



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ,
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО:	28 АВГ 2007
ОРГАНИЗЈЕД	БРОЈ
0603	3/ 798

Novi pristup nastavi u oblasti jednosmerne struje

- diplomski rad -

Mentor:
Prof. dr Božidar Vujičić

Kandidat:
Pavle Vukadinov

Novi Sad, 2007

Ovaj diplomski rad je urađen pod mentorstvom profesora dr Božidara Vujičića, kome se zahvaljujem na nesebičnoj podršci i podstreknu, kako u toku studija, tako i pri izradi ovog rada.

SADRŽAJ

UVOD	2
NASTAVNA SREDSTVA NEKAD I SAD	3
NASTAVNI KOMPLETI	5
„ELEKTRIČNA STRUJA“	5
"ELEKTROMAGNETIZAM"	9
„LEBDEĆI PRSTEN“	11
PRIMENA NAVEDENIH KOMPLETA U NASTAVI	13
PRIPREME ČASOVA	14
NASTAVNA TEMA: ELEKTRIČNA STRUJA	14
NASTAVNA TEMA: MAGNETNO POLJE	26
NASTAVNA TEMA: ELEKTROMAGNETNA INDUKCIJA	28
EVALUACIJA U NASTAVI FIZIKE	31
ZAKLJUČAK	37
LITERATURA	38



UVOD

Fizika se, od svog nastanka pa do danas, definiše kao eksperimentalna nauka koja se bavi proučavanjem prirode i prirodnih pojava. **Eksperiment** (ogled) je nezamenjiv deo fizike kao nauke, a samim tim i **neizostavan deo** u procesu nastave fizike kako u osnovnoj tako i u srednjoj školi. Danas se u procesu nastave fizike eksperiment javlja kao:

- **demonstracioni eksperiment (ogled)** i
- **laboratorijske (merne) vežbe.**

Demonstracioni eksperiment najčešće izvodi nastavnik (a poželjno je da to čine i učenici) i on predstavlja **nerazdvojni deo** svakog izlaganja. Uglavnom se koristi pri obradi novog gradiva uz primenu dijaloške metode. Međutim, demonstracioni eksperiment treba primenjivati i pri ponavljanju gradiva, pri čemu ulogu demonstratora treba da imaju učenici. Jedan od osnovnih zadataka demonstriranja ogleda je pokazivanje fizičke pojave s kvalitativne strane, dok je kvantitativno određivanje (merenje) veličine karakteristične za tu pojavu u drugom planu. Za kvantitativno određivanje fizičkih veličina koriste se laboratorijske (merne) vežbe ili fizički praktikum.

Fizičkim praktikumom se najčešće rezimira jedna oblast (nastavna tema) i proverava sposobnost učenika da samostalno rešavaju praktične probleme. On predstavlja logički završetak rada na sistematizaciji znanja, usavršavanju veština i navika učenika kao i razvijanju veće samostalnosti u radu. Da bismo odgovorili ovim zahtevima za očiglednošću u nastavi i aktivnom učešću učenika u procesu nastave potrebna su nam određena **nastavna sredstva**.

U današnje vreme samo mali broj škola na ovim prostorima može da se pohvali savremenim i dobro opremljenim kabinetom za fiziku. U većini škola nastava fizike se odvija u učionicama u kojima ili nema odgovarajućih nastavnih sredstava ili su ona zastarela, pokvarena i neupotrebljiva. U takvoj situaciji predavači u osnovnim i srednjim školama se dovijaju na razne načine da bi nastavu učinili očiglednom i zanimljivom.

Poslednjih nekoliko godina u nastavi se sve više koriste **mali ogledi** (koji su polovinom 20.veka bili veoma popularni). Pomoću malih ogleda predavači i učenici demonstriraju određene fizičke pojave uz pomoć priručnih sredstava i po principu „uradi sam“. Dobra strana ovih ogleda je što učenici imaju aktivnu ulogu u njihovom osmišljavanju i realizaciji. Nedostatak ovih ogleda je taj da se oni najčešće mogu primeniti samo kao demonstracioni ogledi. Kod laboratorijskih (mernih) vežbi primena ovih ogleda je ograničena. Pored toga postoje oblasti (teme) u fizici kod kojih je primena malih ogleda takođe veoma ograničena. Jedna od takvih oblasti je električna struja (kako jednosmerna tako i naizmenična) kao i pojave vezane za nju.

