sad je izvodjenje eksperimenta lakše, ali je interpretacija eksperimenta teža. Ovde on horizontalnu iglu obešenu o konac usmerava ka centru sfere, koja na kraju prema samoj sferi ima malu ploču nanelektrisanu suprotno od nanelektrisanja sfere. Kada pomera iglu iz stabilnog položaja, ona počinje da oscilira, a on tada meri broj oscilacija za dano vreme u funkciji udaljenosti. Greške pri merenju su bile od 2 – 5 %. Međutim, merenje sa magnetima je bilo složenije, jer magneti imaju dva pola, a na merenje utiče i Zemljin magnetizam. Kulon je u ovim merenjima koristio tanku magnetnu iglu dugu 60 cm, i odredio je da se polovi nalaze oko 2 cm od krajeva magneta.



Slika 4. Uredjaj za merenje sile metodom oscilacija

Kulon je svojom širom obradom zakona sile stvorio empirijsku osnovu za teorijsku obradu raspodele nanelektrisanja i namagnetisanja, a odatle se moglo preći na polja izmedju njih.

Pre nego što nastavim sa daljim izlaganjem vezanim za pojам potencijala, htela bih da naglasim da je ovaj prethodno izloženi Kulonov rad preopširan za jedan školski čas, ali je svakako interesantan da se iskoristi za bilo koji drugi vid dodatne nastave.

Potencijal

Koncept potencijala, čiji razvoj traje blizu jednog veka, počinje da se nameće u Kleroovim izučavanjima ravnoteže tečnosti. Jedna čestica tečnosti, koja se nalazi na površini, neće se kretati duž nje, ako duž površine ne deluje nikakva sila.

To matematički može da se izrazi nekom funkcijom V koja definiše površinu, tako da je njen izvod jednak komponenti sile duž smera izvodjenja. Slična situacija postoji i u jednom električnom provodniku, gde čestice pokretljivog fluida zauzimaju takav raspored, da na njih ne deluje nikakva sila duž smerova kojima bi moglo da se kreću. Tada se one nalaze na jednoj površini duž koje je potencijal konstantan, jer po definiciji, ako bi duž nje negde

postojala razlika potencijala, to bi značilo da sila nije jednaka nuli i čestice nebi bile u ravnoteži. Ovakva površina se naziva *ekvipotencijalna*.

Od ranije u mehanici je bila poznata tzv. Laplasova jednačina koja opisuje ekvipotencijalne površine.

Elektrostatički potencijal 1771. godine prvi definiše Kevendiš (Henry Cavendish, 1731. – 1810.). Ovaj neobični čovek, koji je ujedinio u sebi tri osobine koje retko idu zajedno – talenat, bogatstvo i povučenost – veliki deo svojih istraživanja ne objavljuje, ali u jednom jedinom radu iz elektriciteta (koji izlazi u *Philosophical Transactions*), definiše “stepen elektrizacije”.

Ako se dva nanelektrisana provodnika, različitog oblika ili veličine povežu provodnom žicom, imaće različito ukupno nanelektrisanje, ali će im stepen elektrizacije biti isti.

Pošto se u istoriji fizike uvek napominje da je Kevendišov doprinos nauci mogao biti i veći da nije bio toliko povučen, treba naglasiti da otkrića koja naučnik “sačuva za sebe”, ne koriste čovečanstvu.

Kao rezultat Kulonovih izučavanja, raspodele gustine nanelektrisanja po provodniku, kao i ukupnog nanelektrisanja, formulisana je Poasonova jednačina.

Poason (Denis Poisson, 1781. - 1840.) Laplasovu jednačinu primenjuje na elektrostatiku dajući je u opštijem obliku:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -4\pi\rho$$

gde je:

ρ - gustina nanelektrisanja u maloj zapremini oko posmatrane tačke.

Gaus (Carl Friedrich, 1777. - 1855.) je razmatrao osobine funkcije V i nazvao je potencijalom. On je postavio princip po kome je funkcija V suma količnika nanelektrisanja ili namagnetisanja i odgovarajućih rastojanja od posmatrane tačke tj.:

$$V_e = \sum \frac{q}{r} \quad V_m = \sum \frac{m}{r}$$

1839. godine Gaus je u radu pod nazivom *Opšta teorija privlačnih i odbojnih sila koje su obrnuto srazmerne kvadratu rastojanja* razradio opštu teoriju potencijala i formulisao teoremu koja kaže: fluks električnih linija sile kroz ma koju zatvorenu površ, srazmeran je količini nanelektrisanja unutar te površine:

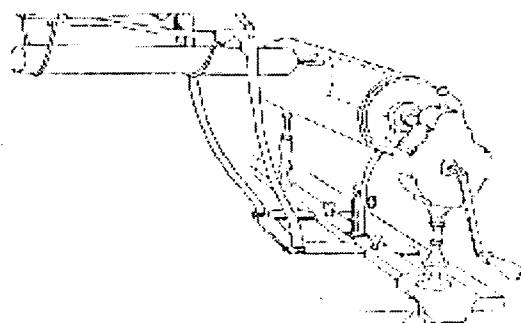
$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot q$$

Mada je ovo izlaganje detaljno i na višem nivou nego što se traži i može predavati na času, smatram da je potrebno, kako bi se dobio kompletan pogled na istorijski razvoj.

Kondenzatori

Danas znamo da se uredjaji (sistemi provodnika) kojima se električni kapacitet može znatno povećati nazivaju kondenzatori. Njihovo stvaranje počinje četrdesetih godina XVII veka.

Jedan od prvih instrumenata koji je akumulirao veće količine statičkog elektriciteta bila je tzv. "električna mašina" koja je ustvari predstavljala poboljšanu konstrukciju Gerikeovog uredjaja. Umesto sumporne lopte koristi se stakleni valjak, umesto ruke za proizvodnju elektriciteta uvedeni su trljači, a veća brzina rotacije obezbedjena je pogonskim koturima sa kaišem.



Slika 5. Električna mašina

Drugi je "lajdenska boca", tj. prvi kondenzator, koji je konstruisao 1746. godine, Mušenbruk (Pieter van Musschenbroeck, 1692. - 1761.). Do njenog otkrića došlo je slučajno.

Otkriće lajdenske boce pripisuje se Mušenbruku - profesoru fizike, iako se smatra da je nešto ranije do istog otkrića došao fon Klajst (Ewald Georg von Kleist, 1700. - 1748.) sveštenik iz Kamina.

Svoje proučavanje Mušenbruk je počeo od pitanja da li će se elektricitet manje gubiti u zatvorenoj vazi, nego na slobodnom vazduhu. Verovao je da će se voda mnogo bolje nanelektrisati ako se stavi u staklenu bocu.

To je eksperimentom pokušao da proveri, ali nije dobio željene rezultate, jer se voda nije nanelektrisala više nego u nekom plitkom čanku. Slučajni posmatrač po imenu Kineus, koji je prisustvovao ovom ogledu, ponovio ga je uz jednu slučajnu izmenu. U boci koju je držao u ruci nalazila se metalna žica koja je dopirala do provodnika mašine. Kad je udaljio bocu od provodnika i drugom rukom uhvatio žicu, osetio je jak udar. Primetivši ovo, Mušenbruk ponavlja Kineusov ogled i o tome pismeno obaveštava 1746. godine slavnog Reomira u Parizu. Za ovo doznaje opat Nole i uvodi naziv lajdenska boca.

Klajst jednom prilikom, ne zna se zašto, stavlja železni klin u bokal i držeći bokal u ruci primiče klin električnoj mašini. Kad je drugom rukom dohvatio klin osetio je jak udar. Efekat se povećavao kad se u bokal sipao alkohol ili živa.

Medutim, o tome obaveštava Berlinsku akademiju posle Mušenbruka, te se ovaj vodi kao pronačač lajdenske boce. Ovo je upravo primer koji potvrđuje prethodni komentar vezan za Kevendiša, da ukoliko se otkriće sačuva za sebe ili ne objavi na vreme nema nikakav značaj.

Istorijski razvoj kondenzatora završava se radovima Epinusa, koji je 1760. godine pronašao elektrinu influenciju, tj. pojavu da se električni provodnici ili konduktori mogu nadelektrisati kad se nalaze u blizini nekog električnog tela. Na ovoj pojavi zasnovani su električni kondenzatori.

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Električne pojave u atmosferi. Zaštita od visokog napona.

U obradi ove nastavne jedinice može se koristiti sledeći primer iz istorije fizike:

- Frenklinov rad

- Frenklinov rad -

Kao što sam već spomenula u nastavnoj jedinici: "Uzajamno delovanje nanelektrisanih tela. Nanelektrisanje tela. Odbijanje i privlačenje. Količina nanelektrisanja", naučnici su već u prvoj polovini XVIII veka znali sve osnovne činjenice vezane za statički elektricitet. Takođe, u ovoj nastavnoj jedinici detaljno sam izložila prvu hipotezu o elektricitetu koji je postavio 1747. godine Bendžamin Frenklin, uz obećanje da će nešto više o njegovom životu i radu reći upravo u ovoj nastavnoj jedinici.

Bendžamin Frenklin (Benjamin Franklin, 1706. – 1790.) rodjen u Bostonu, kao najmladje dete od njih sedamnaest u porodici siromašnog proizvodjača sapuna i sveća. Mada se zbog loših materijalnih prilika nije mogao školovati on je vrlo rano u šestoj godini naučio da čita. Mnogo čita i pokušava da piše. Kad brat osniva literarni časopis, šesnaestogodišnji Frenklin piše seriju od 14 eseja. Godine 1723. odlazi u Filadelfiju gde pokreće jedan časopis i izdaje almanah. Na njegovu inicijativu formiraju se Bibliotečko društvo i Američko filozofsko društvo. U periodu 1746. - 1747. godine Frenklin i još trojica njegovih prijatelja objavljuje eksperimente iz elektriciteta. Rezultate ovih eksperimenata Frenklin šalje prijatelju Kolinsonu u Londonu, a on ih zatim saopštava Kraljevskom društvu. 1751. godine rezultati Frenklinovih eksperimenata publikuju se kao zbirka "Eksperimenti i zapažanja o elektricitetu".



Slika 6. Bendžamin Frenklin (1706.-1790.)

Frenklin se intenzivno bavio elektricitetom samo dve godine, a postaje slavan prvenstveno po konstrukciji gromobrana.

Eksperimenti sa lajdenskom bocom.

Glavni instrument sa kojim je Frenklin eksperimentisao bila je lajdenska boca. Na osnovu eksperimenata sa lajdenskom bocom, dolazi do dva važna zaključka:

- Prvi je zaključak bio da izrazi "električno nabijanje" ili "naelelektrisanje" nisu adekvatni, odnosno da se ne može nabiti izolovana lajdenska boca. Ovaj svoj zaključak Frenklin objašnjava činjenicom da je ukupna količina nanelektrisanja ista u "nabijenoj" i "nenabijenoj" boci, a da je razlika jedino u rasporedu nanelektrisanja.
- Drugi je zaključak bio "da je cela sila boce, snaga koja daje udar u samom staklu, dok provodnici u kontaktu sa dve površine služe samo da se elektricitet deli i sakuplja sa raznih delova stakla, tj. da se daje jednoj strani, a uzima drugoj". Ovaj svoj zaključak Frenklin demonstrira sa nekoliko eksperimenata, od kojih jedan pokazuje da snaga nije u vodi ako ona služi za unutrašnji provodnik. Frenklin vodu iz nanelektrisane boce prebacuje u nenanelektrisanu i ne dobija ništa. Kad zatim naspe novu vodu, oseća udar. Glavni dokaz ove njegove tvrdnje je "rastavljni kondenzator", koji se sastoji od ravne staklene ploče i dve olovne ploče. Kada se nanelektrišu i olovne odvoje, pa i druga trenutno uzemljija, sastavljanjem kondenzatora dobija se udar.

Frenklin opisuje i serijsko vezivanje lajdenskih boca, koje će dugo u njegovu čast nositi ime – Frenklinova baterija.

Da bismo bliže objasnili električne pojave u atmosferi sa stanovišta istorije fizike, vratićemo se na kratko u rani XVIII vek, na radove Greja. Pored prethodno navedenih zasluga (otkriće provodnika i izolatora, nanelektrisavanje tela dodirom), Grej je zaslužan i za to što je prvi uočio dejstvo šiljaka.

On je nanelektrisavanjem zašiljenih provodnika uočio da se preko njih gubi elektricitet. Takođe, uočio je razliku izmedju zašiljenih i tupih provodnika, jer kad se oni prinesu nanelektrisanom telu, ono prazni elektricitet nečujno i polako na zašiljeni provodnik a varnica skače na tupi.

Upravo ovi eksperimenti naveli su Frenklina na zaključak da se naglo električno pražnjenje električnog provodnika može izvršiti kad mu se približi šiljak (dejstvo šiljaka), kao i to da sa šiljaka koji se nalaze na električnom provodniku struji vazduh (električni vetar).

Tako on prvi dokazuje da su olujni oblaci električni i da je munja za koju se u to vreme verovalo da je uzrokovana nekim nadprirodnim silama kojim upravljaju bogovi, u stvari električna varnica koja preskače sa oblaka na oblak ili na zemlju kao grom. Kao dokaz ove njegove tvrdnje, svedoči sledeći ogled koji je on za vreme oluje 22. juna 1752. godine izveo pomoću zmaja sa šiljkom. Međutim, pre ovog ogleda treba naglasiti da je Frenklin već bio upoznat sa

opasnostima od električnih pražnjenja (ekperimenti sa lajdenskom bocom), tako da je ovaj ogled izveo siguran da neće nastradati, za razliku od naučnika Rihmana koji je izvodeći isti ogled poginuo.

Frenklin je pred nepogodu koja se približavala pripremio zmaja sa šiljkom, privezao kanapom i pustio ga kroz prozor da se podigne u vis. Kada je kiša ovlažila kanap, on je postao provodnik, te su iz ključeva koji su bili privezani za njegov donji kraj iskakale varnice opasne po život.

Rezultati ovog ogleda, kao i poznavanje osnovnih moći šiljkova, naveli su ga na zaključak da se kuće mogu sačuvati od groma ako se na njih postave metalne šipke sa pozlaćenim šiljkom, koje se metalnom žicom vežu za bakarnu ploču u zemlju. Tako je Frenklin ovu, nama danas jednostavnu spravu, čija je uloga da štiti ljudе i objekte od udara groma nazvao gromobran.

Na kraju treba reći da iako je Frenklin bio samouk, on je svojim radom, mudrošću i odlučnošću uspeo da izbije u red najvećih fizičara i time dokaže da su ishodište i formalno obrazovanje faktori koji mogu bitno, ali ne i presudno uticati na razvojni put, tj. odabir oblasti istraživanja naučnika.

NASTAVNA TEMA: *ELEKTRIČNA STRUJA (10 + 7 + 3)*

NASTAVNI PLAN I PROGRAM PREDVIDJA:

- Električna struja (uzrok nastanka i pojava kretanja čestica koje imaju nanelektrisanje). Jedinica električne struje. Merenje električne struje. Delovanje električne struje (magnetno, toplotno, svetlosno, hemijsko). (P) (2+1)
- Izvori električne struje (hemijski). Napon izvora električne struje (EMS). Električni otpor (zakon električnog otpora) (jedinica). (P) (2+2)
- Omov zakon za deo i celo strujno kolo. Kirhofova pravila. Primena. (P) (3+3)
- Rad i snaga električne struje. Džulov zakon. (P) (3+1)

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Električna struja (uzrok nastanka i pojava kretanja čestica koje imaju nanelektrisanje). Jedinice električne struje. Merenje električne struje. Delovanje električne struje (magnetno, toplotno, svetlosno, hemijsko).

