



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Obrada tematske jedinice:
Elektrostatika - Kulonov zakon i Električno
polje za osmi razred osnovne škole
- diplomski rad -

Mentor:
dr Dušan Lazar

Kandidat:
Funčík Jan

Novi Sad, 2016

Zahvalnica

Zahvaljujem se dr Dušanu Lazaru, mentoru ovog rada, na pruženoj pomoći, svim korisnim sugestijama, kao i na odvojenom vremenu za konsultacije i velikom strpljenju.

Hvala!

Sadržaj

1. Uvod.....	4
2. Didaktički metodi.....	6
2.1. Planiranje toka časa.....	8
3. Opšta teorija elektrostatike.....	9
3.1. Istorija naelektrisanja	9
3.2. Kulonov zakon	12
3.3. Uzajamno dejstvo naelektrisanih tela	13
3.4. Električno polje.....	15
3.4.1 Linije električnog polja.....	16
4. Pisane pripreme za izvođenje časova	18
4.1. Priprema za izvođenje časa 1	19
4.2. Priprema za izvođenje časa 2	23
4.3. Priprema za izvođenje časa 3	25
4.4. Priprema za izvođenje časa 4	28
5. Zaključak.....	32
6. Literatura	33

1. Uvod

Ovaj diplomski rad je posvećen prevashodno profesorima fizike, koji predaju u osnovnoj školi i predstavlja jedan od mogućih načina prenošenja znanja učenicima. Naime, fizika kao nauka od učenika zahteva adekvatan “matematički i abstraktan“ način razmišljanja, kako bi učenici razumeli određene oblasti fizike. Da bi učenici stekli nova znanja, nastava fizike, pre svega, mora biti adekvatno koncipirana. Osim toga, nastavnik mora da nađe najbolji način kako da prenese svoje znanje korišćenjem odgovarajućih metoda, didaktičkih principa i savremenih sredstava. Da bi nastava bila u duhu savremenih tendencija i bila prijemčiva za učenike, nastavnik mora neprekidno da radi i na svom ličnom usavršavanju. Potrebno je da se u predavanjima ugrađuju novi elementi, koji će poboljšati efikasnost procesa učenja i stvaranja novih veština kod učenika.

Diplomski rad se bavi obradom nastavne teme Elektrostatika za osmi razred osnovne škole. Cilj rada je da ponudi nove načine i metode, koje profesori mogu birati u skladu sa nastavnim zadacima i sadržajem gradiva, kako bi kvalitetnije preneli znanje učenicima. Usvajanje znanja i stvorene veštine će učenici moći da iskoriste praktično u realnim radnim okolnostima i zadacima.

Elektrostatika je oblast, koja je sama po sebi jako interesantna. Bitno je da profesor pobudi interesovanje učenika, zaintrigira ih, da bi im podstakao želju za otkrivanjem prirodnih zakona koji vladaju oko nas. S obzirom na to da fizika kao nauka u osnovnoj školi, još uvek predstavlja neku vrstu “bauka” za učenike ovog uzrasta, potrebno je naći što bolje primere, kako prikazati lepotu fizike u takvoj formi, da njima bude atraktivnija.

Kod klasičnog pristupa obrade ove nastavne jedinice učenici se sreću sa novim pojmovima gde će raditi sa naelektrisanjem, električnim poljem, elektroskopom, rešavanjem računskih zadataka... Tradicionalnim metodama održavanja nastave učenici stiču znanje, između ostalog, i putem klasičnih demonstracionih vežbi, koje prikazuju fizičke pojave i zakonitosti. Ovakav pristup je potpuno opravdan što se tiče same nauke, ali u praksi se pokazalo da klasične metode nastave nedovoljno motivišu današnje učenike. Razlog tome je što način na koji im se gradivo prezentuje, nije dovoljno primamljiv. S obzirom na to, da je u školama još uvek dominantan klasičan metod nastave, neophodno ga je prilagoditi savremenoj eri. Uvesti primenu sredstava savremene tehnologije i podići nivo interaktivnosti učenika. Oni mnogo lakše prihvataju vizuelne forme prikaza gradiva i na taj način efektivnije uče. Zbog toga bi nastavnici trebalo da ponude sadržaj, koji se radije gleda i opaža, nego predaje i sluša. Korišćenjem predmeta i materijala iz svakodnevnog života u demonstracionim vežbama podstičemo razvijanje radoznalosti i interesa za fizičke pojave, kao i istraživački pristup prirodnim naukama. Na taj način učenicima nastava deluje interesantnijom u poređenju sa klasičnim pristupom, a pri tom postoji mogućnost da aparaturu za izvođenje demonstracionih vežbi prave sami, što znatno doprinosi ideji o većem angažmanu učenika.

U ovom radu biće predstavljeni demonstracioni ogledi koji su atraktivnijeg karaktera u poređenju sa klasičnim pristupom, odabrani tako da učenicima približe fiziku kroz igru i prikažu interesantne pojave, koje se manifestuju prilikom dejstva električnog polja. Pošto zadata tema sadrži veliki broj mogućih eksperimentalnih vežbi, smatram, da je potrebno da u toku nastave učenici sami učestvuju u izradi eksperimenta. Primeri će biti prikazani u pripremi časova, a cilj ovakvog pristupa je upravo taj da učenici kroz igru dođu do zaključka o fizičkim zakonima. Samim tim, fizika, kao nauka, postaće interesantna u očima učenika.

Takođe, pošto danas živimo u eri u kojoj dominira tehnologija, smatram da je potrebno uvesti ovaj resurs u nastavu.

Tehnologija nam je omogućila brži prenos informacija, kao i to da budu dostupne u svako doba i na bilo kom mestu s obzirom na to, da učenici danas skoro bez izuzetka poseduju računar i/ili mobilni telefon. Postoje web aplikacije koje se koriste u fizici i dostupne su za korišćenje, pa mogu biti integrisane u proces nastave. Time bi se nastava odvijala u okruženju, koje je prilagođeno današnjim učenicima, a u cilju podsticanja njihovog interesovanja za nauku, što je i inicijalna ideja ovog diplomskog rada.

Diplomski rad se sastoji iz uvoda, četiri poglavlja i literature.

U prvom poglavlju opisani su didaktički metodi i oblici rada predviđenih za korišćenje u nastavi, kao i planiranje nastavne jedinice.

Drugo poglavlje je posvećeno izučavanju naelektrisanja kroz istoriju, Kulonovom zakonu i električnom polju.

Treće poglavlje sadrži pisane pripreme za časove na zadatu temu, kao i prikaz toka časa. Opisani su i demonstracioni eksperimenti, koji mogu da se koriste u nastavi.

U četvrtom poglavlju je dat zaključak.

2. Didaktički metodi

Metod rada označava pristup koji nastavnik koristi u obradi date nastavne jedinice.

U nastavi fizike se najčešće primenjuju sledeći nastavni metodi:

- **Monološki metod** - odnosi se na usmeno izlaganje, gde nastavnik kroz opisivanje, obrazlaganje i objašnjavanje izlaže sadržaj date nastavne jedinice.

Ovaj metod je vremenski vrlo ekonomičan jer se na ovaj način najbrže može izložiti novo gradivo, ali se ne preporučuje često korišćenje zbog niskog nivoa učeničke aktivnosti tokom nastave.

Postoje situacije kada je primena ovog metoda sasvim opravdana, a to su početni časovi na kojima se izlaže gradivo koje je učenicima nepoznato, pa je nemoguće upotrebiti dijaloški metod.

Takođe, ovaj metod se povremeno može koristiti kod uopštavanja ili sistematizacije gradiva. Monološki metod je daleko primereniji za više nivo nastave (fakultetska nastava);

- **Dijaloški metod** se realizuje kroz dijalog između nastavnika i učenika, pri čemu je nastavnik taj koji vodi razgovor.

Aktivnost učenika je daleko veća nego kod monološkog metoda. Kod primene ovog metoda treba voditi računa da svi učenici u razredu budu aktivni i uključeni u razgovor.

- **Metod rada na tekstu** odnosi se na korišćenje udžbenika ili neke šire literature koju učenici samostalno obrađuju.

Ovaj metod je koristan jer razvija samostalnost kod učenika i navikava ih da koriste udžbenik i literaturu u procesu učenja.

Na taj način učenici su prinuđeni da samostalno uoče i izdvoje bitne pojmove i suštinu izučavanog gradiva.

- **Metod demonstracije** podrazumeva izvođenje demonstracionih oglada, pokazivanje modela ili prikazivanje slajdova i sl.

- **Metod praktičnih i laboratorijskih radova** podrazumeva rad u okviru različitih radionica i izvođenje laboratorijskih vežbi, a veoma je zastupljen i popularan u nastavi fizike.