Električna struja i elektromagnetizam čine oko dve trećine gradiva u osmom razredu osnovne škole kao i jednu trećinu gradiva u drugom i trećem razredu srednje škole (gimnazija). Ako se ima u vidu uloga i značaj električne struje u životu savremenog čoveka onda je jasno da se obradi jedne takve teme mora prići veoma odgovorno i uz primenu savremenih nastavnih sredstava.

Ovaj rad je posvećen jednom novom pristupu nastavi u oblasti jednosmerne struje. On bi trebao da predstavlja samo prvi korak u istraživanju uticaja savremenih nastavnih sredstava na rezultate nastavnog procesa u fizici. Rad se uglavnom odnosi na osnovnu školu. Međutim, s obzirom na plan i program, sve to se može primeniti i u srednjoj školi.

NASTAVNA SREDSTVA NEKAD I SAD

Nastavna tema „Električna struja“ u osnovnoj školi odnosi se na jednosmernu električnu struju. Prema planu i programu predviđeno je da se uz demonstracioni ogled obrade nastavne jedinice: Električno kolo, Jačina električne struje, Merenje napona, Električni otpor provodnika, Omov zakon, Vezivanje otpornika (redno i paralelno), I Kirhofovo pravilo. Uz to možemo dodati i nastavne jedinice: Magnetno polje električne struje, Elektromagnetna indukcija i Lencovo pravilo koje spadaju u elektromagnetizam, ali nam kompletiraju sliku o električnoj struji. Pored toga predviđene su i dve do tri merne vežbe koje izvode učenici: Zavisnost jačine struje od napona , Određivanje otpora otpornika primenom Omovog zakona i eventualno Redno i paralelno vezivanje otpornika. Međutim, većina škola nije opremljena nastavnim sredstvima pomoću kojih bi mogla da realizuje ovakav plan i program. Do pre nekoliko godina u osnovnim školama su se uglavnom mogli videti sledeće stvari:

Električno kolo, koje su najčešće napravili učenici na nekoj daščici. Dobra strana je to što su to pravili učenici, a nedostatak je taj da se u takvom kolu ne može vršiti merenje.



Slika 1. Električno kolo (razni modeli)

Druga varijanta (slika 1.) je da su na daščicama napravljena razna električna kola sa redno i paralelno vezanim potrošačima, ali i ona imaju isti nedostatak, tj. služe samo za demonstraciju električnog kola.

Bolje opremljene škole raspolažu sa jednim ili više kompleta „Električna struja“ (slika 2.) u kojima se mogu naći svi delovi potrebni za sastavljeni električni kola (provodnici, prekidači, potrošači) kao i elementi na koje se ovi delovi stavljaju, dok se kao izvori struje koriste baterije ili ispravljači. Tu se nalaze i električni merni instrumenti kao što su ampermeter i voltmeter.



Slika 2. Stari nastavni komplet „Električna struja“

Pomoću ovakvog kompleta može se uraditi većina ogleda predviđenih planom i programom. Međutim, u većini slučajeva, to su nastavna sredstva stara preko 30 godina tako da imaju mnogo nedostataka. Najčešći nedostaci su sledeći:

- broj kompleta je veoma mali (najčešće jedan do dva)
- nema nikakvog uputstva za rad
- u kompletu nedostaju pojedini delovi
- kontakti su loši, pa je ponekad veoma teško sastaviti električno kolo ili izmeriti jačinu struje i napon
- instrumenti su neispravni
- ispravljač je samo jedan i najčešće ima masu preko 10 kilograma.
- većina kompleta su uvozni i stari pa je teško naći rezervne delove za popravku ili popunu kompleta.