Pre obrade ovih nastavnih jedinica treba reći da nastavni plan i program prati logički sled dogadjaja, a ne istorijski.

U obradi ovih nastavnih jedinica može se koristiti sledeći primer iz istorije fizike:

- Razvoj pojave iz elektriciteta u XIX veku

- Razvoj pojave iz elektriciteta u XIX veku -

Danas znamo da se usmereno kretanje nanelektrisanih čestica (elektrona, jona i dr.) kroz provodnik naziva električna struja, kao i da njeno delovanje može biti magnetno, toplotno, svetlosno i hemijsko.

Ispitivanje magnetnog dejstva električne struje počinje sa otkrićem Ersteda (Hans Christian Oersted, 1786.-1853.) da struja koja protiče kroz provodnik izaziva skretanje magnetne igle u njegovoј blizini. On je to tumačio formiranjem vrtloga oko provodnika. Erstedovo otkriće iz 1819. godine izazvalo je veliko interesovanje i uticalo je da se niz naučnika angažuje da dalje razradi njegove rezultate.

Toplotni efekat struje prvi je uočio Džul koristeći Faradejev zakon elektrolize. Nešto više o Džulovom radu biće rečeno u nastavnoj jedinici pod nazivom: "Rad i snaga električne struje. Džulov zakon".

Iako Faradejev značajni doprinos elektrolizi pripada istoriji elektrohemije, u ovoj nastavnoj jedinici izlažem ga kako bi pokazala da se upravo ovim putem uočilo hemijsko dejstvo struje.

Hemijsko dejstvo struje uočio je Faradej (Michael Faraday, 1791. - 1867.). Faradejev doprinos sprovodenju elektriciteta kroz tečnosti, tj. elektrohemiji je značajan zbog nekoliko otkrića vezanih za ovu pojavu, kao i zbog uvodjenja terminologije koja važi do danas.

Faradej je otkrio da led, za razliku od "vode", nije provodnik. Takođe, da vrlo čista voda nije provodnik, već da provodenju doprinose supstance (prevashodno soli) prisutne u vodi. Umesto izraza pol on uvodi pojam elektroda želeći tako da naglasi da se odlučujući činilac koji izaziva provodenje ne nalazi na polovima, već unutar tečnosti. Tako elektrodu definiše kao površinu, bilo

vazduha, vode, metala ili nekog drugog tela, koja označava granicu do koje se razlaže materija u smeru električne struje.

Anodu definiše kao površinu na koju ulazi struja, negativni kraj razložene supstance na kom se oslobadja kiseonik, hlor, "kiseline", koji je u kontaktu sa pozitivnim polom.

Katoda je površina na kojoj struja napušta razloženu supstancu, a koja predstavlja njen pozitivni kraj. Na njoj se oslobadaju "zapaljiva tela", metali, "alkalije", a u kontaktu je sa negativnim polom.

Do tada se smatralo da su atomi proizvod razlaganja molekula tečnosti kroz koju prolazi struja, te da su oni elektronegativni, odnosno elektropozitivni i da kao takvi bivaju privučeni ka pozitivnom, odnosno negativnom polu.

Kako su ove osobine atoma bile samo hipotetičke, Faradej problem razrešava uvodjenjem pojma jona. Joni su čestice koje nastaju razlaganjem molekula: anjom naziva česticu koja se kreće ka anodi, a katjonom onu koja se kreće ka katodi. Novu terminologiju ove oblasti on zaokružuje uvodjenjem pojmove elektroliza i elektrolit.

Na osnovu rezultata brojnih eksperimenata Faradej formulše dva zakona elektrolize.

Prvi zakon: "Hemijska moć električne struje direktno je srazmerna apsolutnoj količini elektriciteta koja protekne". Odnosno, danas bi se reklo: masa supstance iz rastvora izdvojena na elektrodi srazmerna je ukupnoj količini nanelektrisanja koja prodje kroz rastvor. Faktor srazmere izmedju mase i količine nanelektrisanja naziva se elektrohemski ekvivalent supstance. On je karakteristika svakog elementa, odnosno ne zavisi od vrste jedinjenja u kome se nalazio u vodenom rastvoru.

$$m = k \cdot q$$

k - elektrohemski ekvivalent supstance

Drugi zakon: "Elektrohemski ekvivalenti srazmerni su hemijskim ekvivalentima". Ili danas: mase supstanci koje se oslobođe na elektrodi pri prolasku iste količine nanelektrisanja odnose se, kao njihovi hemijski ekvivalenti.

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{n}$$

M/n - hemijski ekvivalent supstance

M - molekulsa masa

n - valenca

F = 96.5 10³ C/mol - Faradejeva konstanta

1832. godine Faradej se bavio izučavanjem prirode elektriciteta iz različitih izvora, te je tako izvršio podelu elektriciteta na statički okarakterisan naponom, i dinamički okarakterisan strujom. Statički (napon) proizvodi privlačenje i odbijanje, a dinamički (struja) toplotni efekat, hemijsko razlaganje, magnetizam, pojavu varnice itd.

U istom radu prvi put pominje uredjaj za elektrostatičku zaštitu; tzv. Faradejev kavez koji je u radu koristio za zaštitu galvanometra.

Maja 1833. godine Faradej u radu pod nazivom *Novi zakoni električne provodljivosti* uvodi svojstvo provodnosti do tada nepoznato, za koga smatra da je "na neki način povezano s osobinama i uzajamnim odnosima čestica materije". On tvrdi da je električna provodljivost opšta osobina svih materijala i da se ostvaruje na isti način, ali da se manifestuje u vrlo različitim stepenima. Ovakav zaključak je bio čudan pošto nešto kasnije navodi niz supstanci za koje njegov "vrlo opšti zakon" ne važi.

Takodje, naglašava vezu izmedju električne i toplotne provodnosti, odnosno registruje činjenicu da se kod nekih tela provodljivost povećava zagrevanjem, a kod nekih smanjuje. U vezi sa tim tako naglašava da brojna klasa tela (voda, hloridi, ...) pri očvršćavanju gubi osobinu provodljivosti. Međutim, deset godina kasnije Faradej sam odbacuje opštost ovog zakona navodeći da samo voden rastvori raznih jedinjenja imaju svojstvo da očvršćavanjem postaju izolatori.

Svoj celokupan rad Faradej je zasnovao na eksperimentu, uz napomenu da je sve instrumente koje je koristio pri tome, sam konstruisao.

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Izvori električne struje (hemijski). Napon izvora električne struje (EMS). Električni otpor (Zakon elekričnog otpora).

U obradi ove nastavne jedinice mogu se koristiti sledeći primjeri iz istorije fizike:

- Radovi Galvanija i Volta

- Radovi Galvanija i Volta -

Krajem XVIII veka počinje da se izučava elektrodinamika. Prvi korak na tom polju napravio je Galvani (Luigi Galvani, 1737. - 1798.). *Bio je profesor anatomije univerziteta u Bolonji, zainteresovan za fiziologiju. Tokom 1773. godine drži predavanje o anatomiji žaba, a posle toga kada nabavljaju lajdensku bocu, ispituje elektrostimulaciju mišića.*



Slika 7. Luidji Galvani (1737.-1798.)

Galvani je otkrivši grčenje mišića laboratorijske žabe verovao da je pronašao životinjski elektricitet. Naime, on je smatrao da u toj pojavi životinjski elektricitet ima aktivnu ulogu, a metalna veza nastala dodirom noža i tanjira, pasivnu, tj. ulogu provodnika koji je potreban za sprovodjenje električne struje. Tek kasnije, ovaj tzv. Galvanijev efekat objasnio je Volta. On je utvrdio da se žabljii bataci samo tada trzaju kada se nalaze izmedju noža i tanjira koji se dodiruju, jer se izvor elektriciteta nalazi u njihovom kontaktu.

No, koliko je svet bio zainteresovan za njegov pronalazak, toliko je sa druge strane Galvani bio izvragnut podsmehu. Međutim, on je strpljivo ispitivao reakciju žabljih bataka pod raznim okolnostima, te je tako ispitivao njihovo ponašanje pod uticajem elektriciteta dobijenog iz elektrostatičke mašine, kao i atmosferskog elektriciteta.

Zapazio je da se žabljii batak grči ako ga dodirne vrhom noža baš u trenutku kada ga preskače električna varnica iz elektrostatičke mašine. Međutim, iako su ove činjenice ukazivale na električnu influenciju, jer je grčenje bataka nastajalo samo pri dodiru nerva nožem, Galvani je smatrao da je to akcija životinjskog elektriciteta.

Kasnije je zapazio da se žabljii batak trza i onda kad samo metalom dodirne nerv i mišić, a da pri tom varnica na elektrostatičkoj mašini i ne preskače. Za ovu pojavu on je smatrao da je nastala pod uticajem atmosferskog elektriciteta, ali se ubrzo pokazalo da atmosferski elektricitet ovde nema udela. Kada je potom žabljie batake na krajevima nerava obesio o bakarne kukice za gvozdenu ogradu, zapazio je da su trzajevi nastajali čim donji krajevi bataka dodirnu gvozdenu ogradu, tj. kad god se žabljii nerv ili kičmena moždina pomoću metalne žice spoje sa mišićem.

Kao objašnjenje ovoga, Galvani je predpostavljao da se batak ponaša kao lajdenska boca čije se suprotno nanelektrisane obloge, tj. nerv i mišić prazne kroz metal koji ih spaja.

Pošto su se žabljii bataci grčili i u slučaju upotrebe luka, koji se sastojao samo iz jednog metala, Galvani je smatrao da luk ima sporednu ulogu.



Slika 8. Prikaz Galvanijevog efekta

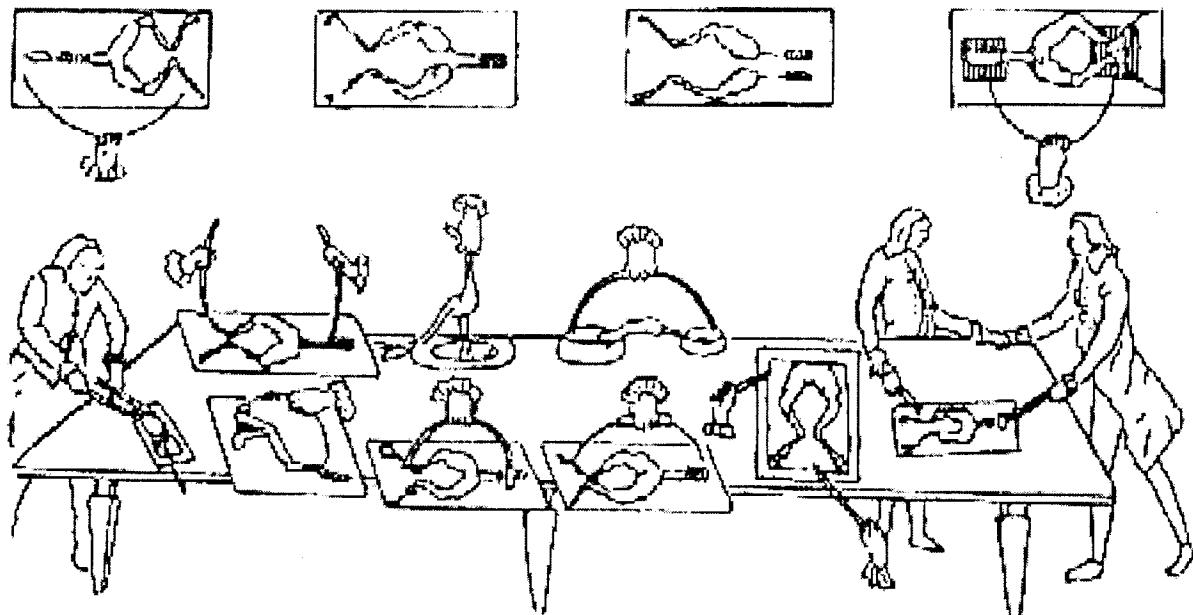
No, i pored činjenica koje su ukazivale na to da se ne radi o životinjskom elektricitetu, pojavu trzaja žabljih bataka posredstvom metalnog luka Galvani je i dalje objašnjavao akcijom životinjskog elektriciteta. Do duše, životinjski elektricitet zaista postoji, a Galvani ga je docnije i dokazao kada je iz svojih eksperimenata uklonio metale.

Rezultate svojih ispitivanja Galvani je objavio 1791. godine u radu pod naslovom *Spis o električnim silama pri kretanju mišića*.

Na kraju ove priče, nije zgoreg još jednom ponoviti da kraj XVIII i početak XIX veka obeležavaju novu eru u nauci o elektricitetu, kao i saznanje da se električna struja može dobiti hemijskim putem.

Ovim načinom je omogućeno dobijanje trajne struje iz specijalno podešnih izvora koji se jednim imenom nazivaju – Galvanski elementi. Tako dobijena jednosmerna struja iz Galvanskih elemenata nazvana je Galvanskom

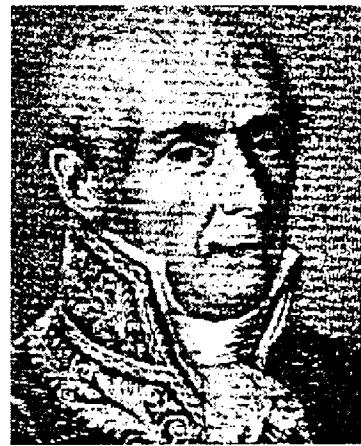
strujom u njegovu čast. Sistematski ogledi koje je Galvani vršio u toku deset godina, bili su značajni jer su naveli Voltu da pronađe nov izvor električne struje koji se dobija dodirom, tj. kontaktom dvaju različitih metala ili njihovim stavljanjem u podesnu tečnost.



Slika 9. Galvanijeva ilustracija raznih ogleda sa žabom

Ono po čemu Galvani sigurno ostaje zapamćen u istoriji fizike jeste priča o žabljim batacima, dok je jedan regionalni gurmanluk dobio svoje mesto u "meniju" istorije fizike, te tako otvorio vrata načinima dobijanja trajnih izvora električne struje.

Aleksandar Volta (Alessandro Volta, 1745. - 1827.) je ime koje se neposredno nadovezuje na radove Galvanija.



Slika 10. Aleksandar Volta (1745.-1827.)

U vreme kad Galvani šalje Volti primerak svoje publikacije, Volta je već predstavljao poznato ime u fizici, koje se vezivalo za razvoj dva instrumenta – elektrofora i kondenzatorskog elektroskopa.

Nakon što biva obavešten o Galvanijevom radu, Volta je 1792. godine počeo temeljno da proučava Galvanijev efekat ponavljajući njegove eksperimente i analizirajući ih zahvaljujući iskustvu koje je imao u izučavanju elektriciteta.

Iako je u samom početku istraživanja Volta takođe smatrao da se radi o životinjskom elektricitetu, ogledi koje je izvodio vrlo brzo uverili su ga da se žablji bataci trzaju usled električne struje koja nastaje dodirom dvaju različitih metala sa žabljim batakom, odnosno sokom koji se u njemu nalazi.

Da bi dokazao ovo svoje gledište, Volta je konstruisao specijalni kondenzator (Voltin kondenzator) pomoću koga su se mogle konstatovati tako neznatne količine elektriciteta, koje se javlaju na dodirnim površinama dvaju različitih metala. Pošto je iz Galvanijevih eksperimenata već bilo poznato da se elektricitet javlja i onda kada se mišić i nerv žabljeg bataka spoje lukom nekog metalra, ova pojava ipak nije zbunila Voltu. Po njemu, ona nastaje usled nehomogenosti metala, baš na mestima dodira, uzrokovana možda baš zbog različite temperature ili samog načina dodira.