Za pravilan izbor i uspešnu primenu nastavnih metoda nastavnik mora u potpunosti poznavati karakteristike datog metoda, njegove pozitivne i negativne strana, kao i mogućnosti primene datog metoda u određenom tipu časa. Izbor nastavnih metoda određen je sadržajem nastavne jedinice, raspoloživim nastavnim sredstvima, iskustvom i afinitetima nastavnika, strukturom odeljenja i drugim uslovima rada.

Preporučuje se primena metoda koji podrazumeva veću angažovanost učenika i podstiče njihovu aktivnost u toku nastavnog procesa.

Oblik rada određuje način organizovanja nastave i grubo opisuje nivo aktivnosti učenika i nastavnika u nastavnom procesu. Uglavnom se primenjuju sledeći oblici rada:

frontalni, grupni, u parovima, individualni i kombinovani:

- **Frontalni oblik rada** podrazumeva rad sa svim učenicima i predstavlja istovremeno poučavanje svih učenika u razredu;

- **Rad u grupi** podrazumeva samostalni rad učenika po grupama, pri čemu zadaci koje grupe dobijaju mogu biti diferencirani (svaka grupa dobija svoj zadatak) ili isti za sve grupe. Ovaj oblik rada je uobičajen kod izvođenja laboratorijskih vežbi;

- **Rad u paru** je sličan radu u grupama, ali je kod ovog oblika rada marginalizovan problem komunikacije među članovima grupe, koji je česta pojava kod grupnog oblika rada. S druge strane, primena ovog oblika rada je zahtevnija po pitanju pripreme i organizacije.

- **Individualni oblik rada** se najčešće koristi za časove provere znanja, a u okolnostima bolje opremljenosti laboratorije može se koristiti i za časove laboratorijskih vežbi. Ovaj oblik rada ne treba mešati sa individualnom nastavom i procesom individualizacije nastave.

Važno je znati da svaki oblik i metod rada imaju svoje prednosti i nedostatke a nastavnik na osnovu konkretnih uslova rad treba da odabere onaj koji će najefikasnije dovesti do ostvarivanja ciljeva datog nastavnog časa.

2.1. Planiranje toka časa

Planiranje toka časa ili takozvana struktura časa podrazumeva da se čas sastoji iz tri dela koja treba precizno isplanirati i vremenski artikulirati.

- **Uvodni deo časa** uglavnom traje pet do deset minuta. U okviru ovog dela učenici se upoznaju sa ciljem časa. Ovaj deo se takođe koristi za ponavljanje već poznatih pojmova koji će se pominjati u toku časa i za proveru domaćih zadataka.

- **Glavni deo časa** se koristi za ostvarivanje postavljenog cilja i kompletnu realizaciju zadataka časa. Ukoliko se radi o času obrade novog gradiva, mora se voditi računa o tome da novi pojmovi koji se prezentuju učenicima moraju biti povezani sa prethodno naučenim gradivom i, koliko god je to moguće, izvedeni iz već postojećih znanja učenika. Uzročno-posledična povezanost pojmova olakšava razumevanje i podiže kvalitet znanja dok svaki skok ili praznina u znanju ima suprotan efekat. Veoma je važno da nastavnik pravilno proceni obim i nivo znanja koje učenici već poseduju. Izlaganje, pitanja i odgovori treba naizmenično da se smenjuju tokom časa. Nastavnik postavlja pitanja i koristi ih kao niz logičkih dilema koje proizilaze jedna iz druge da bi povezao već naučeno gradivo i poznate pojmove sa onima koje učenici tek treba da usvoje. Pitanja treba da budu sadržajna i formulirana tako da podstiču učenike na razmišljanje. Treba imati u vidu da je uloga nastavnika da koordinira čas i da podstiče aktivnost učenika jer se cilj časa može ostvariti samo kroz zajedničku aktivnost i angažovanje učenika i nastavnika.

Glavni deo časa uglavnom traje od 30 do 35 minuta.

- **Završni deo časa** se koristi za sumiranje rezultata, ponavljanje važnih pojmova i zadavanje domaćih zadataka. Obično traje pet do deset minuta. U ovom delu časa učenike treba podstaći da postavljaju pitanja i traže dodatna objašnjenja ukoliko im nešto nije dovoljno jasno. Tokom završnog dela časa nastavnik treba da obezbedi povratnu informaciju na osnovu koje će proceniti stepen usvojenosti novih znanja kod učenika.

Sva tri pomenuta dela treba da budu usklađena i povezana u jednu skladnu celinu, a sam tok časa mora biti logičan i dosledan.

3. Opšta teorija elektrostatike

3.1. Istorija naelektrisanja

Saznanje o elektricitetu potiče iz perioda od 600. godine pre nove ere kada je grčki filozof Tales iz Mileta opisao pojavu da ćilibar, protrljan vunom, privlači lake deliće materije.

Kasnije se ispostavilo da se i drugi materijali mogu naelektrisati: razne vrste smole, tvrda guma, staklo, porcelan i drugi.

Engleski fizičar Vilijam Gilbert (William Gilbert, 1544-1603), značajan eksperimentalni istraživač, proučavao je naelektrisanje trenjem i magnetizam i na osnovu tih istraživanja podelio sve materijale u dve grupe:

- materijale koji su u stanju da se naelektrišu i koje je nazvao “elektrici”,
- materijale koji nisu u stanju da se naelektrišu, koje je nazvao “neelektrici”.

Kasnije se pokazalo da razlika između ove dve grupe materijala nije u njihovoj sposobnosti da budu naelektrisani, već u sposobnosti da zadrže naelektrisanje na onom mestu gde je i nastalo, odnosno, da provode elektricitet. Danas ove materijale nazivamo izolatorima i provodnicima.

Izolatori (dielektrici) su materijali koji nemaju lako pokretljive elektrone. Tipični izolatori su nemetali: staklo, plastične mase, keramika, guma i drugi. Važno je istaći da u prirodi ne postoje idealni izolatori, jer svi materijali makar u maloj meri provode elektricitet.

Materijali koji imaju lako pokretljive elektrone nazivaju se provodnici. Tipični provodnici su metali: srebro, zlato, bakar, aluminijum i drugi. Materijali koje nazivamo provodnicima provode elektricitet 10¹⁵ do 10²⁰ puta bolje od izolatora.

Osim izolatora i provodnika, izdvaja se i treća grupa materijala, poluprovodnici. Poluprovodnici su negde između provodnika i izolatora, odnosno umereno se suprotstavljaju kretanju nosilaca elektriciteta. Najvažniji poluprovodnici su silicijum, germanijum, galijum arsenid i drugi.

Vrste naelektrisanja. Kao rezultat proučavanja naelektrisanih tela, odnosno njihovih uzajamnih dejstava, ustanovljeno je da se neka među njima privlače, a neka odbijaju. Na primer, staklena šipka i komad svilene tkanine pre nego što se protrljaju ne pokazuju nikakve međusobne mehaničke sile, a nakon trljanja međusobno se privlače. Slično, ako se svilenom tkaninom protrljaju dve staklene šipke i krajevi ovih šipki približe, delovaće međusobno odbojnim silama.

Dugo se ovaj fenomen objašnjavao tzv. dualističkom teorijom, po kojoj se pretpostavljalo da postoje dve vrste naelektrisanja, “staklasto” i “smolasto” (engl.: “vitreous” i “resinous”). Američki fizičar Bendžamin Franklin (Benjamin Franklin) je u 18. veku postavio tzv. unitarističku hipotezu, po kojoj postoji samo jedna vrsta elektriciteta, koja je u

izvesnoj meri prisutna u svim nenaelektrisanim telima, odnosno telima koja su u električno neutralnom stanju. Prema ovoj hipotezi višak ovog naelektrisanja iznad normalnog stanja (označeno znakom +) odgovara “staklastom” naelektrisanju, a manjak naelektrisanja (obeležen znakom -) odgovara i “smolastom” naelektrisanju.

Prema današnjoj, dualističkoj teoriji postoje dve vrste elektriciteta (naelektrisanja), konvencionalno nazvane “pozitivni” i “negativni”, koje se obeležavaju odgovarajućim algebarskim znacima. Danas se zna da se u nenaelektrisanom stanju u svakom telu nalazi velika količina i jedne i druge vrste naelektrisanja, ali u istoj količini, tako da je algebarski zbir svih naelektrisanja jednak nuli. Neko telo je naelektrisano samo ako postoji višak naelektrisanja jednog znaka.