Iskusni nastavnik ovakav komplet može iskoristiti za izvođenje demonstracionih ogleda i eventualno improvizovati laboratorijske vežbe, dok se početnik u takvoj situaciji veoma teško može snaći.

Improvizovana laboratorijska vežba se izvodi tako da se učenici podele u najviše četiri grupe koje imaju po desetak minuta svaka da izvrše merenje a onda kod kuće sređuju rezultate i rešavaju postavljeni zadatak. Pošto su u takvoj situaciji vremenski ograničeni (a grupa je velika) vežbu radi svega jedan do dva učenika iz grupe dok ostali ne učestvuju u radu. To znači da jedan od osnovnih ciljeva laboratorijske vežbe, a to je angažovanje većine učenika, nije ostvaren. Sređivanje rezultata takođe dovodi do nekoliko karakterističnih situacija.

U prvom slučaju, pojedini učenici uopšte ne dovrše vežbu kod kuće što za posledicu ima slabu ocenu. Pored toga dešava se da učenici samo prepišu rezultate od svoga

druga (vrlo često iz druge grupe). Najgora situacija je ona u kojoj lošiji učenici nateraju svoje drugove ili drugarice (najčešće devojčice) da im oni urade vežbu (teško im je čak i da prepišu).

Nastavna sredstva za demonstraciju magnetnog polja električne struje, elektromagnete indukcije i Lencovog pravila uglavnom se nisu mogla naći.

Zbog svega navedenog efekat takvih demonstracionih i laboratorijskih vežbi na znanje, pa i na ocene učenika, je veoma mali. Da bi se to stanje popravilo potrebno je opremiti škole **savremenim nastavnim sredstvima**. Do pre nekoliko godina takvih nastavnih sredstava nije bilo na našem tržišu. Poslednjih nekoliko godina u našoj zemlji se javljaju novi proizvođači nastavnih sredstava, koji proizvode nova i savremena nastavna sredstva. Kad je reč o električnoj struji i elektromagnetizmu novi pristup ovim temama nam omogućavaju novi nastavni kompleti: „Električna struja“, „Elektromagnetizam“ i „Lebdeći prsten“.

NASTAVNI KOMPLETI

„Električna struja“

Nastavni komplet "Električna struja" služi za izvođenje demonstracionih ogleda i eksperimentalnih (mernih) vežbi iz oblasti električnih struja. Namjenjen je osnovnim i srednjim školama kao nastavno sredstvo u redovnoj nastavi i za rad sa talentovanim učenicima u sekcijama. Komplet pokriva ukupno 12 vežbi koje su navedene u spisku, od kojih je 8 namenjeno redovnoj nastavi (predviđene planom i programom nastave fizike), a 4 radu sa talentovanim učenicima.

Komplet se sastoji od:

- osnovnog uredaja
- elemenata kola
- mernog instrumenta i
- uputstva za rad.

Osnovni uredaj je smešten u kutiju koja sadrži izvor za napajanje i ploču za spajanje.

Izvor za napajanje se sastoji od izvora stabilisanog napona od 2, 4, 6, 8 i 10 V koji je elektronski zaštićen od kratkog spoja, izvora konstantne struje od 0.5, 1, 5, 10 i 20 mA i izvora nestabilisanog napona od 6 V. Navedeni naponi i struje biraju se preklopnikom S koji se nalazi na ploči za spajanje, a dostupni su sa priključaka U, I i 6 V. Nestabilisani napon od 6 V dostupan je na priključku označenom sa 6 V samo kada je preklopnik u položaju 6 V. Polaritet izabranih stabilnih napona i struja označen je odgovarajućim znakom +, - i bojom priključnih buksni. Uredaj se napaja mrežnim naponom, uključuje se prekidačem P na ploči za spajanje, a indikacija uključenosti je ostvarena svetlećom diodom koja je postavljena pored prekidača.