Volta je smatrao da žablji batak u Galvanijevom efektu služi samo kao provodnik koji sa spoljašnjim metalnim lukom čini jedno zatvoreno kolo. Potvrda ove njegove činjenice bilo je to, što je on ustanovio da zatvoreno provodno kolo postoji i kada se umesto žabljeg bataka izmedju krajeva metalnog luka koji se sastoji iz dva različita metala stavi sukno ovlaženo vodom zakiseljenom sumpornom kiselinom.

Po njemu metali različito deluju na "električni fluid", pa kad se vlažno telo dodirne različitim metalima dolazi do kretanja "električnog fluida".

Stoga je on predložio da se umesto životinjski elektricitet, koristi termin metalni elektricitet. Kasnije će se ova pojava nazvati kontaktnom razlikom potencijala.

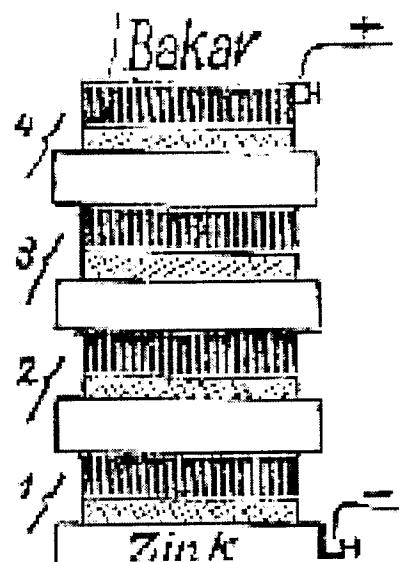
Ispitujući kontakte različitih metala Volta dolazi na ideju da je podesnije staviti dva različita metala u sud sa tečnošću nego neku ovlaženu materiju izmedju njih. Te tako kad je ploče od bakra i cinka stavio u sud sa vodom kojoj je dodao malo sumporne kiseline i krajeve ovih ploča, odnosno njihove polove spojio metalnom žicom, zapazio je da kroz metalnu žicu teče električna struja. Ovako dobijen električni izvor u čast Volta naziva se – Voltinim elementom. Voltin element je prvi, tzv. Galvanski element, a struja koja prolazi kroz njega naziva se Galvanska struja.

Danas je poznato da Galvanska struja nastaje usled hemijskih procesa koji se odigravaju izmedju metala i tečnosti u kojoj se nalaze, pa je i niz raznih konstantnih Galvanskih elemenata velik.

1795. godine Volta je objavio još jedan pronađazak iz Galvanskog elektriciteta, tzv. Voltin naponski niz. Naime, na osnovu merenja električnog napona, koji se javlja pri dodiru dva različita metala, on je poređao metale u jedan niz tako da je svaki predhodni metal bio elektro-negativan prema sledećem, dok je ovaj prema svome predhodniku bio elektro-positivan. U

Voltinom nizu metali su bili poredjani na sledeći način: Zn – Sn – Fe – Cu – Hg – Au – C. Naravno, što su dva metala u nizu bila na većem rastojanju, utoliko je bila i veća razlika potencijala izmedju njih. Volta je ustanovio da je suma razlika potencijala izmedju 30, 40, 60 ili više metala u nizu jedanaka razlici potencijala izmedju prvog i poslednjeg metala. Ovo je, tzv. Voltin naponski zakon.

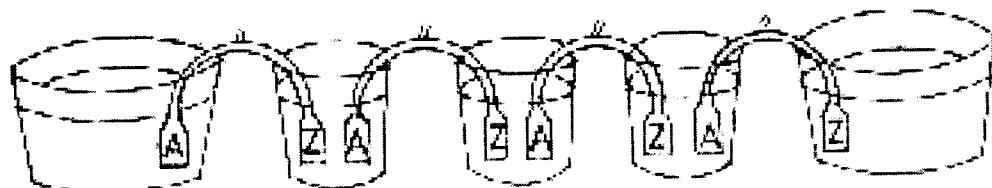
On je provodnike koji se ponašaju po ovom zakonu nazvao provodnicima prve vrste, dok je tečnosti koje provode električnu struju, a ne ponašaju se po ovom zakonu nazvao provodnicima druge vrste.



Slika 11. Voltin stub

1800. godine Volta predaje svoj rad pod nazivom *O elektricitetu izazvanom običnim kontaktom provodljivih supstanci raznih vrsta* predsedniku Kraljevskog društva u Londonu, i u njemu iznosi svoj zaključak o elektromotornoj sili, koja je kod jednog para metalnih ploča mala, ali se može povećati ako se medjusobno poveže veći broj takvih parova. Ovako dobijena baterija naziva se Voltina baterija ili Voltin stub.

Naime, kad se izmedju svake bakarne i cinkane ploče stavi komad vlažnog sukna, a redjanje izvrši tako da se na bakarnu ploču jednog elementa uvek stavi cinkana ploča sledećeg elementa, onda će bakarna ploča na jednom kraju biti pozitivan pol baterije, a cinkana na drugom kraju negativan pol.



Slika 12. Crtež Voltine montažne baterije

Potencijalna razlika izmedju njih se može ustanoviti elektroskopom. No, međutim, Volta je uvideo da se Galvanska baterija može dobiti i na podesniji način, ako se upotrebi veći broj čaša napunjenih slanom vodom ili razredjenom kiselinom i u svaku stavi po jedna ploča od barka i cinka, a zatim spoji svaka bakarna sa jednom cinkanom pločom iz susedne čaše. Na ovakav način je stvoren prvi stalani izvor elektriciteta.

1816. godine izdana su celokupna Voltina dela iz fizike pod naslovom *Radovi Aleksandra Volte (Opere di A. Volta)*.

Nakon radova Volta, Amper je jasno razdvojio dinamiku od statike, uvodeći dve osnovne veličine – napon i samu struju, a time je započela epoha elektrodinamike u kojoj će se elektrodinamička sila praktično iskoristiti za vršenje rada.

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNIM JEDINICAMA: Omov zakon za deo i celo kolo. Kirhofova pravila. Primena.

U obradi ovih nastavnih jedinica mogu se koristiti sledeći primeri iz istorije fizike:

- Omov i Kirhofov rad

- Omov i Kirhofov rad -

Nama danas izgleda da nema ničeg jednostavnijeg od Omovog zakona: jačina električne struje u provodniku srazmerna je električnom naponu na krajevima, a obrnuto srazmerna veličini električnog otpora tog provodnika.

Do ovog zakona na osnovu ogleda došao je nemački fizičar Om (Georg Simon Ohm, 1789. - 1854.) 1827. godine. *Om je bio sin kovača od koga je naučio da radi sa metalima. Trebao je da produži očev zanat, ali pošto je ispoljavao obdarenost i naklonost prema matematici, otac ga je poslao na studije.*



Slika 13. Georg Simon Ohm (1789.-1854.)

Medjutim, pošto je rano bio prinudjen da sam zaradjuje, napušta studije i odlazi za nastavnika matematike u Keln. Već tada razmišlja o kvantitetu galvanskog dejstva i njegovoj zavisnosti od jačine električnog izvora i dimenzija provodnika.

U radu "Galvansko kolo, matematički razradjeno od G.S. Oma", izložio je najvažniji zakon elektrotehnike, danas poznat pod imenom Omov zakon.

Om je zaključio da kod električne struje treba razlikovati tri veličine: elektromotornu silu, jačinu struje i otpor provodnika, a na osnovu ogleda utvrdio je odnos tih triju veličina.

Naime, pre Oma, Amper je jasno razdvojio dinamiku od statike i uveo dve osnovne veličine – napon i samu struju, a takođe pokazao kako se struja meri galvanometrom.

Za razliku od pojma jačine struje, pojam otpora počeo je da se razvija mnogo ranije kao posledica diferencijacije izolatora i provodnika, a pravi fizički smisao dobija Omovim radovima.

Kada je reč o pojmu provodljivosti materijala, treba spomenuti Kevendiša koji je ovu pojavu ocenjivao prema udaru koji telo primi pražnjenjem, kao i Dejvija koji je našao da je provodljivost obrnuto srazmerna dužini žice i direktno srazmerna njenom preseku, a da je nezavisna od oblika preseka. Tako je praktično ovim bilo odredjeno sve ono što je trebalo znati o otporu kao veličini obratno srazmernoj provodljivosti.

Kada Kevendiš uvodi pojam "stepena elektrizacija", o kojoj je više rečeno u nastavnim jedinicama: "Električna sila, Kulonov zakon. Pojam o električnom polju. Rad u električnom polju. Potencijal i napon. Merenje napona. Električni kapacitet. Kondenzatori, redna i paralelan veza.", počeo je da se razvija koncept napona. Tako je Kulon merio raspodelu gustine nanelektrisanja po provodnicima, a to je kasnije iskoristio Poason za izvodjenje svoje jednačine u kojoj će veličina V dobiti naziv potencijal. Volta je zatim definisao napon, a potom je Amper razdvojio pojmove napona i struje i ustanovio je da kad električna struja poteče, onda "nema više električnog napona".

Nakon svega ovoga Om je počeo sa svojim merenjima, ali tada još nije postojala jasna predstava o veličini koja je kauzalno vezana sa električnom strujom kao uzrok sa posledicom, jer napon predstavlja neophodan, ali ne i dovoljan razlog za proticanje struje. Tek će njegov zakon doprineti raščišćavanju ovog pojma.

Svoj rad Om je zasnovao na Voltinom konceptu napona, kojeg je shvatio kao neku razliku u gustini elektriciteta, a po ovom konceptu struja teče sve dok postoje razlike u gustoma. Do svog zakona došao je primenom analogije sa provodenjem toplove, ali oslanjajući se, pre svega, na rezultate sopstvenih eksperimenata. Njima je utvrđio da jačina struje zavisi od dužine i debljine provodnika i od broja primenjenih Galvanskih elemenata. Otkrivenu zakonitost izrazio je formulom:

$$X = \frac{a}{b+x}$$

X – jačina struje merena torzionom vagom
a – konstanta srazmerna elektromotornoj sili
b – konstanta srazmerna otporu uređaja
x – dužina žice

Ubrzo posle ovoga Om proverava od Dejvija nadjenu zavisnost od preseka provodnika ω , tako da zakon piše u obliku:

$$X = k \cdot \frac{\omega}{l} \cdot a$$

gde su :

- k – koeficijent provodljivosti karakterističan za dati materijal
- ω – presek provodnika
- l – dužina provodnika
- a – električni napon na krajevima provodnika

Kao rezultat ovog merenja sledi zavisnost struje X od preseka ω , koja govori da struja teče kroz ceo provodnik. Ovo upućuje Oma na analogiju sa proticanjem toplote, a tome je išla u prilog i činjenica da su u to vreme elektricitet i toplota smatrani kao fluidi.

U nauci Omov zakon se prihvata oko 1840. godine, a njegovo uklapanje u fiziku se završava 1845. godine kada Kirhof nalazi da je ono što Om naziva naponom i "elektroskopičnom silom", isto što i potencijal Poasona, Gausa i Grina.

Kao što sam već rekla, Kirhof (Gustav Kirhof, 1824. – 1887.) je bio prvi koji je definisao pojam elektroskopske sile te time omogućio prihvatanje Omovog zakona.

1845. godine u radu pod nazivom *O prolazu struje kroz površinu, posebno – ograničenu krugom* pokazao je da se tražene linije struje i na njih okomite linije napona mogu regulisati dvodimenzionalnom Laplasovom jednačinom. Time je ukazao na identitet izmedju Gausovog teorijskog koncepta potencijala i Omovog empirijskog koncepta elektroskopske sile.

Takodje u ovom radu iznosi dva zakona:

- Prvi koji polazi od principa konzervacije elektriciteta, odnosno ako se više struja stiče u nekoj tački, onda onoliko elektriciteta koliko udje treba i da izadje, što vodeći računa o znacima struje daje:

$$\sum J = 0$$

- Drugi koji proširuje Omov zakon, te se sa jednog provodnika datog otpora prelazi na više raznih provodnika serijski vezanih u zatvoreno kolo i po njemu suma napona, jednak je sumi struja pomnoženih otporima:

$$\sum E = \sum J \cdot R$$

Nakon što meri raspodelu površinskih struja malom magnetnom iglom, Kirhof 1847. godine objavljuje rad u kome pokazuje da njegova dva zakona važe u ma kakvoj mreži, prvi zakon za čvorne tačke, a drugi za ma kako povezana kola.

U početku je Kirhof svoje zakone primenjivao samo na linearne provodnike, a kasnije i na trodimenzionalne.

U članku *O izvodu Omovog zakona koji se uklapa u teoriju elektrostatike* uvodi pojam razlike napona izmedju dodirnih površina dva provodnika pri proticanju elektriciteta, i na taj način eliminiše nejasan Omov pojam elektroskopske sile i ovaj zakon potpuno povezuje sa dokazanom teorijom.

ZNAČAJNI ISTORIJSKI DOGADJAJI U PROUČAVANJU POJAVA VEZANIH ZA ELEKTRICITET U NASTAVNOJ JEDINICI: Rad i snaga električne struje. Džulov zakon.

U obradi ove nastavne jedinice može se koristiti sledeći primer iz istorije fizike:

- Džulov rad

- Džulov rad -

Nakon radova Ampera i Oma, Džul je prvi uspostavio vezu izmedju toplotne i elektriciteta, koja danas predstavlja Džulov zakon.

1841. godine Džul objavljuje rad pod nazivom *O toploti oslobođenoj u metalnim provodnicima elektriciteta i u ćelijama baterije za vreme elektrolize*, u kojem putem eksperimenta proverava, da li je otpor provođenja jedini uzrok toplotnih efekata. Za ovu proveru koristi žicu provučenu kroz staklenu cevčicu i namotanu oko nje, tj. kalem koji zatim stavlja u staklenu posudu sa vodom i termometrom, a potom struju meri otklonom magnetne igle postavljene paralelno njoj. Kako tada nije bilo standardnih jedinica, Džul je sam definiše koristeći Faradejev zakon elektrolize.

Tako Džul količinu struje koja je u stanju da elektrilizira hemijski ekvivalent izražen u zrnima tokom jednog časa naziva stepenom, a zatim nalazi da se igla njegovog galvanometra pomera za $33,5^\circ$ kad prolazi struja koja je u stanju da za jedan čas razloži devet zrna vode. On zaključuje da to skretanje onda označava jedan stepen struje elektriciteta na skali koju sam predlaže da se prihvati.

Dalji tok svog rada Džul je usmerio na proveru zavisnosti toplotne od otpora. Za ovaj rad prevashodno su mu pomogli: Dejvi, koji je izvršio klasifikaciju metala po provodljivosti (od železa do srebra) na pretpostavci da je brzina zagrevanja nekog provodnika obratno srazmerna njegovoj provodljivosti i uočio da se sa povećanjem temperature smanjuje provodljivost metala, i Om koji za razliku od njega potvrđuje obratnu srazmernost izmedju provodljivosti i temperature i smatra da je povećanje temperature srazmerno struci.

Tako od dve bakarne žice, iste dužine, a različite debljine pravi dva ista kalema, koje zatim stavlja u posebne posude i veže u seriju tako da kroz njih prolazi ista struja. Kao rezultat ovog dobija da je toplotni efekat srazmeran otporima dve žice, odnosno "toplota oslobođena u nekom metalnom provodniku za dato vreme srazmerna je otporu provodnika pomnoženog sa kvadratom električnog intenziteta", a ovo je upravo formulacija zakona koji danas zovemo – Džulov zakon.