Konvencionalna upotreba algebarskih znakova za različite vrste naelektrisanja u skladu je sa našim shvatanjem karaktera sila međusobnog dejstva dveju naelektrisanih tela. Dva tela naelektrisana naelektrisanjima istog znaka uvek se odbijaju, što je u skladu sa činjenicom da je proizvod dva broja istog algebarskog znaka uvek pozitivan. Sa druge strane, naelektrisanja različitih algebarskih znakova se privlače, što odgovara činjenici da je proizvod dva broja različitih algebarskih znakova negativan.

Na osnovu današnjeg poznavanja električnih pojava, i pozitivni i negativni elektricitet imaju diskretnu strukturu i javljaju se u elementarnim kvantima elektriciteta. Količina elektriciteta, ili količina naelektrisanja, ili električno opterećenje predstavlja konačan skup elementarnih količina elektriciteta. Nosilac elementarne negativne količine naelektrisanja je elektron, a pozitivne proton i pozitron. Pozitron je nepostojan i ne ulazi u postojani sastav materije.

Električni neutralno telo sadrži podjednak broj elektrona i protona. Za telo se kaže da je negativno naelektrisano ako sadrži više elektrona nego protona, a pozitivno naelektrisano ako sadrži višak protona. Naelektrisanje tela opisuje se fizičkom veličinom koja se naziva količina naelektrisanja, a koja se obeležava simbolom Q ili q (veliko slovo se upotrebljava za vremenski nepromenjive, a malo slovo za vremenski promenjive količine elektriciteta).

Merenje naelektrisanja. Uređaj za dokazivanje postojanja naelektrisanja na metalnim telima naziva se elektroskop. Dodirom metalnog naelektrisanog tela i šipke elektroskopa, deo naelektrisanja pređe na šipku, odnosno kazaljku elektroskopa. Zbog toga što su obe kazaljke istoimeno naelektrisane dolazi do odbojne sile i otklona pokretne kazaljke elektroskopa. Ukoliko postoji i baždarena skala za određivanje naelektrisanja raspoređenog na šipki i na kazaljki, tada se ovaj instrument naziva elektrometar.

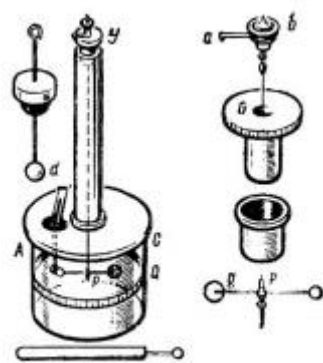
Elektrostatička indukcija. Osim naelektrisanja trenjem, odnosno dodirom, postoji i naelektrisanje putem elektrostatičke indukcije, odnosno bez direktnog dodira. U prvom slučaju, prilikom dodira dvaju materijala elektroni koji se nalaze uz površinu jednog materijala prelaze na drugi, tako da se na prvom obrazuje manjak, a na drugom višak elektrona. U slučaju elektrostatičke indukcije, ako se neko pozitivno naelektrisano telo donese u blizinu neke metalne, električno neutralne elektrode, deo elektrona u metalnoj

elektrodi biće privučen ka onoj strani površine koja je bliža naelektrisanom telu, tako da će se ta strana naelektrisati negativno, a suprotna strana, zbog manjka elektrona, pozitivno.

Princip održanja količine elektriciteta je jedan od osnovnih principa materijalnog sveta. Prema klasičnoj formulaciji ovog principa, broj pozitivnih i negativnih kvanata naelektrisanja u prirodi je nepromenjiv. U procesu naelektrisavanja trenjem elektroni prelaze sa jednog tela na drugo, a u naelektrisavanju putem elektrostatičke indukcije vrši se preraspodela elektrona, odnosno, u oba slučaja nema nikakvog stvaranja naelektrisanja.

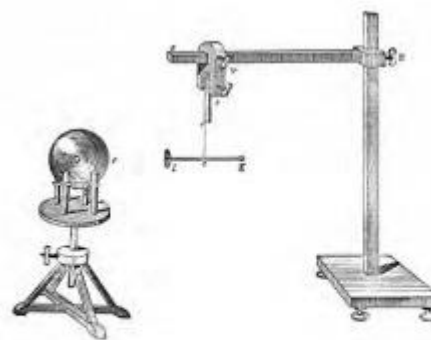
3.2. Kulonov zakon

Postoje dve vrste naelektrisanja, pozitivno i negativno, što uslovljava privlačenje i odbijanje naelektrisanih tela. Kulon (Charles Augustin de Coulomb 1736 - 1806) je svojim radovima dao opšti zakon međusobnog delovanja naelektrisanih tela na nekom rastojanju. On je 1785. godine demonstrirao inverzni kvadratni zakon, pomoću precizne torzione vage, kojom mogu da se mere veoma male sile. Ova vaga je dobila ime po njemu Kulonova torziona vaga.



Kulonova torziona vaga

Slika 1.1



Kulonov uređaj za različita naelektrisanja

Slika 1.2

Njegova otkrića čine prvu kvantitativnu bazu za matematički prikaz zakona električne sile, koji utvrđuje da dva električno naelektrisana tela, čija veličina je mala u odnosu na udaljenost između njih, deluju jedno na drugo s jednakim i suprotnim silama, koje su obrnuto srazmerne kvadratu njihove međusobne udaljenosti. Kulonova metoda eksperimentalnog određivanja inverznog kvadratnog zakona bila je direktna, kvantitativna i lako razumljiva, pa su njegovi rezultati bili spremno prihvaćeni. To su prvi rezultati iz nauke o elektricitetu, koji su bili objavljeni i široko rasprostranjeni. Tome su znatno doprinela i teoretska razmatranja S. Poasona (Simeon Denis Poisson 1781 – 1842), objavljena u dva memoara 1812. i 1813. godine. U njima je on, uzimajući Kulonov inverzni kvadratni zakon kao fundamentalni postulat, znatno unapredio i upotpunio elektrostatiku upotrebom analogije prema gravitacionoj teoriji, koja je tada bila visoko razvijena. S. Poason je, na osnovu Kulonovog zakona, uveo funkciju $\Phi(x, y, z)$, kojoj doprinose sva naelektrisanja jednog električnog sistema obrnuto proporcionalno s udaljenošću. Petnaest godina kasnije u generalisanju Poasonovih radova o električnim i magnetnim pojavama, Grin (1731 – 1841) daje funkciji Φ univerzalno ime potencijal.

3.3. Uzajamno dejstvo naelektrisanih tela

Rezultantno naelektrisanje atoma koji sadrži jednak broj protona i elektrona jednako je nuli. Kad neko telo sadrži višak elektrona, u odnosu na protone, kaže se da je negativno naelektrisano. U suprotnom, za telo koje ima manjak elektrona, kaže se da je pozitivno naelektrisano. Naelektrisanje q , za koje se u literaturi susreću i nazivi: električno opterećenje, količina elektriciteta, električni naboj, jednako je:

$$q = n \cdot q_e$$

gde je q_e elementarno naelektrisanje.

Tačkastim telima mogu se smatrati ona tela čije su dimenzije zanemarljive u odnosu na njihovo međusobno rastojanje. Ako se tačkasta tela s naelektrisanjima q_1 i q_2 nalaze na rastojanju r (slika 1.3.), onda je intenzitet sile njihovog međusobnog delovanja F jednak sili kojom telo sa naelektrisanjem q_1 deluje na telo sa naelektrisanjem q_2 , odnosno sili kojom telo s naelektrisanjem q_2 deluje na telo sa naelektrisanjem q_1

$$F = \left| \vec{F} \right| = \left| -\vec{F} \right|$$

Makroskopsko svojstvo međusobnog delovanja naelektrisanih tela mehaničkom silom F , za slučaj delovanja dva tačkasta naelektrisanja q_1 i q_2 koja se nalaze u homogenoj sredini na međusobnom rastojanju r , kvantitativno se izražava **Kulonovim zakonom**:

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

k - konstanta srazmernosti koja ima određenu vrednost za neku sredinu
za vakuum $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

q_1, q_2 - količine naelektrisanja

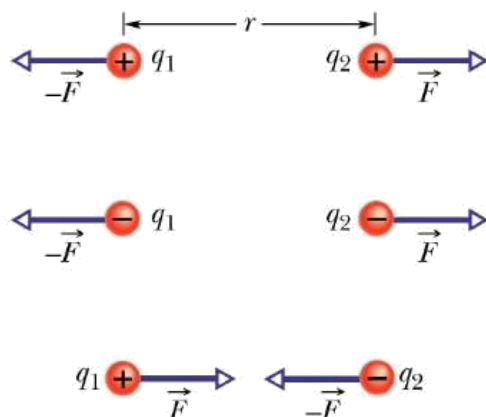
r - rastojanje između naelektrisanih tela

Taj zakon glasi: između dva naelektrisana tela deluje sila koja je srazmerna količinama naelektrisanja na tim telima, a obrnuto srazmerna kvadratu njihovog međusobnog rastojanja.