Izvor konstantnog napona i izvor konstantne struje su elektronski stabilisani izvori koji omogućavaju dobijanje stabilnih vrednosti navedenih struja i napona nezavisno od opterećenja na priključcima. Upotreba ovakvih izvora značajno olakšava izvođenje merenja i poboljšava njihovu tačnost.

Ploča za spajanje je gornja ploča osnovnog uredaja. Sadrži 21 priključnu buksnu koje su međusobno povezane u nekoliko grupa, kako je naznačeno. Ovakav raspored omogućava lako realizovanje svih električnih kola za koje je komplet namenjen. Radi lakše orientacije, priključne buksne su označene slovima (A, B, C i D po vertikalni) i brojevima (1, 2, 3, 4, 5 i 6 po horizontali) čime je svaka buksna potpuno opisana parom slovo-broj (npr.A3). Na ploči za spajanje izvedeni su, kako je napomenuto, i priključci izvora za

napajanje. Veza izvora za napajanje sa pločom za spajanje ostvaruje se priključnim vodovima koji su deo kompleta.

Elementi kola sadrže 9 otpornika sa kojima je moguće ostvariti sve potrebne vrednosti otpora, jedan promenljivi otpornik, dva elektrolitska kondenzatora, sijalicu, taster i 4 kratkospojnika.

Navedeni elementi su montirani na držaće sa utikačima koji odgovaraju priključnim buksnama na ploči za spajanje, što obezbeđuje dobar električni kontakt. Vrednosti elemenata (otpora i kondenzatora) naznačeni su na držačima elemenata. Svi elementi kola su postavljeni na nosač elemenata na za njih tačno obeležena mesta. Ovo omogućava brzo pronalaženje potrebnog elementa i bolje čuvanje.

Merni instrument je komercijalni 3 1/2 cifarski digitalni AVO (amper, volt, om) metar. Namjenjen je za merenje jačina jednosmerne struje od $200 \mu\text{A}$ do 10 A pune skale, jednosmernih napona od 200 mV do 1000 V pune skale, naizmeničnog napona do 750 V i otpora do $2 \text{ M}\Omega$. Instrument ima automatsko pokazivanje polariteta napona i struje što se pokazuje znakom "-" ispred cifara na displeju.

Uključivanje instrumenta i izbor mernog opsega vrši se obrtnim preklopnikom, a instrument se na merne tačke priključuje mernim kablovima koji su deo kompleta. Merni kablovi se priključuju na instrument na priključke označene sa COM (negativni priključak) i $\text{V}\Omega\text{mA}$ (pozitivni priključak). Priključak označen sa 10ADC isključivo se koristi pri merenju struje na opsegu 10 A .

Naponski opseg instrumenta podeljen na 5 podopsega i to: 200 mV , 2 V , 20 V , 200 V i 600 V pune skale, a strujni opseg na 4 podopsega i to: $200 \mu\text{A}$, 2 mA , 20 mA i 200 mA pune skale. Većina merenja u okviru ovoga kompleta vrši se na naponskom opsegu 20 V i strujnom opsegu 20 mA .

Strujni opsezi AVO metra zaštićeni su brzotopljivim osiguračem od 200 mA koji je ugraden u instrument, a naponski opsezi imaju indikaciju prepone, što se pokazuje cifrom 1 na displeju.

Instrument se napaja baterijom od 9 V koja obezbeđuje oko 200 sati rada. Baterija je smeštena unutar instrumenta i za njenu zamenu (kao i za topljni osigurač prekostrujne zaštite) neophodno je skinuti zadnji poklopac kutije instrumenta koji je pričvršćen sa dva zavrtnja.