Nekoliko godina kasnije, ovaj zakon potvrdio je merenjem Lenc, te se on još naziva i Džul-Lencov zakon.

Treba još reći, da je Džulov zakon jedan od retkih zakona u fizici, čiji je put stvaranja prošao bez kritika i osuda što je upravo potvrda činjenice da se novi procesi (zakoni) otkrivaju kada sazru uslovi za njih – Omov zakon otvorio je put Džulovom zakonu.

3. PRIMERI PRIPREMA ZA ČAS BEZ I SA ISTORIJSKIM ELEMENTIMA

Kao osnova za pisanje ovog poglavlja poslužila su mi, pre svega iskustva starijih kolega, kao i činjenica da su istorijski elementi sve više prisutni u literaturi.

U ovom poglavlju su tako data dva primera korišćenja istorijskih elemenata kroz konkretnе pripreme određenih nastavnih jedinica, kao i primjeri ovih priprema bez korišćenja istorijskih elemenata.

Mada ove primere nisam proverenila nastavnom praksom, njihovim upoređivanjem se već na prvi pogled vidi da se uvođenjem istorijskih elemenata povećava obim izlaganja. Zato je neophodno dalje razradjivati ovaj pristup, odnosno pronaći pravu meru korišćenja istorijskih elemenata u nastavi.

NAZIV ŠKOLE: OSNOVNA ŠKOLA "OGNJEN PRICA"

MESTO: KOLUT

NAZIV PREDMETA: FIZIKA

RAZRED I ODELJENJE: VIII

DATUM: APRIL 2001. godine

PRIPREMA ZA IZVODJENJE NASTAVNOG ČASA (BEZ ISTORIJSKIH ELEMENATA)

NASTAVNA TEMA: ELEKTRIČNO POLJE

NASTAVNA JEDINICA: UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA.
NAELEKTRISAVANJE TELA.

ZADACI NASTAVNE JEDINICE:

- Sticanje osnovnih znanja iz nastavne teme električno polje.
- Upoznavanje učenika sa uzajamnim delovanjem nanelektrisanih tela, kao i načinom nanelektrisavanja tela.
- Osposobljavanje za samostalno rešavanje problema vezanih za ovu nastavnu jedinicu.
- Osposobljavanje za primenu stečenih znanja iz obradjene nastavne jedinice.

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

METODA: Monološka

OBLIK RADA: Frontalni

NASTAVNA SREDSTVA: Tabla, kreda, plastični lenjir, ebonitna šipka, staklena šipka, komadići hartije, električno klatno, elektroskop, elektrometar.

VREMENSKA ARTIKULACIJA ČASA:

uvodni deo časa: 5 - 10 min.

glavni deo časa: 25 – 30 min.

završni deo časa: 5 – 10 min.

UVODNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

1. **PITANJE:** Od čega se sastoji atom?

OČEKIVANI ODGOVOR: Atom se sastoji od atomskog jezgra i elektronskog omotača.

2. **PITANJE:** Od čega se sastoji atomsko jezgro?

OČEKIVANI ODGOVOR: Atomsko jezgro se sastoji od dve vrste čestica protona i neutrona.

3. **PITANJE :** Šta nazivamo elementarnom količinom nanelektrisanja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Elementarnom količinom nanelektrisanja nazivamo količinu nanelektrisanja protona ili elektrona i to je najmanja količina nanelektrisanja koja se sreće u prirodi.

4. **PITANJE:** Šta nazivamo nanelektrisavanjem tela?

OČEKIVANI ODGOVOR: Nanelektrisavanjem tela nazivamo pojavu pri kojoj se povećava ili smanjuje broj elektrona na telu.

5. **PITANJE:** Da li se pri nanelektrisavanju tela stvara nanelektrisanje?

OČEKIVANI ODGOVOR: Pri nanelektrisavanju tela ne stvara se nanelektrisanje, ono se samo razdvaja i prenosi sa tela na telo.

6. **PITANJE:** Šta se tada dešava sa ukupnim brojem pozitivnih i negativnih elementarnih nanelektrisanja na telu?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ukupan broj pozitivnih i negativnih elementarnih nanelektrisanja na telu, ostaje nepromenjen.

7. **PITANJE:** Koja je jedinica usvojena za jedinicu količine nanelektrisanja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Jedinica koja je usvojena za jedinicu količine nanelektrisanja je kulon (C).

GLAVNI DEO ČASA

UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA. NAELEKTRISAVANJE TELA.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda potreban nam je plastični lenjir, komadići hartije. Kad plastični lenjir protrljamo kroz suvu kosu i prinesemo ga komadićima hartije, on ih privlači.

PITANJE: Šta mislite, zašto plastični lenjir protrljan kroz suvu kosu privlači komadiće hartije?

OČEKIVANI ODGOVOR: Plastični lenjir protrljan kroz suvu kosu privlači komadiće hartije, zato što se naelektrisao.

Za neko telo kažemo da je naelektrisano, ako sadrži višak pozitivnih ili negativnih elementarnih naelektrisanja. Kao posledica ovog, negativno naelektrisana tela sadrže veći broj elektrona od broja protona, a pozitivno naelektrisana tela sadrže manji broj elektrona od ukupnog broja protona u jezgru atoma tog tela.

Najjednostavniji način naelektrisavanja tela je trenjem.

PITANJE: Da li vam se pri češljanju plastičnim češljem dešavalo da vam se pramenovi kose podižu u pravcu kretanja češlja i da vam to otežava češljanje, a da se pri tom i čuje pucketanje? Šta mislite, zašto se to dešava?

OČEKIVANI ODGOVOR: Da, pri češljanju plastičnim češljem, pramenovi kose podižu se u pravcu kretanja češlja i to otežava češljanje, a ovo se dešava stoga što su se i češalj i kosa naelektrisali. Izvestan broj elektrona prešao je sa kose na češalj, pa se češalj naelektrisao negativno, a kosa pozitivno.

Da vidimo šta se dešava ako se staklena šipka protrlja svilenom tkaninom.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda potrebna nam je staklena šipka, svilena tkanina, i komadići hartije. Kad staklenu šipku protrljamo svilenom tkaninom i prinesemo komadićima hartije, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad staklenu šipku protrljamo svilenom tkaninom i prinesemo komadićima hartije, ona ih privlači. Iz ovog zaključujemo da se staklena šipka naelektrisala usled trijanja svilenom tkaninom.

Ovim ogledom smo pokazali kako se tela mogu naelektrisati putem trenja, kao i to da tela u električnom stanju imaju sposobnost da deluju na druga tela tako da ova mogu vršiti kretanje, ukoliko su pokretna. Za tela u električnom stanju kažemo da deluju električnom silom na druga tela (električna i neelektična).

Definicija električne sile:

Električne sile između dva tela javljaju se samo kada su oba tela ili bar jedno telo nanelektrisano.

Električna sila može delovati i privlačno i odbojno.

Nanelektrisana tela uvek privlače druga tela koja nisu nanelektrisana. Pored staklene šipke i plastičnog lenjira i mnoga druga tela kao čiličar, sumpor, pečatni vosak, polivinil itd., kada se protrljaju pokazuju svojstvo da izvesno kratko vreme privlače laka tela.

Nanelektrisavanje tela trenjem objašnjava se prelaskom elektrona sa jednog na drugo telo. Utvrđeno je da se pri trenju staklene šipke svilenom tkaninom nanelektriše i tkanina i to negativno, a zbog prelaska elektrona sa stakla na svilenu tkaninu, staklena šipka se nanelektriše pozitivno. Slično se dešava i pri trenju plastične šipke krvnom. Ovde elektroni prelaze sa krvna na šipku, pa se ona nanelektriše negativno.

Tela se mogu nanelektrisati ne samo trenjem, već i dodirom sa drugim nanelektrisnim telima.

Dva nanelektrisana tela mogu se ili privlačiti ili odbijati. Ovo se može utvrditi sledećim ogledom.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo staklenu šipku, svilenu tkaninu i dva električna klatna. Električno klatno se sastoji od jedne drške na kojoj o svilrenom koncu visi kuglica od zovine srži. Kada staklenu šipku protrljamo svilnom tkaninom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna postavljena jedan blizu drugoga, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad staklenu šipku protrljamo svilnom tkaninom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, zapažamo da se kuglice odbijaju.

Ako ponovimo ogled a umesto staklene koristimo ebonitnu šipku koju trljamo o krvno i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kada ebonitnu šipku trljamo krvnom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, zapažamo da se kuglice odbijaju.

Medutim, ako sad jednu kuglicu nanelektrišemo elektricitetom koji se nalazi na staklenoj šipci, a drugu elektricitetom koji se nalazi na ebonitnoj šipci, šta se dešava sa kuglicama?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako jednu kuglicu nanelektrišemo elektricitetom koji se nalazi na staklenoj šipci, a drugu elektricitetom koji se nalazi na ebonitnoj šipci kuglice će se medjusobno privlačiti.

Iz ovih ogleda sledi važan zaključak: tela se privlače ako su nanelektrisana suprotnim vrstama nanelektrisanja, a odbijaju se ako su nanelektrisana istim vrstama nanelektrisanja.

ELEKTROSKOP I ELEKTROMETAR.

Da li je neko telo nanelektrisano, jednostavno se proverava pomoću elektroskopa i elektrometra.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo elektroskop i nanelektrisanu šipku. Elektroskop se sastoji od dve elektrode – jedna je spoljašnja metalna kutija sa prozorom, a druga je unutrašnja (centralna) elektroda, takodje metalna. Donji deo centralne elektrode nosi dva aluminijumska listića, a gornji deo je provučen kroz materijal koji sprečava kretanje elektriciteta, tj. koji ne provodi elektricitet, a smešten je na kućištu i završava sa pločom ili kuglicom.

Kada nisu nanelektrisani listići elektroskopa vise vertikalno jedan pored drugoga. Kada se preko ploče prevuče nanelektrisanom šipkom, listići se razmaknu. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad se preko ploče elektroskopa prevuče nanelektrisanom šipkom, listići se razmaknu zato što su nanelektrisani istim vrstama nanelektrisanja. Tada je elektroskop nanelektrisan, jer razmaknuti listići na njemu pokazuju da je telo, koje dodiruje njegovu ploču direktno ili preko nekog provodnika nanelektrisano.

Ako elektroskop ima skalu pomoću koje se meri veličina razmaka njegovih listića, onda on može da služi za kvantitativno merenje količine elektriciteta. Takav elektroskop sa skalom zove se **elektrometar**.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo dva elektrometra. Jedan ćemo nanelektrisati staklenom šipkom, a drugi ebonitnom šipkom. Nanelektrisavanje vršimo sve dok njihove kazaljke ne skrenu do istog podeljka, odnosno dok se oba elektrometra ne nanelektrišu istim količinama nanelektrisanja. Ako zatim kuglice elektrometra spojimo metalnom šipkom, kazaljke se vraćaju u nulti položaj. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako kuglice elektrometra spojimo metalnom šipkom, kazaljke se vraćaju u nulti položaj zato što se jednakе količine nanelektrisanja suprotnog znaka medjusobno neutrališu.

U ovom ogledu neutralizacija je izvršena kroz metalnu žicu i zato se za metale kaže da su dobri provodnici nanelektrisanja. Njihova provodljivost se objašnjava postojanjem slobodnih elektrona. Osim metala dobri provodnici su i grafit, vlažna zemlja, čovekovo telo.

Medjutim, ako umesto metalne šipke preko kuglica nanelektrisanih elektrometara stavimo drveni ili plastični lenjir, kazaljke se ne pomeraju, tj. elektrometri ostaju nanelektrisani. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako umesto metalne šipke preko kuglica naelektrisanih elektrometara stavimo drveni ili plastični lenjir, kazaljke se ne pomeraju, tj. elektrometri ostaju naelektrisani zato što su drvo i plastika loši provodnici naelektrisanja.

Za drvo, plastiku, polivinil, gumu, hartiju, ulje, vazduh itd., kažemo da su izolatori. Njihova loša provodljivost potiče od male koncentracije slobodnih elektrona u njihovoj unutrašnjosti.

Kada se dodirnu dva metalna provodnika od kojih je samo jedan nanelektrisan, sva količina nanelektrisanja se za vrlo kratko vreme rasporedi na oba provodnika. Ukoliko su provodnici istog oblika i dimenzija, posle razdvajanja oba će biti nanelektrisana istim količinama nanelektrisanja.

Na kraju bi interesantno bilo postaviti pitanje: da li je masa negativno nanelektrisanog tela veća od mase pre nanelektrisanja i da li se pozitivnim nanelektrisavanjem masa tela smanjuje?

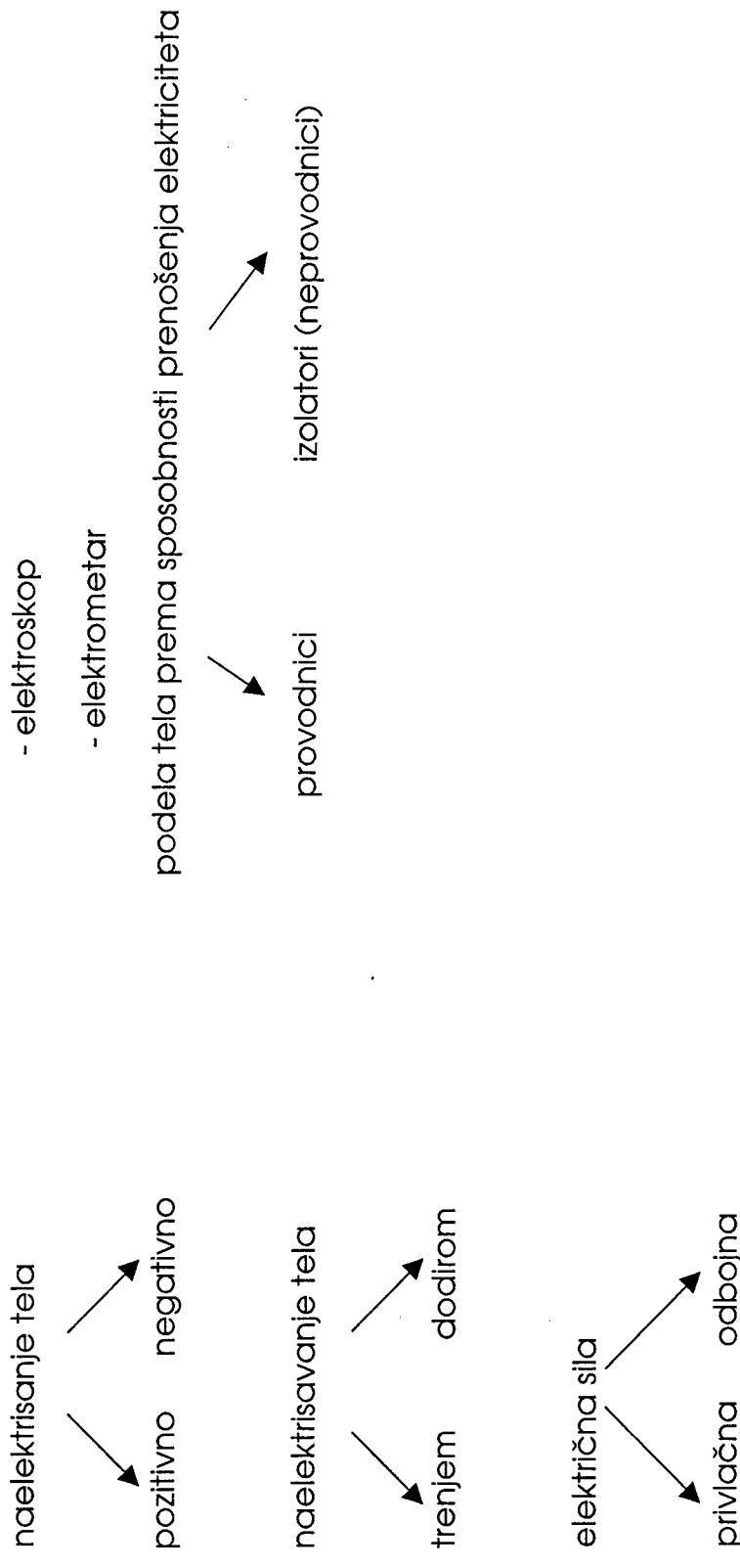
OČEKIVANI ODGOVOR: Promene mase tela kada se ona negativno i pozitivno nanelektrišu ne mogu se utvrditi ni najsvremenijim vagama, jer se trenjem ne mogu odstraniti svi elektroni nego samo oni koji su slabo vezani za jezgro, a osim toga tela pokazuju električna svojstva, već pri minimalnim promenama odnosa broja nanelektrisanih čestica.

ZAVRŠNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Kada je telo nanelektrisano?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Telo je nanelektrisano ako sadrži višak pozitivnih ili negativnih elementarnih nanelektrisanja.
- 2. PITANJE:** Kad se tela privlače, a kada odbijaju?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Tela se privlače ako su nanelektrisana suprotnim vrstama nanelektrisanja, a odbijaju se ako su nanelektrisana istim vrstama nanelektrisanja.
- 3. PITANJE:** Kako može delovati električna sila?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Električna sila može delovati i privlačno i odbojno.
- 4. PITANJE:** Kako se zovu instrumenti pomoću kojih se utvrđuje da li je neko telo nanelektrisano?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Instrumenti pomoću kojih se utvrđuje da li je neko telo nanelektrisano zovu se elektroskop i elektrometar.
- 5. PITANJE:** Kako delimo sva tela s obzirom na prenošenje elektriciteta?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Sva tela s obzirom na prenošenje elektriciteta delimo na provodnike i izolatore.

PLANTABLE

UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA. NALEKTRISAVANJE TELA.



NAZIV ŠKOLE: OSNOVNA ŠKOLA "OGNJEN PRICA"

MESTO: KOLUT

NAZIV PREDMETA: FIZIKA

RAZRED I ODELJENJE: VIII

DATUM: APRIL 2001. godine

PRIPREMA ZA IZVODJENJE NASTAVNOG ČASA (SA ISTORIJSKIM ELEMENTIMA)

NASTAVNA TEMA: ELEKTRIČNO POLJE

NASTAVNA JEDINICA: UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA.

NAELEKTRISAVANJE TELA.

ZADACI NASTAVNE JEDINICE:

- Sticanje osnovnih znanja iz nastavne teme električno polje.
- Upoznavanje učenika sa uzajamnim delovanjem nanelektrisanih tела, kao i načinom nanelektrisavanja tела.
- Osposobljavanje za samostalno rešavanje problema vezanih za ovu nastavnu jedinicu.
- Osposobljavanje za primenu stečenih znanja iz obradjene nastavne jedinice.

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

METODA: Monološka

OBLIK RADA: Frontalni

NASTAVNA SREDSTVA: Tabla , kreda, plastični lenjir, ebonitna šipka, staklena šipka, komadići hartije, električno klatno, elektroskop, elektrometar.

VREMENSKA ARTIKULACIJA ČASA:

uvodni deo časa: 5 - 10 min.

glavni deo časa: 25 – 30 min.

završni deo časa: 5 – 10 min.

UVODNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

1. PITANJE: Od čega se sastoji atom?

OČEKIVANI ODGOVOR: Atom se sastoji od atomskog jezgra i elektronskog omotača.

2. PITANJE: Od čega se sastoji atomsko jezgro?

OČEKIVANI ODGOVOR: Atomsko jezgro se sastoji od dve vrste čestica protona i neutrona.

3. PITANJE: Šta nazivamo elementarnom količinom naelektrisanja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Elementarnom količinom naelektrisanja nazivamo količinu naelektrisanja protona ili elektrona i to je najmanja količina naelektrisanja koja se sreće u prirodi.

4. PITANJE: Šta nazivamo naelektrisavanjem tela?

OČEKIVANI ODGOVOR: Naelektrisavanjem tela nazivamo pojavu pri kojoj se povećava ili smanjuje broj elektrona na telu.

5. PITANJE: Da li se pri naelektrisavanju tela stvara naelektrisanje?

OČEKIVANI ODGOVOR: Pri naelektrisavanju tela ne stvara se naelektrisanje, ono se samo razdvaja i prenosi sa tela na telo.

6. PITANJE: Šta se tada dešava sa ukupnim brojem pozitivnih i negativnih elementarnih naelektrisanja na telu?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ukupan broj pozitivnih i negativnih elementarnih naelektrisanja na telu ostaje nepromenjen.

7. PITANJE: Koja je jedinica usvojena za jedinicu količine naelektrisanja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Jedinica koja je usvojena za jedinicu količine naelektrisanja je kulon (C).

GLAVNI DEO ČASA

UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA. NAELEKTRISAVANJE TELA.

Već su Stari Grci zapazili da preslice od čilibara, kada se sa njima prede, privlače vunena vlakna. Prema legendi Grčki filozof **Tales** iz Mileta 590. godine pre naše ere prvi je uočio da protrljani ili zagrejani čilibar privlači luke predmete. Zbog ove svoje osobine, čilibar su Sirijci zvali "kamen kradljivac", a Persijanci "kradljivac slame". U to vreme to su bile i ostale samo uočene, ali ne povezane pojave čiji se uzrok nastanka pripisiva bogovima. Ove pojave koje mi danas nazivamo električnim, povezuju se tek blizu dva i po milenijuma nakon Talesovog ogleda, radovima Gilberta.

Po analogiji sa Talesovim ogledom u kojem protrljani čilibar privlači luke predmete, demonstriraćemo sledeći ogled.

OGLEĐENJE: Za demonstraciju ovog ogleda potreban nam je jedan plastični lenjir i komadići hartije. Kad plastični lenjir protrljamo kroz suvu kosu i prinesemo ga komadićima hartije, on ih privlači.

PITANJE: Šta mislite, zašto plastični lenjir protrljan kroz suvu kosu privlači komadiće hartije?

OČEKIVANI ODGOVOR: Plastični lenjir protrljan kroz suvu kosu privlači komadiće hartije, zato što se naelektrisao.

U antičkom periodu je ova pojava "nanelektrisano telo", odnosno da neko telo privlači druga laka tela, tumačena na osnovu postojanja duše u njima. Danas za neko telo kažemo da je nanelektrisano, ako sadrži višak pozitivnih ili negativnih elementarnih nanelektrisanja.

Kao posledica ovoga, negativno nanelektrisana tela sadrže veći broj elektrona od broja protona, a pozitivno nanelektrisana tela sadrže manji broj elektrona od ukupnog broja protona u jezgru tog tela.

Najjednostavniji način nanelektrisavanja tela je trenjem.

PITANJE: Da li vam se pri češljanju plastičnim češljem dešavalo da vam se pramenovi kose podižu u pravcu kretanja češlja i da vam to otežava češljanje, a da se pri tom i čuje pucketanje? Šta mislite, zašto se to dešava?

OČEKIVANI ODGOVOR: Da, pri češljanju plastičnim češljem, pramenovi kose podižu se u pravcu kretanja češlja i to otežava češljanje, a ovo se dešava stoga što su se i češlj i kosa nanelektrisali. Izvestan broj elektrona prešao je sa kose na češlj, pa se češlj nanelektrisao negativno, a kosa pozitivno.

Da vidimo šta se dešava ako se staklena šipka protrlja svilenom tkaninom.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda potrebna nam je staklena šipka, svilena tkanina i komadići hartije. Kad staklenu šipku protrljamo svilenom tkaninom i prinesemo komadićima hartije, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad staklenu šipku protrljamo svilenom tkaninom i prinesemo komadićima hartije, ona ih privlači. Iz ovog zaključujemo da se staklena šipka naelektrisala usled trljanja svilenom tkaninom.

Ovim ogledom smo pokazali kako se tela mogu naelektrisati putem trenja, kao i to da tela u električnom stanju imaju sposobnost da deluju na druga tela tako da ova mogu vršiti kretanje, ukoliko su pokretna. Za tela u električnom stanju kažemo da deluju električnom silom na druga tela (električna i neelektrična).

Pojam električne sile u nauku o elektricitetu prvi uvodi **Gilbert** 1630. godine. Po njemu je ova sila privlačna i nastaje trenjem tela, a tela dovedena u to stanje naziva električnim telima.

Definicija električne sile:

Električne sile između dva tela javljaju se samo kada su oba tela ili bar jedno telo nanelektrisano.

Električna sila može delovati i privlačno i odbojno.

Nanelektrisana tela uvek privlače druga tela koja nisu nanelektrisana. Pored staklene šipke i plastičnog lenjira i mnoga druga tela kao čilibar, sumpor, pečatni vosak, polivinil itd., kada se protrljaju pokazuju svojstvo da izvesno kratko vreme privlače laka tela.

Nanelektrisavanje tela trenjem objašnjava se prelaskom elektrona sa jednog na drugo telo. Utvrđeno je da se pri trenju staklene šipke svilenom tkaninom nanelektriše i tkanina i to negativno, a zbog prelaska elektrona sa stakla na svilenu tkaninu, staklena šipka se nanelektriše pozitivno. Slično se dešava i pri trenju plastične šipke krvnom. Ovde elektroni prelaze sa krvna na šipku, pa se ona nanelektriše negativno.

Da postoje dve različite vrste elektriciteta, zapazio je još u XVIII veku **Dife** na osnovu svojih ogleda sa zlatnim listićem. Naime, on je svojim ogledima utvrdio da ako nanelektrisani zlatni listić odbije staklo, njega onda privlači smolasta materija i obratno. Te na osnovu ovog ogleda jednu vrstu elektriciteta on naziva "staklastom", a drugu "smolastom".

Nešto kasnije **Bendžamin Frenklin** označava nanelektrisanu staklenu šipku kao pozitivnu (+), a smolastu nanelektrisanu šipku kao negativnu (-).

Da se tela mogu nanelektrisati i dodirom sa drugim nanelektrisanim telima prvi je primetio **Grej**, već 1729. godine. Grej je pri vršenju jednog ogleda sa nanelektrisanom staklenom cevi, primetio da zapušači od plute, kojima je

zatvorio cev odbijaju paperje. To je značilo da se pluta nanelektrisala i bez trenja usled dodira sa nanelektrisanom staklenom cevi.

Potvrda ovoga, kao i to da se dva nanelektrisana tela mogu privlačiti ili odbijati daje nam sledeći ogled.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo staklenu šipku, svilenu tkaninu i dva električna klatna. Električno klatno se sastoji od jedne drške na kojoj o svilrenom koncu visi kuglica od zovine srži.

Kada staklenu šipku protrijamo svilrenom tkaninom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna postavljena jedan blizu drugoga, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad staklenu šipku protrijamo svilrenom tkaninom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, zapažamo da se kuglice odbijaju.

Ako ponovimo ogled, a umesto staklene koristimo ebonitnu šipku koju trljamo o krvno i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, šta zapažamo?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kada ebonitnu šipku trljamo krvnom i njome nanelektrišemo kuglice dva električna klatna, zapažamo da se kuglice odbijaju.

Medutim, ako sad jednu kuglicu nanelektrišemo elektricitetom koji se nalazi na staklenoj šipci, a drugu elektricitetom koji se nalazi na ebonitnoj šipci, šta se dešava sa kuglicama?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako jednu kuglicu nanelektrišemo elektricitetom koji se nalazi na staklenoj šipci, a drugu elektricitetom koji se nalazi na ebonitnoj šipci kuglice će se medjusobno privlačiti.

Iz ovih ogleda sledi važan zaključak: tela se privlače ako su nanelektrisana suprotnim vrstama nanelektrisanja, a odbijaju se ako su nanelektrisana istim vrstama nanelektrisanja.

ELEKTROSKOP I ELEKTROMETAR.

Da li je neko telo nanelektrisano, jednostavno se proverava pomoću elektroskopa i elektrometra.

Prvi elektroskop konstruisao je **Gilbert** 1600. godine.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo elektroskop i nanelektrisanu šipku. Elektroskop se sastoji od dve elektrode – jedna je spoljašnja metalna kutija sa prozorom, a druga je unutrašnja (centralna) elektroda, takođe metalna. Donji deo centralne elektrode nosi dva aluminijumska listića, a gornji deo je provučen kroz materijal koji sprečava kretanje elektriciteta, tj. koji ne provodi elektricitet, a smešten je na kućištu i završava sa pločom ili kuglicom.

Kada nisu naelektrisani listići elektroskopa vise vertikalno jedan pored drugoga. Kada se preko ploče prevuče naelektrisanom šipkom, listići se razmaknu. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Kad se preko ploče elektroskopa prevuče naelektrisanom šipkom, listići se razmaknu zato što su naelektrisani istim vrstama naelektrisanja. Tada je elektroskop naelektrisan, jer razmaknuti listići na njemu pokazuju da je telo, koje dodiruje njegovu ploču direktno ili preko nekog provodnika naelektrisano.

Ako elektroskop ima skalu pomoću koje se meri veličina razmaka njegovih listića, onda on može da služi za kvantitativno merenje količine elektriciteta. Takav elektroskop sa skalom zove se **elektrometar**.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo dva elektrometra. Jedan ćemo naelektrisati staklenom šipkom, a drugi ebonitnom šipkom. Naelektrisavanje vršimo sve dok njihove kazaljke ne skrenu do istog podeljka, odnosno dok se oba elektrometra ne naelektrišu istim količinama naelektrisanja.

Ako zatim kuglice elektrometra spojimo metalnom šipkom, kazaljke se vraćaju u nulti položaj. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako kuglice elektrometra spojimo metalnom šipkom, kazaljke se vraćaju u nulti položaj, zato što se jednakе količine naelektrisanja suprotnog znaka međusobno neutrališu.

U ovom ogledu neutralizacija je izvršena kroz metalnu žicu i zato se za metale kaže da su dobri provodnici naelektrisanja. Njihova provodljivost se objašnjava postojanjem slobodnih elektrona. Osim metala dobri provodnici su i grafit, vlažna zemlja, čovekovo telo.

Medutim, ako umesto metalne šipke preko kuglica naelektrisanih elektrometara stavimo drveni ili plastični lenjir, kazaljke se ne pomeraju, tj. elektrometri ostaju naelektrisani. Zašto?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ako umesto metalne šipke preko kuglica naelektrisanih elektrometara stavimo drveni ili plastični lenjir, kazaljke se ne pomeraju, tj. elektrometri ostaju naelektrisani zato što su drvo i plastika loši provodnici naelektrisanja.

Za drvo, plastiku, polivinil, gumu, hartiju, ulje, vazduh itd., kažemo da su izolatori. Njihova loša provodljivost potiče od male koncentracije slobodnih elektrona u njihovoј unutrašnjosti.

Podelu tela na **provodnike i neprovodnike** (izolatore) izvršio je Grej još 1729. godine.