Eksperimentom (slika 1.3.) je lako dokazati:

Rezultat interakcije dva tela s istom vrstom naelektrisanja (oba pozitivna ili oba negativna) je odbojna sila - \vec{F} .

- Rezultat interakcije dva tela s različitim vrstom naelektrisanja (jedno telo pozitivno, a drugo negativno) je privlačna sila \vec{F} .

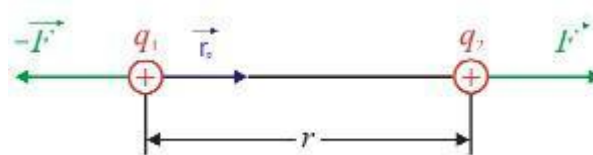


Slika 1.3. Pravac i smer sila za slučaj istoimenih i raznoimenih naelektrisanja

U vektorskom obliku Kulonov zakon električne sile može se zapisati kao:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \vec{r}_0$$

gde je smer jediničnog vektora upravo onaj prikazan na slici 1.4. (od q_1 ka q_2), dok je \vec{F} električna sila kojom naelektrisanje q_1 djeluje na naelektrisanje q_2 . Prema trećem Njutnovom zakonu, i naelektrisanje q_2 deluje na naelektrisanje q_1 silom $-\vec{F}$. Na slici 1.4. označen je smer sile \vec{F} u slučaju istoimenih naelektrisanja. Ako su naelektrisanja raznoimena, \vec{F} ima suprotan smer.



Slika 1.4.

3.4. Električno polje

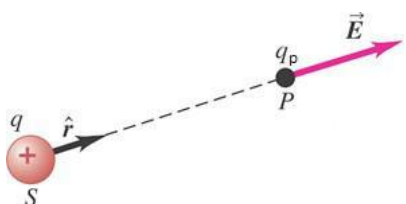
Pod električnim poljem podrazumeva se onaj deo prostora u kome se može primetiti delovanje električnih sila jednog naelektrisanog tela na drugo naelektrisano telo. Kao kvantitativna karakteristika električnog polja uvodi se fizička veličina koja se naziva jačina električnog polja.

Ako se u neku tačku polja (slika 1.5.), na rastojanju \vec{r} od naelektrisanja q , koje je naelektrisalo to polje, unese neko probno naelektrisanje q_p (naelektrisanje koje je tako malo da njegovo polje zanemarljivo deluje na promenu polja izazvanog od naelektrisanja q), onda će, na to uneto naelektrisanje, saglasno Kulonovom zakonu, delovati sila \vec{F} .

Količnik Kulonove sile \vec{F} (između naelektrisanja q i q_p) i vrednosti naelektrisanja q_p predstavlja polje naelektrisanja q u prostoru oko njega:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_p}$$

gde \vec{E} predstavlja veličinu kojom se karakteriše to polje, a koja se naziva **vektor jačine elektrostatickog polja**.



Slika 1.5

Često se Kulonov zakon (elektrostaticka sila koja djeluje na tačkasto naelektrisanje Q koje se nalazi u elektrostatickom polju) izražava u formi:

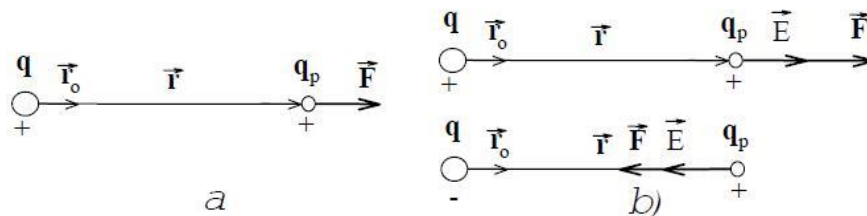
$$\vec{F} = \vec{E} \cdot Q$$

Jačina električnog polja tačkastog naelektrisanja q može se odrediti iz Kulonovog zakona električne sile:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \cdot \vec{r}_0$$

Na slici 1.6 a) prikazano je tačkasto naelektrisanje q i na rastojanju \vec{r} od njega probno naelektrisanje q_p , toliko malo da se njegov uticaj na polje naelektrisanja q može zanemariti, pa se naelektrisanje q može smatrati usamljenim.

Na slici 1.6 b) prikazana su dva slučaja kojima se ilustruje način određivanja pravca i smera vektora jačine elektrostatičkog polja (usamljeno pozitivno i usamljeno negativno tačkasto naelektrisanje).



Slika 1.6 a) Usamljeno tačkasto naelektrisanje, b) Smerovi polja usamljenog tačkastog naelektrisanja.

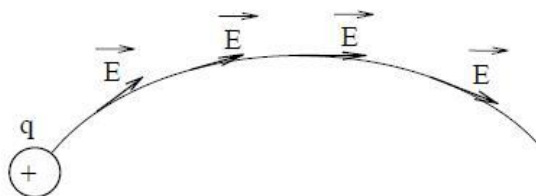
Za određivanje polja, koje potiče od n tačkastih naelektrisanja raspoređenih u prostoru, važi princip superpozicije prema kojem se rezultantna jačina polja može dobiti kao:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

U slučaju da imamo više naelektrisanih tela, električno polje bi bilo jednako vektorskom zbiru polja pojedinih tela. Napomenimo, međutim, da će, iako važi princip superpozicije, unošenje neutralnog tela u električno polje poremetiti to električno polje, te njegovo određivanje postaje veoma složeno i van okvira je interesovanja u ovom radu.

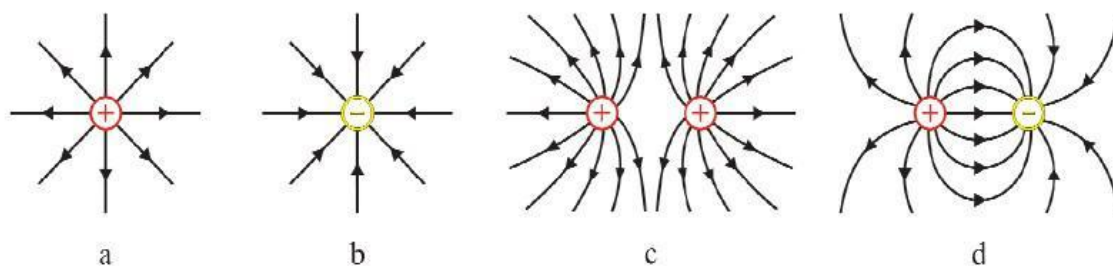
3.4.1 Linije električnog polja

Često matematički model nije dovoljan da bi se stekla potpunija predstava o električnom polju, pa se polje predstavlja geometrijski, pomoću tzv. **linija električnog polja**. Pri tome, linija električnog polja ima svojstvo da joj je tangenta, u bilo kojoj njenoj tački, podudarna sa pravcem vektora jačine polja u toj tački, kako je to prikazano na slici 1.7



Slika 1.7 Smer linije električnog polja

Smer linija polja, prema konvenciji, ide od pozitivno naelektrisanog tela prema negativno naelektrisanom telu. Skup linija polja, koji predstavlja posmatrano polje, naziva se *spektar polja*. Na slici 1.8. prikazani su spektri tipičnih kombinacija tačkastih naelektrisanja.



Slika 1.8 Linije električnog polja za slučajeve: a) Usamljeno tačkasto pozitivno naelektrisanje; b) Usamljeno tačkasto negativno naelektrisanje; c) Jedno pozitivno i drugo pozitivno tačkasto naelektrisanje; d) Jedno pozitivno a drugo negativno tačkasto naelektrisanje.

Površine sa osobinom da linije električnog polja prolaze kroz njih pod pravim uglom nazivaju se **ekvipotencijalne površine**.

Karakteristike linija električnog polja za bilo kakvu raspodelu naelektrisanja su:

- Linije polja imaju početak na pozitivnim naelektrisanjima, a završetak na negativnim, ili u beskonačnosti ukoliko se radi o hipotetičkom slučaju izolovanog (pozitivnog) naelektrisanja.
- Broj linija polja koje polaze sa pozitivno naelektrisanog tela ili dolaze na negativno naelektrisanog tela, je proporcionalan količini naelektrisanja na telima.
- Jačina polja je srazmerna blizini linija.
- U svakoj tački polja, vektor jačine električnog polja ima pravac tangente na liniju polja.
- Linije polja se nikada ne seku.

4. Pisane pripreme za izvođenje časova

U ovom delu rada prikazane su pisane pripreme za izvođenje časova na temu Elektrostatika za učenike osmog razreda. U njima su integrisani klasičan način predavanja i elementi (pomagala), koji su nam dostupni zahvaljujući savremenim sredstvima, kao što su računari i ostali sistemi komunikacije.

U pripremama su opisane obrade novog gradiva. Računski zadaci i provere znanja nisu obrađeni, pošto se koncept rada na zasniva na njima.

Kroz primere, koji će biti opisani u pripremama, akcentat je stavljen na atraktivnije demonstracione vežbe, interesantne praktične vežbe za rad učenika u grupi, integraciju web programa u nastavi i kvalitetniju vizulizaciju putem animacija.

4.1. Priprema za izvođenje časa 1

Fizika, osmi razred

Nastavna tema: Električno polje

Nastavna jedinica: Naelektrisanje tela. Elementarna količina naelektrisanja. Zakon o održanju količine naelektrisanja

Cilj časa: Upoznavanje sa pojavom naelektrisanja tela i zakonom o održanju količine naelektrisanja.

Zadaci časa

Obrazovni: da učenici

- Saznaju šta je elementarno naelektrisanje,
- Razumeju kako se tela mogu naelektrisati,
- Upoznaju zakon o održanju količine naelektrisanja.

Funkcionalni:

- Razvijanje sposobnosti slušanja,
- Razvijanje logičkog mišljenja,
- Razvijanje analitičkog mišljenja,
- Uvežbavanje beleženja.

Vaspitni:

- Pobuđivanje interesovanja za fiziku kao naučnu disciplinu,
- Podsticanje na rad i učenje,
- Podsticanje radoznalosti.

Ključni pojmovi: naelektrisanje tela, pozitivno naelektrisanje, negativno naelektrisanje, elementarno naelektrisanje.

Tip časa: obrada novog gradiva

Metod rada: dijaloški, demonstracioni

Oblik rada: frontalni

Aktivnosti učenika: slušanje, beleženje, učestvovanje u razgovoru.

Nastavna sredstva: plastična i staklena šipka, vuna i komad svile, aluminiski balon napunjen helijumom, elektroskop, elektromer.

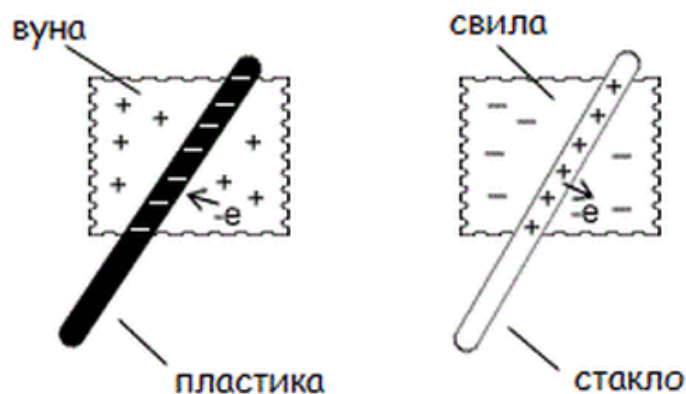
Mogući tok časa

Uvodni deo časa (10 minuta)

U toku sledeća dva meseca izučavaćemo elektrostatiку. To je oblast fizike koja se bavi međusobnim delovanjem naelektrisanih tela (interakcijom naelektrisanja). Demonstrirati učenicima da se dve plastične šipke protrljane vunom međusobno odbijaju, kao i dve staklene šipke protrljane svilenom tkaninom, ali se plastična šipka protrljana vunom i staklena šipka protrljana svilenom tkaninom privlače.

Demonstracija:

Tela se mogu naelektrisati trenjem (ebonitna šipka- krznom; staklena- papirom ili svilenom tkaninom). Naelektrisanje koje se posle trenja pojavljuje na staklenoj šipki naziva se pozitivnim, a naelektrisanje koje se javlja na ebonitnoj šipki naziva se negativnim. Ako telo nema naelektrisanje kažemo da je elektroneutralno.



Slika 2.1

Glavni deo časa (30 minuta)

Nenaelektrisano telo sadrži podjednaku količinu pozitivnog i negativnog naelektrisanja, dok negativno naelektrisana tela imaju višak elektrona, a pozitivno naelektrisana tela manjak elektrona.

Naelektrisanost nekog tela kvantitativno se opisuje fizičkom veličinom koja se naziva količina naelektrisanja (Q). Njena jedinica je kulon (C). Elementarna količina naelektrisanja jednaka je naelektrisanju jednog elektrona i iznosi $1e = -1,6 \cdot 10^{-19}$, C, što je mnogo manje od jednog kulona. Reč "elektron" potiče od starogrčkog naziva za ćilibar.

U klasičnom načinu predavanja usledila bi demonstracija sa elektroskopom. Moj predlog je da se u ovom delu koristi demonstracija sa aluminijskim balonom sa helijumom, gde učenicima možemo prikazati privlačenje raznoimenih naelektrisanja, odbijanje istoimenih, zakon o održanju količine naelektrisanja i uticaj električnog polja na provodnike putem indukcije (u ovom slučaju aluminijski balon).

Razlog ovakvog pristupa je taj, što ovakva demonstracija predstavlja kreativniji pristup prikaza fizičkih zakonitosti, koje učenike podseća na igru, ne osporavajući pri tome važenje istih.

Privlačenje raznoimenih i odbijanje istoimenih naelektrisanja

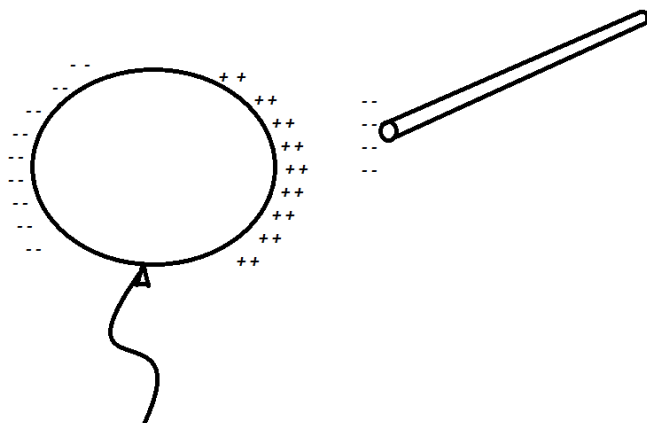


Slika 2.2.

Odbijanje istoimenih naelektrisanja možemo pokazati na sledeći način: prvo ćemo naelektrisati aluminijski balon tako što ćemo ga dodirnuti ebonitnom šipkom koju smo prethodno naelektrisali trljanjem pomoću komada vune. Potom ćemo ebonitnu šipku ponovo naelektrisati trljanjem, te je prineti balonu. Pitati učenike da opišu šta se desilo sa balonom kada smo mu prneli naelektrisanu ebonitnu šipku. Navestu ih da su balon i ebonitna šipka naelektrisana istoimenim naelektrisanjem i zajedno izvesti zaključak: istoimena naelektrisanja se odbijaju.

Zatim naelektrišemo staklenu šipku tako što ćemo je istrljati svilom, te je prineti balonu koju smo prethodno naelektrisali ebonitnom šipkom (važno je da smo prethodno objasnili da postoje dva različita naelektrisanja, jedna koja nastaje na ebonitnoj šipci, a druga koja nastaje na staklenoj šipci kada se šipke istrljaju krznom, odnosno svilom). Ponovo uz pomoć dece opisati šta se desilo sa balonom kada smo mu približili staklenu šipku i izvesti zaključak: raznoimena naelektrisanja se privlače.

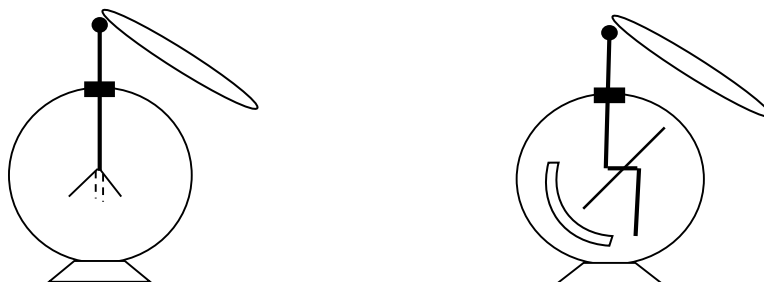
Ovako koncipirana aparatura je pogodna i za prikaz uticaja električnog polja na provodnike putem električne indukcije. Kada naelektrišemo ebonitnu šipku, i prinesemo je balonu, kojem prethodno nismo preneli naelektrisanje, doćiće do blagog privlačenja usled preraspodele naelektrisanja na balonu, pod dejstvom električnog polja preko električne indukcije. Uz dijalog sa učenicima je potrebno izvesti zaključak, da usled delovanja električnog polja putem električne indukcije dolazi do preraspodele naelektrisanja na električno neutralnom balonu, i pošto se raznoimena naelektrisanja privlače, doćiće do privlačenja šipke i balona (slika 2.3.).