Kada se dodirnu dva metalna provodnika od kojih je samo jedan nanelektrisan, sva količina nanelektrisanja se za vrlo kratko vreme rasporedi na oba provodnika. Ukoliko su provodnici istog oblika i dimenzija, posle razdvajanja oba će biti nanelektrisana istim količinama nanelektrisanja.

Na kraju bi interesantno bilo postaviti pitanje: da li je masa negativno naelektrisanog tela veća od mase pre naelektrisanja i da li se pozitivnim naelektrisavanjem masa tela smanjuje?

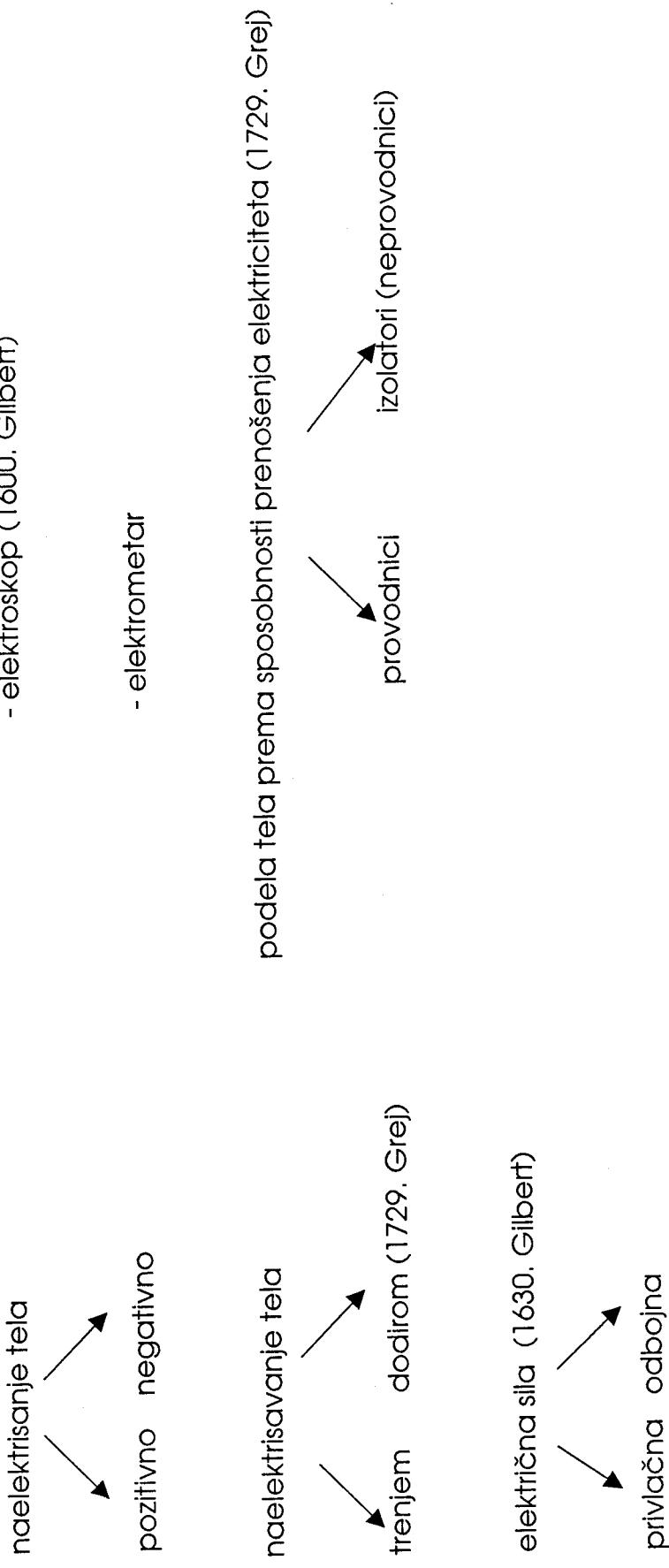
OČEKIVANI ODGOVOR: Promene mase tela kada se ona negativno i pozitivno naelektrišu ne mogu se utvrditi ni na sjavremenijim vagama, jer se trenjem ne mogu odstraniti svi elektroni, nego samo oni koji su slabo vezani za jezgro, a osim toga tela pokazuju električna svojstva, već pri minimalnim promenama odnosa broja naelektrisanih čestica.

ZAVRŠNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Kada je telo nanelektrisano?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Telo je nanelektrisano ako sadrži višak pozitivnih ili negativnih elementarnih nanelektrisanja.
- 2. PITANJE:** Kako može delovati električna sila?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Električna sila može delovati i privlačno i odbojno.
- 3. PITANJE:** Ko prvi uvodi pojam električne sile u nauku o elektricitetu?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Prvi koji uvodi pojam električne sile u nauku o elektricitetu bio je Gilbert.
- 4. PITANJE:** Kad se tela privlače, a kada odbijaju?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Tela se privlače ako su nanelektrisana suprotnim vrstama nanelektrisanja, a odbijaju se ako su nanelektrisana istim vrstama nanelektrisanja.
- 5. PITANJE:** Kako se zovu instrumenti pomoću kojih se utvrđuje da li je neko telo nanelektrisano i ko je prvi konstruisao elektroskop?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Instrumenti pomoću kojih se utvrđuje da li je neko telo nanelektrisano zovu se elektroskop i elektrometar, a prvi elektroskop konstruisao je Gilbert.
- 6. PITANJE:** Kako delimo sva tela s obzirom na prenošenje elektriciteta i ko je prvi izvršio takvu podelu?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Sva tela s obzirom na prenošenje elektriciteta delimo na provodnike i izolatore, a ovaku podelu tela prvi je izvršio Grej još 1729. godine.

PLANTABLE

UZAJAMNO DELOVANJE NAELEKTRISANIH TELA. NALEKTRISAVANJE TELA.



NAZIV ŠKOLE: OSNOVNA ŠKOLA "OGNJEN PRICA"

MESTO: KOLUT

NAZIV PREDMETA: FIZIKA

RAZRED I ODELJENJE: VIII

DATUM: APRIL 2001. godine

**PRIPREMA ZA IZVODJENJE NASTAVNOG ČASA
(BEZ ISTORIJSKIH ELEMENATA)**

NASTAVNA TEMA: ELEKTRIČNA STRUJA

NASTAVNA JEDINICA: ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI. ZAŠTITA OD
VISOKOG NAPONA.

ZADACI NASTAVNE JEDINICE:

- Sticanje osnovnih znanja iz nastavne teme električna struja.
- Upoznavanje učenika sa električnim pojavama u atmosferi, kao i zaštitom od visokog napona.
- Osposobljavanje za samostalno rešavanje problema vezanih za ovu nastavnu jedinicu.
- Osposobljavanje za primenu stečenih znanja iz obradjene nastavne jedinice.

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

METODA: Monološka

OBLIK RADA: Frontalni

NASTAVNA SREDSTVA: Tabla, kreda, grafoskop.

VREMENSKA ARTIKULACIJA ČASA:

uvodni deo časa: 5 - 10 min.

glavni deo časa: 25 – 30 min.

završni deo časa: 5 – 10 min.

UVODNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Šta nazivamo električnom strujom?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Električnom strujom nazivamo usmereno kretanje nanelektrisanih čestica (elektrona, jona i dr.) kroz provodnik.

- 2. PITANJE:** Čemu je brojno jednaka jačina električne struje u provodniku?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Jačina električne struje u provodniku brojno je jednaka količini nanelektrisanja koja protekne kroz poprečni presek provodnika za jednu sekundu.

- 3. PITANJE:** Koja je jedinica usvojena za jedinicu jačine električne struje?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Jedinica koja je usvojena za jedinicu električne struje je amper (A).

- 4. PITANJE:** Kako se naziva uređaj za merenje napona na polovima izvora električne struje ili na nekom drugom delu kola?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Uredjaj za merenje napona na polovima izvora električne struje ili na nekom drugom delu kola naziva se voltmeter.

- 5. PITANJE:** Čemu je brojno jednaka jačina električnog polja u nekoj tački?
- OČEKIVANI ODGOVOR:** Jačina električnog polja u nekoj tački brojno je jednaka sili kojom to polje deluje na jedinicu količine nanelektrisanja tela koje se nalazi u toj tački.

GLAVNI DEO ČASA

ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI. ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA.

U vazduhu uvek ima elektriciteta. Elektricitet koji se javlja pri mirnom vremenu i vedrom nebu nazivamo **normalni atmosferski elektricitet** za razliku od **elektriciteta nepogoda**, koji se javlja u atmosferi pri rđavom vremenu kao na primer pri kiši, snegu, olujama i gradu.

U normalnom stanju vazduh uvek ima izvestan broj pozitivnih i negativnih jona.

PITANJE: Šta mislite, šta sve može da izazove ionizaciju vazduha?

OČEKIVANI ODGOVOR: Ionizaciju vazduha može da izazove radioaktivno zračenje koje potiče od radioaktivnih materijala prisutnih u Zemlji, zatim ultraljubičasti zraci, kao i kosmički zraci.

Pošto jedan deo ultraljubičastih zraka, naročito kratkih talasa koji se nalaze u Sunčevim zracima, apsorbuju gornji slojevi atmosfere, oni se usled toga jako ionizuju. Ovaj sloj atmosfere koji obiluje jonima naziva se **jonosfera ili Hevisajdov sloj**.

Hevisajdov sloj je dobar provodnik struje. U tom sloju vazduha, pozitivni joni se kreću ka Zemljinoj površini, a negativni joni ka višim slojevima atmosfere.

Veliko nagomilavanje elektriciteta nastaje na oblacima, a naročito "nepogodnim oblacima". To su oni ogromni, niski i pepeljasto zatvorene boje oblaci koji se obrazuju leti, naročito za vreme oluje.

Kod oluje nastaje podizanje jednog sloja vazduha na veliku visinu usled naglog zagrevanja tla na jednom mestu. Širenjem i podizanjem tog sloja vazduha nastaje nagla kondenzacija vodene pare, a krupne vodene kapi se u ovoj jakoj vazdušnoj struci raspršuju u sitne kapljice. Pri tome se vodene kapljice nanelektrišu pozitivno, a u vazduhu nastaje veliki broj negativnih jona.

Nakon svega do sada rečenog, šta mislite šta je to munja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Munja je električno pražnjenje izmedju dva oblaka u vidu dugačke varnice.

GRAFOSKOP - opis slike koja nam pokazuje kako je pozitivno električni oblak približivši se drugom oblaku, koji nije bio električan (ili nekom predmetu na Zemlji, tornju, fabričkom dimnjaku, ...) influencijom izazvao na bližem suprotan, a na daljem kraju elektricitet iste vrste.

Ako je pri tome električan napon dovoljan da probije vazduh, električno pražnjenje izvrši se u vidu svetle i dugačke linije, koja je iskrivudana i ima više grana, a nazivamo je munja.

Dužina munje može da bude od 10 do 15 km, dok je vreme pražnjenja vrlo kratko, manje od pedesetog dela sekunde.

Posle bleska munje čuje se grmljavina, koja nastaje usled naglog širenja usijanog vazduha.

PITANJE: Šta mislite, šta nazivamo gromom?

OČEKIVANI ODGOVOR: Gromom nazivamo električno pražnjenje izmedju oblaka i objekata na Zemlji.

Grom uvek udara onom putanjom, koja je bolji provodnik. Uzdignuti predmeti naročito sa metalnim šiljcima najpodesniji su objekti u koje udara grom. Stoga za vreme nepogoda treba objekte kupastog oblika izbegavati.

Da je munja električno pražnjenje suprotnih vrsta elektriciteta, izmedju dva oblaka, dokazao je u XVIII veku fizičar **Bendžamin Frenklin** konstruišući zmaja sa šiljkom.

Pošto je delovanje groma često i razorno, kuće danas čuvamo od groma pomoću **gromobrana**, kojeg je još 1753. godine konstruisao **B.Frenklin**. Frenklin je konstrukciju gromobrana zasnovao na dejstvu šiljaka, jer je uočio da se naglo električno pražnjenje električnog provodnika može izvršiti kad mu se približi šiljak (dejstvo šiljaka), kao i to da sa šiljka koji se nalazi na električnom provodniku struji vazduh (električni vetar). Ovu činjenicu upravo potvrđuje sledeći ogled.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo metalnu kuglu sa šiljkom, elektrostatičku mašinu i sveću. Kada metalnu kuglu sa šiljkom nanelektrišemo pomoću elektrostatičke maštine pa šiljku približimo plamen sveće, plamen se povija pod dejstvom vazdušne struje na suprotnu stranu od šiljka. Zbog tog strujanja jona i molekula vazduha sa šiljka, po zakonu akcije i reakcije nastaje potiskivanje šiljka unazad. Ovo potiskivanje šiljka može doći do izražaja, ako je šiljak lako pokretljiv.

GRAFOSKOP (OPIS GROMOBRANA)

Gromobran se pravi u obliku metalne šipke sa šiljkom na vrhu i postavlja na najviši deo objekta koji se štiti. Šipka je debljim provodnikom - žicom ili metalnom trakom povezana sa zemljom. Da bi spoj bio bolji, provodnik je vezan za bakarnu ploču ukopanu u zemlji.

Bezbedna zona koju štiti ovakav gromobran ima oblik kupe. Njen vrh je u šiljku gromobrana, a prečnik njene osnove približno je jednak

udaljenosti vrha šiljka od tla. Gromobran ima ulogu da spreči udar groma, ili bar da ga odvede u zemlju kako ne bi oštetio kuću.

Ako treba zaštiti od groma neku veću zgradu, na nju se postavlja više gromobrana, a u novije vreme se koriste mrežasti gromobrani, koji takođe moraju biti u dobrom spoju sa zemljom.

Kako električno pražnjenje traje koliko i blesak munje, to je svaka opasnost posle bleska munje prošla, pa je i samim tim strah od grmljavine neopravdan.

Da bi smo na otvorenom prostoru bili bezbedni od udara groma, treba da pazimo da za vreme nevremena ne stojimo pod usamljenim visokim drvetom, niti na čistom prostoru gde bismo bili najviša tačka. Kada sevaju munje treba se udaljiti od metalnih predmeta i alatki.

ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA

Naponi u električnoj mreži u Evropi su obično od 220 V do 380 V, redje 110 V, dok su naponi u mrežama dalekovoda znatno viši – iznose nekoliko hiljada do nekoliko stotina hiljada volta.

Ovakvi izvori snage predstavljaju opasnost u slučaju neispravnog rukovanja, neznanja i nediscipline korisnika, kao i u slučaju neispravnosti same instalacije ovih izvora. Iako instalaciona tehnika danas veoma uspešno obezbeđuje korisnike od pogrešnog rukovanja, većina udesa je upravo posledica prethodno navedenih uzroka.

Da sam dodir sa provodnikom koji se nalazi pod visokim naponom ne predstavlja opasnost, već protok struje – dokaz je to što ptice mogu bez posledica da slete na trolnu žicu tramvaja ili železnice koja je na naponu od nekoliko stotina volta u odnosu na šine. Međutim, ptica koja bi dugačkom tankom žicom u kljunu sletela na trolni vod i to tako da drugi kraj žice dodiruje zemlju, stradala bi gotovo trenutno.

Pri prolasku jake električne struje kroz tkiva oslobadja se velika količina energije koja izaziva opekotine. Međutim, opasnost je znatno veća pri prolasku manjih i kratkotrajnih struja u blizini srca, jer može da dodje do poremećaja, pa i do zastoja njegovog rada.

Nadražaji koje izaziva prolazak struje izazivaju grčenje mišića, tako da se često unesrećeni ne može sam oslobođiti dodira sa predmetom pod naponom, te spasilač da bi pružio pomoć unesrećenom, mora prekinuti vezu dovoda struje ili pomoći izolatorskih predmeta mora odvojiti unesrećenog od takvih izvora. Tek tada se može pružiti neposredna pomoć.

Naponi od 10 – 20 V ne izazivaju strujne udare, ali mogu da užare provodnike kroz koje struja teče, pa tako mogu izazvati opekotine ili požar.

Prema tome, i pri radu sa takvim izvorima mora se voditi računa o opasnostima.

ZAVRŠNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Šta je jonosfera?
OČEKIVANI ODGOVOR: Jonosfera je pozitivno nanelektrisani sloj atmosfere.
- 2. PITANJE:** Šta nazivamo munjom?
OČEKIVANI ODGOVOR: Munjom nazivamo električno pražnjenje izmedju dva oblaka u vidu dugačke varnice.
- 3. PITANJE:** Šta nazivamo gromom?
OČEKIVANI ODGOVOR: Gromom nazivamo električno pražnjenje izmedju oblaka i objekata na Zemlji.
- 4. PITANJE:** Kakva je uloga gromobrana?
OČEKIVANI ODGOVOR: Uloga gromobrana je da štiti ljudе i objekte od udara groma.

P L A N T A B L E

ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI. ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA.

jonosfera

gromobran (B.Frenklin 1753.)

munja

zaštita od visokog napona

grom

NAZIV ŠKOLE: OSNOVNA ŠKOLA "OGNJEN PRICA"

MESTO: KOLUT

NAZIV PREDMETA: FIZIKA

RAZRED I ODELJENJE: VIII

DATUM: APRIL 2001. godine

**PRIPREMA ZA IZVODJENJE NASTAVNOG ČASA
(SA ISTORIJSKIM ELEMENTIMA)**

NASTAVNA TEMA: ELEKTRIČNA STRUJA

NASTAVNA JEDINICA: ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI, ZAŠTITA OD
VISOKOG NAPONA.

ZADACI NASTAVNE JEDINICE:

- Sticanje osnovnih znanja iz nastavne teme električna struja.
- Upoznavanje učenika sa električnim pojavama u atmosferi, kao i zaštitom od visokog napona.
- Osposobljavanje za samostalno rešavanje problema vezanih za ovu nastavnu jedinicu.
- Osposobljavanje za primenu stečenih znanja iz obradjene nastavne jedinice.

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

METODA: Monološka

OBLIK RADA: Frontalni

NASTAVNA SREDSTVA: Tabla, kreda, grafički instrumenti.

VREMENSKA ARTIKULACIJA ČASA:

uvodni deo časa: 5 - 10 min.

glavni deo časa: 25 – 30 min.

završni deo časa: 5 – 10 min.

UVODNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Šta nazivamo električnom strujom?
OČEKIVANI ODGOVOR: Električnom strujom nazivamo usmereno kretanje nanelektrisanih čestica (elektrona, jona i dr.) kroz provodnik.
- 2. PITANJE:** Čemu je brojno jednakja jačina električne struje u provodniku?
OČEKIVANI ODGOVOR: Jačina električne struje u provodniku brojno je jednakoj količini nanelektrisanja koja protekne kroz poprečni presek provodnika za jednu sekundu.
- 3. PITANJE:** Koja je jedinica usvojena za jedinicu jačine električne struje?
OČEKIVANI ODGOVOR: Jedinica koja je usvojena za jedinicu električne struje je amper (A).
- 4. PITANJE:** Kako se naziva uređaj za merenje napona na polovima izvora električne struje ili na nekom drugom delu kola?
OČEKIVANI ODGOVOR: Uredjaj za merenje napona na polovima izvora električne struje ili na nekom drugom delu kola naziva se voltmeter.
- 5. PITANJE:** Čemu je brojno jednakja jačina električnog polja u nekoj tački?
OČEKIVANI ODGOVOR: Jačina električnog polja u nekoj tački brojno je jednakoj sili kojom to polje deluje na jedinicu količine nanelektrisanja tela koje se nalazi u toj tački.

GLAVNI DEO ČASA

ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI. ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA.

U nemogućnosti da objasne grom, munju i druge pojave u atmosferi ljudi su nekada verovali da se ove pojave dešavaju voljom nekih viših sila.

Tako se verovalo da je munja "zapaljeni vetar", pa zatim da munju stvaraju sunčevi zraci zarobljeni u oblacima.

Ovako su ljudi nekada tumačili munju. A šta vi mislite, šta je to munja?

OČEKIVANI ODGOVOR: Munja je električno pražnjenje izmedju dva oblaka u vidu dugačke varnice.

Da je munja električno pražnjenje suprotnih vrsta elektriciteta izmedju dva oblaka, dokazao je **Bendžamin Frenklin** kada je 22.06.1752. godine za vreme oluje pomoću zmaja od svilene marame sa metalnim šiljkom, iz ključa koji je držao u ruci, a za koji je bio vezan kanap zmaja, izvukao varnice opasne po život. Razlog zbog koga Frenklin nije nastradao prilikom izvodjenja ovog ogleda je taj što je već bio upoznat sa opasnostima od električnih pražnjenja, jer je pred Božić 1752. godine ubijajući čurku pražnjenjem iz dva veća nanelektrisana balona doživeo udar i onesvestio se.

Danas znamo da u vazduhu uvek ima elektriciteta. Elektricitet koji se javlja pri mirnom vremenu i vedrom nebu nazivamo **normalni atmosferski elektricitet** za razliku od **elektriciteta nepogoda**, koji se javlja u atmosferi pri rdjavom vremenu, kao na primer pri kiši, snegu, olujama i gradu.

U normalnom stanju vazduh uvek ima izvestan broj pozitivnih i negativnih jona.

PITANJE: Šta mislite, šta sve može da izazove jonizaciju vazduha?

OČEKIVANI ODGOVOR: Jonizaciju vazduha može da izazove radioaktivno zračenje koje potiče od radioaktivnih materijala prisutnih u Zemlji, zatim ultraljubičasti zraci, kao i kosmički zraci.

Pošto jedan deo ultraljubičastih zraka, naročito kratkih talasa koji se nalaze u Sunčevim zracima, apsorbuju gornji slojevi atmosfere, oni se usled toga jako ionizuju. Ovaj sloj atmosfere koji obiluje jonima naziva se **jonosfera ili Hevisajdov sloj**.

Hevisajdov sloj je dobar provodnik struje. U tom sloju vazduha, pozitivni joni se kreću ka Zemljinoj površini, a negativni joni ka višim slojevima atmosfere.

Veliko nagomilavanje elektriciteta nastaje na oblacima, a naročito "nepogodnim oblacima". To su oni ogromni, niski i pepeljasto zatvorene boje oblaci koji se obrazuju leti, naročito za vreme oluje.

Kod oluje nastaje podizanje jednog sloja vazduha na veliku visinu usled naglog zagrevanja tla na jednom mestu. Širenjem i podizanjem tog sloja vazduha nastaje nagla kondenzacija vodene pare, a krupne vodene kapi se u ovoj jakoj vazdušnoj struji raspršuju u sitne kapljice. Pri tome se vodene kapljice nanelektrišu pozitivno, a u vazduhu nastaje veliki broj negativnih jona.

GRAFOSKOP - Opis slike koja nam pokazuje kako je pozitivno električni oblak približivši se drugom oblaku, koji nije bio električan (ili nekom predmetu na Zemlji, tornju, fabričkom dimnjaku, ...) influencijom izazvao na bližem suprotan, a na daljem kraju elektricitet iste vrste.

Ako je pri tome električan napon dovoljan da probije vazduh, električno pražnjenje izvrši se u vidu svetle i dugačke linije, koja je iskrivudana i ima više grana, a nazivamo je munja.

Dužina munje može da bude od 10 do 15 km, dok je vreme pražnjenja vrlo kratko manje od pedesetog dela sekunde.

Posle bleska munje čuje se grmljavina, koja nastaje usled naglog širenja usijanog vazduha.

PITANJE: Šta mislite, šta nazivamo gromom?

OČEKIVANI ODGOVOR: Gromom nazivamo električno pražnjenje izmedju oblaka i objekata na Zemlji.

Grom uvek udara onom putanjom, koja je bolji provodnik. Uzdignuti predmeti naročito sa metalnim šiljcima najpodesniji su objekti u koje udara grom. Stoga za vreme nepogoda treba objekte kupastog oblika izbegavati.

Da grom predstavlja veliku opasnost za ljude i životinje prvi je uočio B. Frenklin, koji je nakon svog eksperimenta sa zmajem, 1753. godine konstruisao gromobran, čiji je zadatak ne samo da izvlači elektricitet iz oblaka, već i da sprovodi munju kada do nje dodje. Frenklin je konstrukciju gromobrana zasnovao na dejstvu šiljaka, jer je uočio da se naglo električno pražnjenje električnog provodnika može izvršiti kad mu se približi šiljak (dejstvo šiljaka), kao i to da sa šiljka koji se nalazi na električnom provodniku struji vazduh (električni vetar). Ovu činjenicu upravo potvrđuje sledeći ogled.

OGLED: Za demonstraciju ovog ogleda koristićemo metalnu kuglu sa šiljkom, elektrostaticku mašinu i sveću. Kada metalnu kuglu sa šiljkom nanelektrišemo pomoću elektrostaticke mašine pa šiljku približimo plamen

sveće, plamen se povija pod dejstvom vazdušne struje na suprotnu stranu od šiljka. Zbog tog strujanja jona i molekula vazduha sa šiljka, po zakonu akcije i reakcije nastaje potiskivanje šiljka unazad. Ovo potiskivanje šiljka može doći do izražaja ako je šiljak lako pokretljiv.

GRAFOSKOP (OPIS GROMOBRANA)

Gromobran se pravi u obliku metalne šipke sa šiljkom na vrhu i postavlja na najviši deo objekta koji se štiti. Šipka je debljim provodnikom - žicom ili metalnom trakom povezana sa zemljom. Da bi spoj bio bolji, provodnik je vezan za bakarnu ploču ukopanu u zemlji.

Bezbedna zona koju štiti ovakav gromobran ima oblik kupe. Njen vrh je u šiljku gromobrana, a prečnik njene osnove približno je jednak udaljenosti vrha šiljka od tla. Tako još od 1753. godine, pa sve do danas mi čuvamo kuće od udara groma pomoću gromobrana.

Ako treba zaštititi od groma neku veću zgradu, na nju se postavlja više gromobrana, a u novije vreme se koriste mrežasti gromobrani, koji takođe moraju biti u dobrom spaju sa zemljom.

Kako električno pražnjenje traje koliko i blesak munje, to je svaka opasnost posle bleska munje prošla, pa je i samim tim strah od grmljavine neopravдан.

Da bi smo na otvorenom prostoru bili bezbedni od udara groma, treba da pazimo da za vreme nevremena ne stojimo pod usamljenim visokim drvetom, niti na čistom prostoru gde bismo bili najviša tačka. Kada sevaju munje treba se udaljiti od metalnih predmeta i alatki.

ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA

Naponi u električnoj mreži u Evropi su obično od 220 V do 380 V, redje 110 V, dok su naponi u mrežama dalekovoda znatno viši – iznose nekoliko hiljada do nekoliko stotina hiljada volta.

Ovakvi izvori snage predstavljaju opasnost u slučaju neispravnog rukovanja, neznanja i nediscipline korisnika, kao i u slučaju neispravnosti same instalacije ovih izvora. Iako instalaciona tehnika danas veoma uspešno obezbeđuje korisnike od pogrešnog rukovanja, većina udesa je upravo posledica prethodno navedenih uzroka.

Da sam dodir sa provodnikom koji se nalazi pod visokim naponom ne predstavlja opasnost, već protok struje – dokaz je to što ptice mogu bez posledica da slete na trolnu žicu tramvaja ili železnice koja je na naponu od nekoliko stotina volta u odnosu na šine. Međutim, ptica koja bi dugačkom tankom žicom u kljunu sletela na trolni vod i to tako da drugi kraj žice dodiruje zemlju, stradala bi gotovo trenutno.

Pri prolasku jake električne struje kroz tkiva oslobadja se velika količina energije koja izaziva opeketine. Međutim, opasnost je znatno veća pri prolasku manjih i kratkotrajnih struja u blizini srca, jer može da dodje do poremećaja, pa i do zastoja njegovog rada.

Nadražaji koje izaziva prolazak struje izazivaju grčenje mišića, tako da se često unesrećeni ne može sam oslobođiti dodira sa predmetom pod naponom, te spasilac da bi pružio pomoć unesrećenom, mora prekinuti vezu dovoda struje ili pomoći izolatorskih predmeta mora odvojiti unesrećenog od takvih izvora. Tek tada se može pružiti neposredna pomoć.

Naponi od 10 – 20 V ne izazivaju strujne udare, ali mogu da užare provodnike kroz koje struja teče, pa tako mogu izazvati opeketine ili požar.

Prema tome, i pri radu sa takvim izvorima mora se voditi računa o opasnostima.

ZAVRŠNI DEO ČASA
PITANJA - OČEKIVANI ODGOVORI

- 1. PITANJE:** Šta je jonasfera?
OČEKIVANI ODGOVOR: Jonasfera je pozitivno nanelektrisani sloj atmosfere.
- 2. PITANJE:** Šta nazivamo munjom?
OČEKIVANI ODGOVOR: Munjom nazivamo električno pražnjenje izmedju dva oblaka u vidu dugačke varnice.
- 3. PITANJE:** Šta nazivamo gromom?
OČEKIVANI ODGOVOR: Gromom nazivamo električno pražnjenje izmedju oblaka i objekata na Zemlji.
- 4. PITANJE:** Kakva je uloga gromobrana i ko ga je konstruisao?
OČEKIVANI ODGOVOR: Uloga gromobrana je da štiti ljudi i objekte od udara groma, a konstruisao ga je Bendžamin Frenklin 1753. godine .