Slika 2.3

Takođe, potrebno je pokazati učenicima elektroskop i objasniti kako funkcioniše, ali tek posle navedenih demonstracija. Cilj ovakvog pristupa je da se interesovanje učenika proširi, i da se prikaže način na koji naelektrisanje može da se meri (elektromer, slika 2.4.).

- Elektroskop i elektromer : dve elektrode (kućišta i centralna elektroda)



Slika 2.4.

Završni deo časa (5 minuta)

Podstaci učenike da postavljaju pitanja i u okviru dijaloga doći do odgovora.

4.2. Priprema za izvođenje časa 2

Fizika, osmi razred

Nastavna tema: Električno polje

Nastavna jedinica: Naelektrisanje tela. Elementarna količina naelektrisanja. Zakon o održanju količine naelektrisanja

Cilj časa: Izvođenje praktičnog rada učenika. Utvrđivanje znanja o naelektrisanju tela. Utvrđivanje zakona održanja količine naelektrisanja.

Zadaci časa

Obrazovni: da učenici

- Utvrde znanje o načinu naelektrisanja tela i o elementarnoj količini naelektrisanja,
- Utvrde zakon o održanju količine naelektrisanja.

Funkcionalni:

- Uvežbavanje izražavanja mišljenja,
- Razvijanje analitičkog mišljenja,
- Razvijanje veštine uočavanja i prepoznavanja.

Vaspitni:

- Razvijanje radnih sposobnosti,
- Podsticanje radoznalosti,
- Podsticanje na rad i učenje.

Ključni pojmovi: naelektrisanje tela, pozitivno naelektrisanje, negativno naelektrisanje, elementarno naelektrisanje.

Tip časa: utvrđivanje gradiva

Metod rada: dijaloški, demonstracioni

Oblik rada: frontalni, grupni

Aktivnosti učenika: slušanje, učestvovanje u razgovoru, beleženje, praktični rad.

Nastavna sredstva: elektroskop, plastična i metalna šipka, plastična čaša, stalak, posuda za vodu.

Mogući tok časa

Uvodni deo časa (5 minuta)

Ukratko ponoviti zakon o naelektrisanju tela. Odgovoriti na pitanja učenika u vezi eventualnih problema prilikom razumevanja materije.

Glavni deo časa (35 minuta)

Učenici treba da naprave demonstracioni eksperiment u radu u grupi. Potrebna sredstva za demonstraciju su plastična čaša, stalak, posuda za vodu, plastična olovka. Plastična čaša treba da se izbuši na dnu. Treba da stoji na stalku ispod kojeg stoji posuda za vodu. Kad sipamo vodu u čašu, obrazovaće se tanak mlaz vode iz probušenog dela čaše. Potrebno je predhodno naelektrisati plastičnu olovku, pa prineti olovku mlazu vode. Mlaz vode će skrenuti pod uticajem električnog polja (slika 2.5.).



Slika 2.5.

Objasniti pojavu skretanja mlaza vode, u prisustvu električnog polja, preko strukture molekula vode. Pošto molekuli vode mogu da se polarišu u prisustvu električnog polja, dolazi do polarizacije molekula vode, i do skretanja mlaza usled električnog polja plastične olovke. Napraviti analogiju sa polarizacijom naelektrisanja balona u predhodnom času.

Cilj ovakvog pristupa je da se kroz praktični rad učenika poveća njihovo interesovanje za nauku, i da učenici uče kroz zabavne demonstracije.

Za proveru znanja može se iskoristiti sledeći ogled.

Izvesti demonstracioni ogled sa suprotno naelektrisanim elektroskopima. Tražiti od učenika da predvide šta će se desiti kada se elektroskopi prespoje plastičnom a šta će se desiti kada se elektroskopi prespoje metalnom šipkom. Kroz razgovor sa učenicima utvrditi da li su pravilno razumeli demonstriranu pojavu i objasniti ceo eksperiment i izvesti zaključke.

Završni deo časa (5 minuta)

Odgovoriti na eventualna pitanja učenika .

4.3. Priprema za izvođenje časa 3

Fizika, osmi razred

Nastavna tema: Električno polje

Nastavna jedinica: Uzajamno delovanje naelektrisanih tela. Kulonov zakon

Cilj časa: Upoznavanje sa Kulonovim zakonom.

Zadaci časa

Obrazovni: da učenici

- Upoznaju interakciju naelektrisanih tela,
- Upoznaju Kulonov zakon,
- Razumeju od čega zavisi interakcija naelektrisanih tela.

Funkcionalni:

- Razvijanje sposobnosti slušanja,
- Razvijanje logičkog mišljenja,
- Razvijanje analitičkog mišljenja,
- Uvežbavanje beleženja.

Vaspitni:

- Pobuđivanje interesovanja za fiziku kao naučnu disciplinu,
- Podsticanje na rad i učenje,
- Podsticanje radoznalosti.

Ključni pojmovi: tačkasto naelektrisanje, Kulonov zakon.

Tip časa: obrada novog gradiva

Metod rada: dijaloški

Oblik rada: frontalni

Aktivnosti učenika: slušanje, beleženje, učestvovanje u razgovoru.

Mogući tok časa

Uvodni deo časa (5 minuta)

Ponoviti gradivo prethodnog časa kroz unapred formulisana pitanja i očekivanih odgovora, i odgovoriti na pitanja učenika u vezi eventualnih problema na koje su naišli tokom razumevanja gradiva.

Glavni deo časa (35 minuta)

Već smo videli da se tela naelektrisana istoimenim naelektrisanjem odbijaju, a da se tela naelektrisana raznoimenim naelektrisanjem privlače.

Sila kojom jedno naelektrisano telo deluje na drugo naelektrisano telo zavisi od količine naelektrisanja na telima, međusobnog položaja tela, oblika tela i sredine u kojoj se ona nalaze.

Interakcija dva tačkasta naelektrisanja može se izračunati korišćenjem Kulonovog zakona.

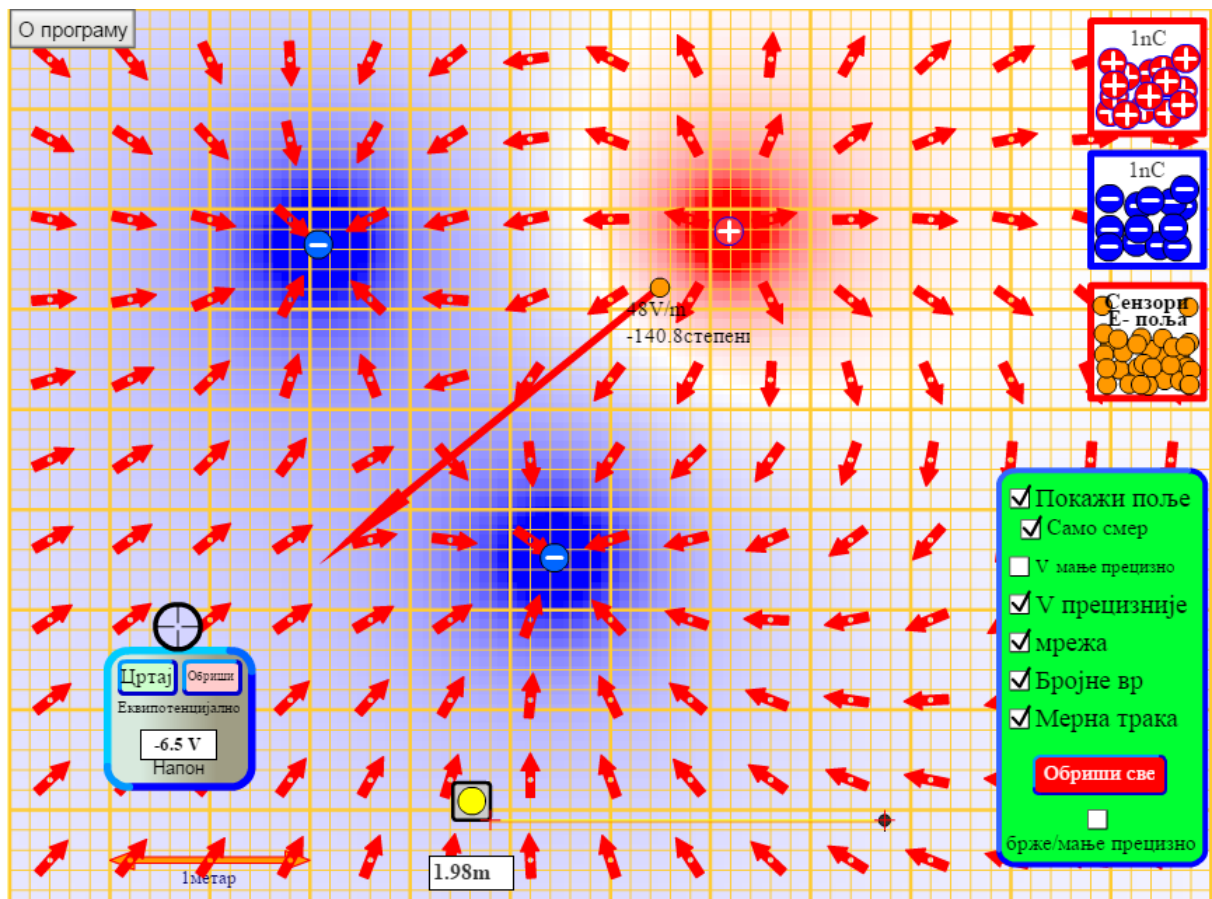
Dva raznoimena tačkasta naelektrisanja interaguju silama suprotnog smera koje su jednake po intenzitetu i pravcu (u skladu sa zakonom akcije i reakcije). Te sile leže na pravcu koja povezuje ta dva tela. Intenzitet ove sile je:

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

gde je k konstanta koja zavisi od sredine u kojoj se tela nalaze. Za vakuum ona iznosi $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ i približno istu vrednost ima i za vazduh. Za sve ostale sredine je manja.

Da bi učenici imali bolju predstavu o Kulonovom zakonu, smatram da je bitno da se vizuelno prikaže interakcija između dva naelektrisana tela, u cilju lakšeg usvajanja znanja. Način, na koji kvalitetno može da se prikaže Kulonov zakon može se naći posredstvom internet aplikacije.

Postoji interaktivni program, gde učenici mogu da biraju ista, ili različita naelektrisanja, gde se na ekranu prikazuje električno polje, intenzitet i smer Kulonove sile, kako za dva naelektrisana tela, tako i za više.



Slika 2.6.

Cilj ovakvog pristupa predstavlja integraciju tehnologije u nastavni proces, gde se kroz interaktivne programe učenicima obezbeđuje bolja vizuelizacija fizičkih zakonitosti, pri tome vodeći računa o aktuelnim načinima komunikacije učenika ovog uzrasta, kojima u današnje vreme dominira tehnologija prenosa informacija posredstvom interneta.

Završni deo časa (5 minuta)

U razgovoru sa učenicima napraviti kratak rezime.

4.4. Priprema za izvođenje časa 4

Fizika, osmi razred

Nastavna tema: Električno polje

Nastavna jedinica: Električno polje

Cilj časa: Upoznavanje sa električnim poljem.

Zadaci časa

Obrazovni: da učenici

- Nauče šta je električno polje,
- Upoznaju osobine električnog polja,
- Upoznaju grafički način predstavljanja fizičkih polja,
- Usvoje pojam jačine električnog polja.

Funkcionalni:

- Razvijanje sposobnosti slušanja,
- Razvijanje logičkog mišljenja,
- Razvijanje analitičkog mišljenja,
- Uvežbavanje beleženja.

Vaspitni:

- Pobuđivanje interesovanja za fiziku kao naučnu disciplinu,
- Podsticanje na rad i učenje,
- Podsticanje radoznalosti,
- Razvijanje sposobnosti komunikacije.

Gljučni pojmovi: električno polje, linije sila električnog polja, jačina električnog polja.

Tip časa: obrada novog gradiva

Metod rada: dijaloški

Oblik rada: frontalni

Aktivnosti učenika: slušanje, beleženje, učestvovanje u razgovoru.

Mogući tok časa

Uvodni deo časa (5 minuta)

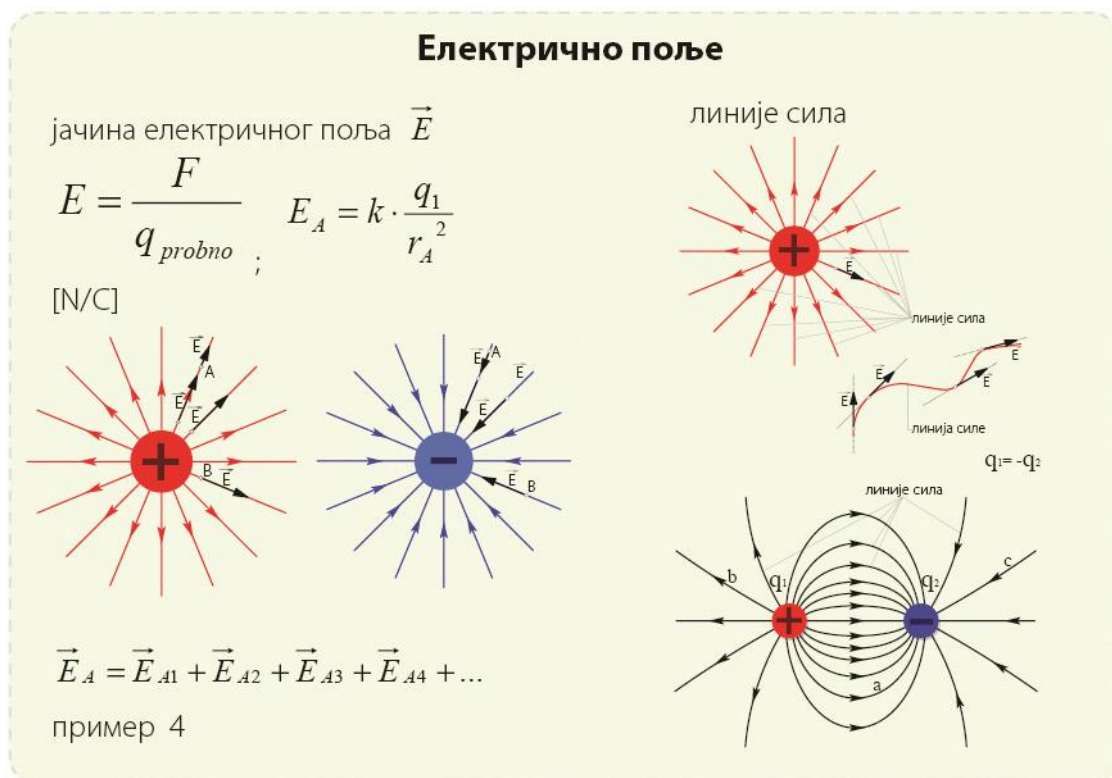
Ukratko ponoviti gradivo obrađeno na prethodnim časovima. Ukoliko je bilo domaćih zadataka ukratko se analiziraju dobijeni rezultati i pitanja učenika u vezi eventualnih problema na koje su naišli tokom rešavanja zadataka.

Glavni deo časa (35 minuta)

Kulonov zakon opisuje silu kojom interaguju dva naelektrisana tela. Kako se ostvaruje interakcija tela koja se ne dodiruju? Svaka interakcija dva tela koja nisu u neposrednom mehaničkom kontaktu prenosi se pomoću fizičkog polja. Oko naelektrisanih tela postoji električno polje. Dati primer gravitacionog polja i napraviti analogiju.

Kako možemo najjednostavnije ustanoviti da u nekoj tački prostora postoji električno polje?

Da bismo ustanovili da li u nekoj tački prostora postoji električno polje, potrebno je da u tu tačku dovedemo neko malo, tzv. probno naelektrisanje i ustanovimo da li na njega deluje sila. Uobičajeno je da probno naelektrisanje bude pozitivno.



Slika 2.7.

Vektorska veličina koja karakteriše električno polje u nekoj tački prostora jeste jačina električnog polja. Pravac i smer vektora jačine električnog polja u nekoj tački se poklapa sa pravcem i smerom sile koja deluje na probno naelektrisanje. Intenzitet električnog polja brojno je jednak količniku sile koja deluje na probno naelektrisanje i količine naelektrisanja probnog tela:

$$E = \frac{F}{q_p}$$

Jedinica za jačinu električnog polja je [N / C] (njutn po kulonu).