PLANTABLE

ELEKTRIČNE POJAVE U ATMOSFERI. ZAŠTITA OD VISOKOG NAPONA.

ionosfera

gromobran (B.Franklin 1753.)

munja

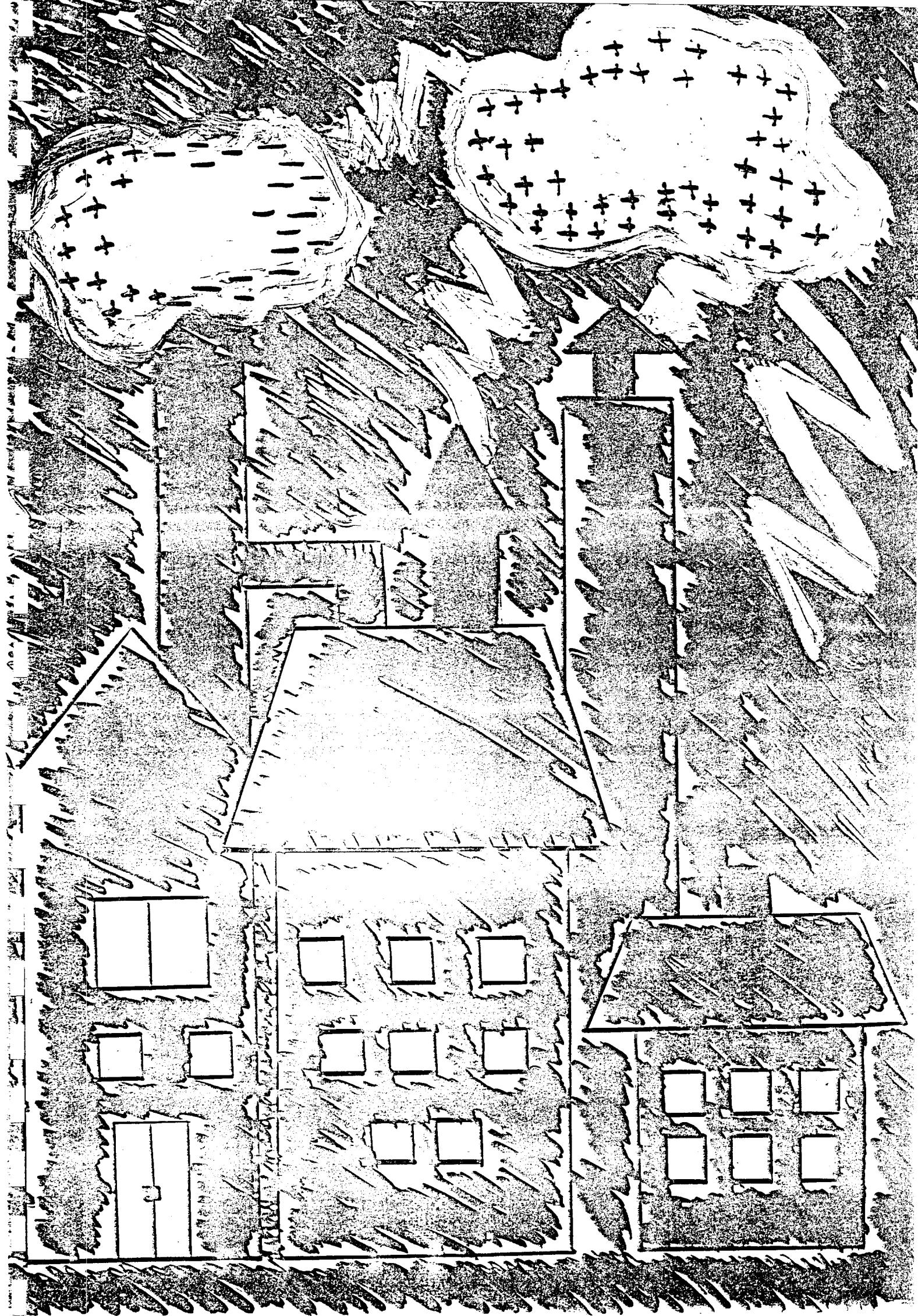
zaštita od visokog napona

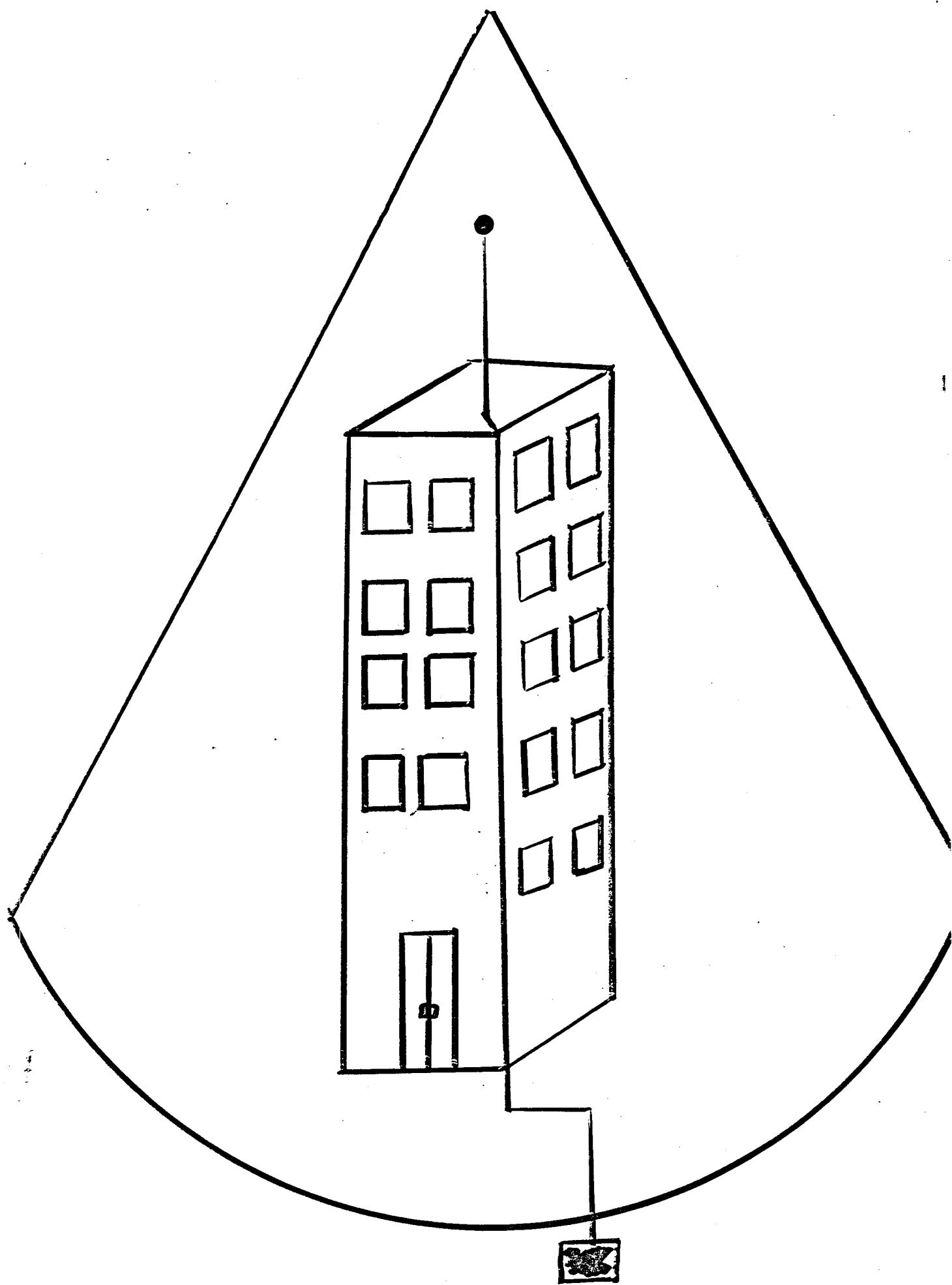
grom

FOLIJE ZA GRAFOSKOP

PRVA FOLIJA - slika koja pokazuje kako je pozitivno električni oblak približivši se drugom oblaku, koji nije bio električan (ili nekom predmetu na Zemlji, tornju, fabričkom dimljaku, ...) influencijom izazvao na bližem suprotan, a na daljem kraju elektricitet iste vrste.

DRUGA FOLIJA - slika gromobrana.





ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio višestruk. Pre svega, želela sam u dogovoru sa mentorom, da teorijski osvetlim jedno delikatno pitanje, kad se radi o metodici nastave prirodnih nauka uopšte. To je upotreba istorijskih elemenata u nastavi. Naime, dok je kod društvenih nauka istorijski pristup izučavanju neizbežan, u prirodnim naukama se po pravilu izbegava. Razlog za ovo je da se u relativno kratkom vremenu moraju izneti ne samo osnovni pojmovi i obrasci, već i dostići nivo primene (rešavanje zadataka i laboratorijska praksa). Stoga, zaista nema vremena da se iznesu mnogobrojna lutanja i stranputice u razvoju nauke. S druge strane ovakav pristup je doveo do toga da i neki zaista neophodni istorijski elementi ostanu izostavljeni.

Zato je u prvom poglavlju ovog rada detaljno analizirana funkcija istorijskih elemenata u nastavi fizike i pokazano da postoje situacije u kojima njihova upotreba pomaže boljem razumevanju i usvajanju gradiva, a što je posebno važno, neki primeri imaju i veću vaspitnu vrednost. Naravno, osnovni problem je naći pravu meru upotrebe istorijskih elemenata. Za ovo je potrebno u svakom konkretnom slučaju rešiti "slagalicu". Da naši rezultati ne bi bili samo teorijskog značaja, u drugom poglavlju su izloženi i analizirani primeri iz istorije fizike, koji su vezani za oblast elektriciteta na nivou nastave VIII-og razreda osnovne škole. Razlog za ovako opširno izlaganje je ideja da bi ovaj materijal uz neke izmene mogao da posluži i nastavnicima u konkretnom radu. Naravno, istorijski pristup je mnogo opširniji nego što se može iskoristiti u konkretnoj situaciji i zato su u trećem poglavlju data dva primera korišćenja ovih elemenata, kroz konkretne pripreme određenih predavanja. Ono što svakako nedostaje je provera u praksi, od strane ovog diplomca-mene, ali su razgovori sa starijim kolegama potvrdili da istorijski elementi, upotrebљeni na pravom mestu i u pravo vreme mogu zaista doprineti, kako boljem razumevanju gradiva, tako i razvijanju razmišljanja.

Već i letimični pregled priprema za čas, pokazuje da na prvi pogled uvodjenje istorijskih elemenata povećava obim izlaganja. Zato je neophodno dalje razradjivati ovaj pristup u smislu da ne bi trebalo sve istorijske elemente iskoristiti u delu časa posvećenom izlaganju novog gradiva, već poneki detalj ostaviti za utvrđivanje na kraju časa ili čak za čas ponavljanja i utvrđivanja gradiva, gde on može da deluje i kao dobrodošlo "osveženje".

LITERATURA

- 1. MILORAD MLADJENOVIC - RAZVOJ FIZIKE (MEHANIKA)**
IRO GRADJEVINSKA KNJIGA, BEOGRAD, 1986.
- 2. MILORAD MLADJENOVIC - RAZVOJ FIZIKE (ELEKTROMAGNETIZAM)**
IRO GRADJEVINSKA KNJIGA, BEOGRAD, 1987.
- 3. MILORAD MLADJENOVIC I MIRKO JAKŠIĆ - ISTORIJA KLASIČNE FIZIKE**
(ZA UČENIKE SREDNJIH ŠKOLA),
ZAVOD ZA UDŽBENIKE I NASTAVNA SREDSTVA, BEOGRAD I ZAVOD ZA UDŽBENIKE, NOVI SAD, 1993.
- 4. BRANKO DJURIĆ - VELIKI FIZIČARI**
TEHNIČKA KNJIGA, BEOGRAD, 1964.
- 5. ĐORDJE MUŠICKI - UVOD U TEORIJSKU FIZIKU III - ELEKTRODINAMIKA SA TEORIJOM RELATIVNOSTI**
GRADJEVINSKA KNJIGA, BEOGRAD, 1982.
- 6. BRANKO DJURIĆ I ŽIVOJIN ĆULUM - FIZIKA III - ELEKTRICITET I MAGNETIZAM**
NAUČNA KNJIGA, BEOGRAD, 1966.
- 7. DRAGIŠA IVANOVIĆ, MILAN RASPOPOVIĆ, JEZDIMIR TOMIĆ, ĐURO KRMPOTIĆ, DRAGOMIR KRPIĆ, BOJANA NIKIĆ - FIZIKA ZA VIII RAZRED OSNOVNE ŠKOLE**
ZAVOD ZA UDŽBENIKE I NASTAVNA SREDSTVA, BEOGRAD, 1988.
- 8. SLUŽBENI GLASNIK RS - PROSVETNI GLASNIK**
STR. 37-38, BROJ 5, BEOGRAD, AVGUST 1995.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj (RBJ):

Identifikacioni broj (IBR):

Tip dokumentacije (TD): Monografska dokumentacija

Tip zapisa (TZ): Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada (VR): Diplomski rad

Autor (AU): Dragana Dozet, br. dos. 222/94

Mentor (MN): Doc. dr. Dušan Lazar, redovni profesor, PMF-a, Novi Sad

Naslov rada (NR): Elementi istorijskog pristupa nastavi fizike u osnovnoj školi

- primer nauke o elektricitetu u VIII razredu

Jezik publikacije (JP): Srpski (latinica)

Jezik izvoda (JI): Srpski

Zemlja publikovanja (ZP): SR Jugoslavija

Uže geografsko područje (UGP): Vojvodina

Godina (GO): 2001.

Izdavač (IZ): Autorski reprint

Mesto i adresa (MA): PMF, Trg Dositeja Obradovića 4, 21000 Novi Sad

Fizički opis rada (FO): (broj poglavlja/strana/lit. citata/tabela/slika/grafika/priloga)
(3/80/0/0/13/0/6)

Naučna oblast (NO): Fizika

Naučna disciplina (ND): Metodika nastave fizike

Predmetna odrednica/ključne reči (PO): Fizika, elektricitet, električna struja, električni napon, električno polje, istorija fizike, metodika nastave

UDK:

Čuva se (ČU): Biblioteka Instituta za fiziku, PMF, Novi Sad

Važna napomena (VN): nema

Izvod (IZ): Cilj ovog rada je bio da se osvetli funkcija korišćenja istorijskih elemenata u nastavi fizike. Kako bi ovo samo za sebe bilo isuviše suvoparno, onda je to odmah i ilustrovano na primeru nastave elektriciteta u VIII razredu osnovne škole. Tu su u konkretnim slučajevima dati primjeri iz istorije fizike, a ujedno je analizirana njihova funkcija. Struktura ovog rada je sledeća: prvo poglavlje bavi se funkcijom istorijskih elemenata u nastavi fizike, drugo se bavi pozivanjem na značajne istorijske dogadjaje u proučavanju pojava vezanih za elektricitet u odgovarajućim nastavnim jedinicama. Treće poglavlje daje primere priprema za čas bez i sa istorijskim elementima

Datum prihvatanja teme od NN veća (DP): 09.04.2001.

Datum odbrane (DO): 24.04.2001.

Članovi komisije (KO):

Predsednik : dr Darko Kapor; redovan profesor PMF-a

Član: Doc. dr Dušan Lazar; redovan profesor PMF-a

Član: dr Jaroslav Slivka; redovan profesor PMF-a

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number (ANO):

Identification number (INO):

Document type (DT): Monographic document

Type of record (TR): Textual printing material

Contents code (CC): Final paper

Author (AU): Dragana Dozet, 222/94

Mentor (MN): Doc. dr Dušan Lazar, Full Professor FNSM, Novi Sad

Title (TI): Historical elements regarding physics classes in Elementary school

-example for electricity science

Language of text (LT): Serbian

Language of abstracts (LA): Serbian

Country of publication (CP): Yugoslavia

Locality of publication (LP): Vojvodina

Publication year (PY): 2001.

Publisher (PU): Authors reprint

Publ. Place (PP): Faculty of Natural Sciences and Mathematics

Physical description (PD): (chapters/pages/literature/tables/pictures/graphs/additional lists): (3/80/0/0/13/0/6)

Scientific field (SF): Physics

Scientific discipline (SD): Scholastic system of physics

Subject/key words (SKW): physics, electricity, power, electric field, history of physics

UC:

Holding date (HD): Institute of Physics library

Note (N): none

Abstract (AB): The aim of this work was to indicate the function of using historical elements in physics teaching. To make this more dynamic, it was illustrated with the example of teaching electricity to VIII class students of the elementary school. The structure of the work is as follows: section I is dedicated to the general use of historical elements in physics teaching. Section II lists important historical moments in the study of electricity, related to corresponding teaching units. Section III includes the materials for the lecture preparation both with and without historical elements, for two particular lessons.

Accepted by the Scientific Board on (ASB): 09.04.2001.

Defended (DE): 24.04.2001.

Thesis defend Board (DB):

President: dr Darko Kapor; Full Professor

Member: Doc. dr Dušan Lazar; Full Professor

Member: dr Jaroslav Slivka; Full Professor