Objasniti učenicima da se vektori jačine polja sabiraju kao što se sabiraju sile i da rezultujuća jačina polja koje potiče od više tačkastih naelektrisanja iznosi:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

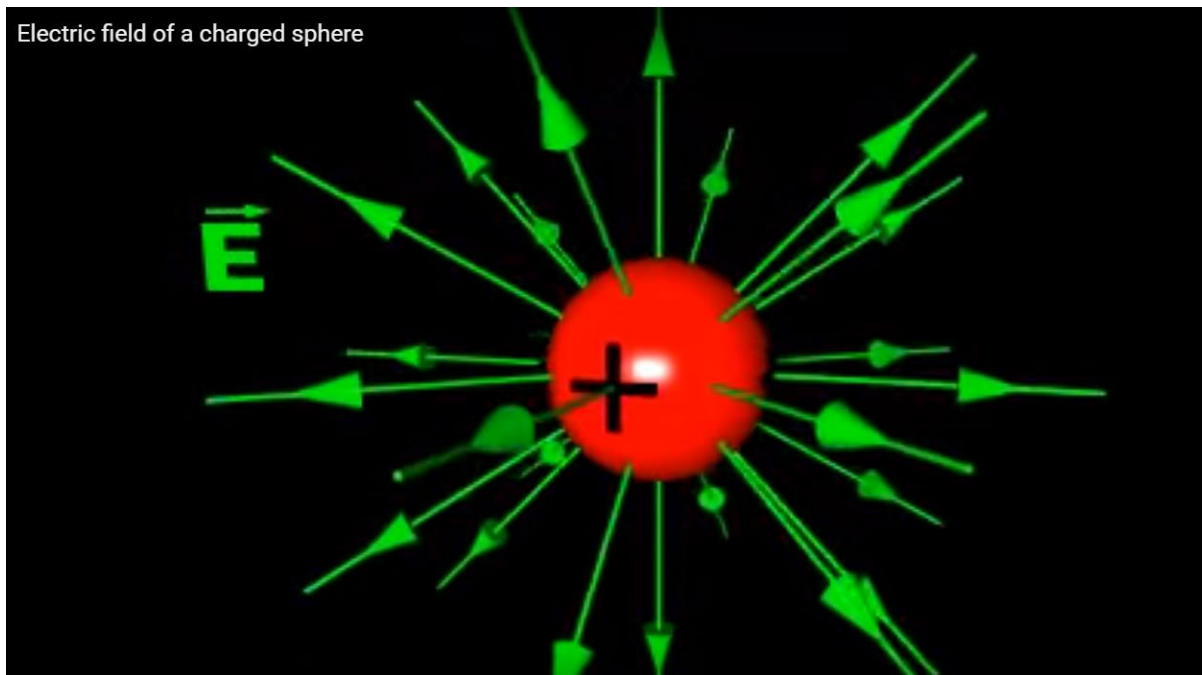
Fizičko polje grafički se prikazuje pomoću linija sila (ili linija polja). Vektor jačine električnog polja leži na tangenti linije sile električnog polja, a linije sila prate smer vektora jačine električnog polja.

Nacrtati i objasniti izgled linija sila u slučaju usamljenog tačkastog naelektrisanja i u slučaju dva raznoimena naelektrisanja na nekom konačnom rastojanju. Istaći da je gustina linija sila proporcionalna intenzitetu jačine električnog polja.

Polje koje u svakoj tački prostora ima isti vektor jačine električnog polja (pravac, smer i intenzitet) naziva se homogeno polje.

Pitati učenike da li je polje usamljenog tačkastog naelektrisanja homogeno i tražiti da obrazlože odgovor.

Pošto je električno polje nevidljivo za ljudsko oko, najefikasniji način, kako prikazati učenicima ovu pojavu je putem vizualizacije kroz animaciju. Električno polje tela prikazano u 3D animaciji daje kvalitetnu sliku ove pojave i olakšava usvajanje znanja učenika ovog uzrasta. Pošto danas postoje animacije za razne fizičke pojave, smatram da je jako korisno uvesti ovakav način prikazivanja fizičkih pojava u proces nastave (slika 2.8.).



Slika 2.8.

Završni deo časa (5 minuta)

U razgovoru sa učenicima napraviti kratak rezime.

5. Zaključak

Primerima, uvedenim u diplomskom radu na temu Elektrostatika za učenike osmog razreda predstavljeni su načini, kojima se mogu služiti profesori radi kvalitetnijeg planiranja i održavanja nastave.

Ovi načini ustvari predstavljaju ideje, kako poboljšati nastavu.

Potrebna je promena paradigme trenutne situacije u kojoj se fizika nalazi, i ovaj rad predstavlja jedan korak u tom smeru.

Treba insistirati na većem broju atraktivnih demonstracionih vežbi i na aktivnom učešću učenika u izradi istih, pošto se pokazalo u praksi da je takav pristup jako delotvoran.

Intelektualnom razvoju učenika u velikoj meri doprinosi eksperimentalni tip nastave. U savremenom dobu nastava mora da ima istraživački duh. Glavni cilj obrazovanja je da učenici gradivo shvate u toj meri, da stečena znanja mogu samostalno da primenjuju u novim okolnostima. Na taj način pospešuju svoje kritičko mišljenje.

Časovi, u kojima se izvode jednostavni eksperimenti olakšavaju razumevanje osnovnih fizičkih pojava i zakonitosti.

Fizika može da bude zabavna, naročito kod učenika osnovne škole, pošto se s njome sreću po prvi put a samim tim, i doživljaj njihovog novog iskustva bude jači.

Kada je taj doživljaj pozitivan kod učenika, efikasnije usvajaju znanje i praktična primena znanja eksponencijalno raste. Takva ideja je inspirisala ovaj rad.

6. Literatura

1. Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja , Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja , Beograd , 2009
2. Službeni glasnik RS- Prosvetni glasnik, Beograd ,2010
3. Inž. Vlastimir M. Vučić, Dr inž. Dragiša M. Ivanović, Fizika I., sedamnaesto prerađeno izdanje, Naučna knjiga, Beograd (1980)
4. B. Popović: Osnovi elektrotehnike I, Elektrostatika, vremenski konstantne električne struje, Građevinska knjiga, Beograd 1988
5. dr Milan Raspopović, mr Bojan Nikić, dr Dragiša Ivanović, dr Dragomir Krpić, Jezdimir Tomić: Fizika za VIII razred osnovne škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2001
6. <http://web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/modules/guide02.pdf>
7. http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Electric_charge#History
8. <http://blogs.oregonstate.edu/smedcohort/files/2010/01/Glynn2008MakingScienceConceptsMeaningful.pdf>
9. <https://www.youtube.com/watch?v=NsxhbgCrrSQ>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=x1-SibwIPM4>
11. <https://www.youtube.com/watch?v=VhWQ-r1LYXY>
12. https://www.youtube.com/watch?v=A_NcMQA5RQc

Biografija



Jan Funcik je rođen 05.03.1984 godine u Pančevu. Pohađao je osnovnu školu “Maršal Tito” u Padini, srednju elektrotehničku školu “Nikola Tesla” u Zrenjaninu. Nakon srednjoškolskog obrazovanja upisuje Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, smer profesor fizike. Posle upisa apsolventskog staža je radio u osnovnoj školi u Padini i srednjoj ekonomskoj školi u Staroj Pazovi.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Diplomski rad

VR

Autor:

Funčik Jan

AU

Mentor:

Dr Dušan Lazar

MN

Naslov rada:

Obrada tematske jedinice: Elektrostatika - Kulonov zakon i

NR

Električno polje za osmi razred osnovne škole

Jezik publikacije:

srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda:

srpski

JI

Zemlja publikovanja:

Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2016

GO

Izdavač:

Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa:

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada:

6 poglavlja/ 33 stranice/16 slika/

FO

Naučna oblast:

Fizika

NO

Naučna disciplina:

Metodika nastave fizike

7. ND

Predmetna odrednica/ ključne reči:

Električno polje, Kulonov zakon

PO

UDK

Čuva se:

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

nema

VN

Izvod:

U ovom radu su predstavljeni didaktički metodi u obradi nastavne teme Elektrostatika za osmi razred osnovne škole.

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća:

DP

Datum odbrane:

13.10.2016

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

Dr Dušan Lazar

član:

Dr Sonja Skuban

član:

Dr Imre Gut

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Funčík Jan

AU

Mentor/comentor:

Dr Dušan Lazar

MN

Title:

Processing thematic unit:
Electrostatics - Coulomb's law and the electric field for VIII
grade of primary school

TI

Language of text:

Serbian (Latin)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2016

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4,
Novi Sad

PP

8. *Physical description:*

6 chapter s/33 pages / 16 images /

9. **PD**

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Physics teaching methodology

SD

Subject/ Key words:

Electric field, Coulomb's law

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

This paper presents the didactic methods of teaching, processing
the topic of Electrostatic for eighth grade in elementary school.

AB

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

13.10.2016

DB

President:
Member:
Member:

Dr Dušan Lazar
Dr Sonja Skuban
Dr Imre Gut