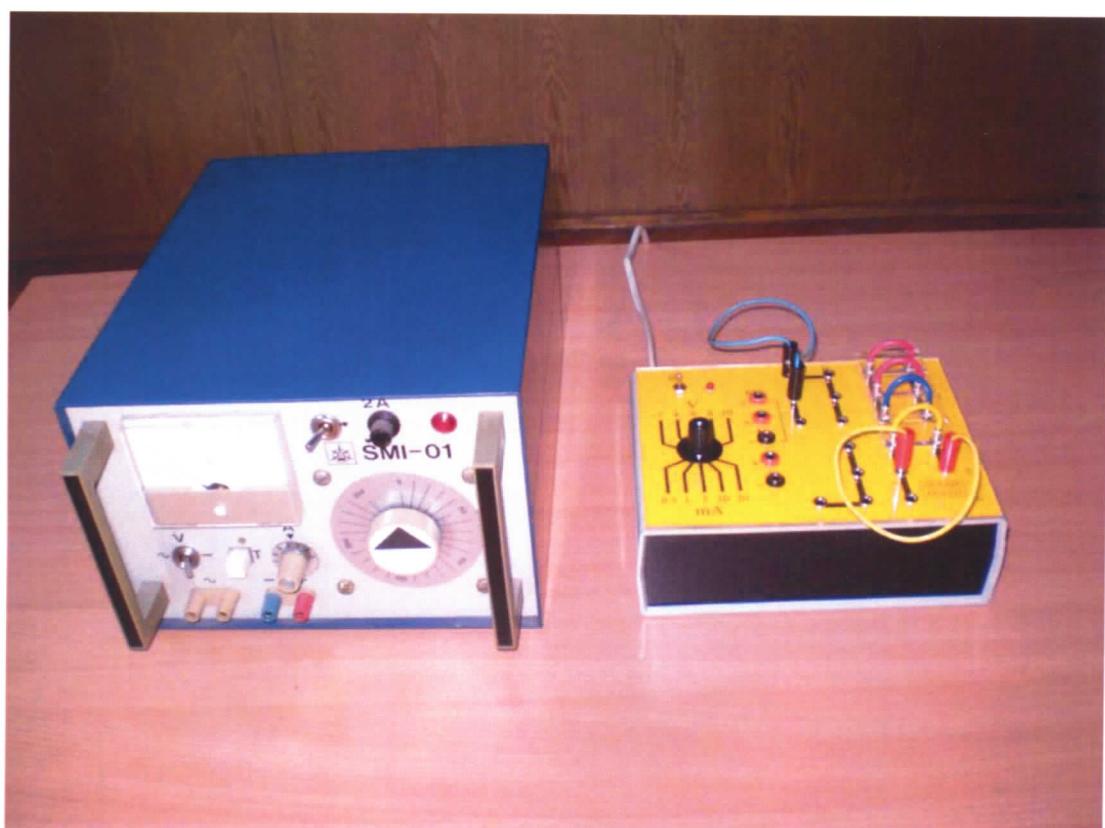
Ovakav merni instrument je idealan za demonstracione vežbe jer ima displej sa dovoljno velikim ciframa koje se mogu videti i iz poslednje klupe. Eventualni nedostatak ovakvog instrumenta bi bio taj što kod mernih vežbi ne „zahteva” od učenika da sami odrede vrednost jednog podeoka i izvrše merenje. Međutim, kako ovakav instrument ubrzava merenje a samim tim skraćuje vreme potrebno za izvođenje merne vežbe, učenicima ostaje više vremena za reševanje postavljenog zadatka. To dovodi do boljeg rezultata, a samim tim i do boljih ocena, što se može videti pri kraju ovog rada. Ako se tome doda činjenica da se digitalni merni instrumenti sve više koriste u svakodnevnom životu, onda je pomenuti nedostatak zanemarljiv.

Uputstvo za rad za svaku vežbu sadrži zadatak vežbe, detaljan opis načina spajanja tj. formiranja električnog kola i detaljan opis postupka merenja. Pored električne šeme, uvek je data i šema za spajanje koja predstavlja vernu sliku ploče za spajanje sa svim relevantnim oznakama što znatno olakšava formiranje kola.

Rezultati merenja su uvek složeni u odgovarajuće tabele ili predstavljeni grafički, a komentari i napomene, važni za shvatanje materije i osnovni rezultati vežbe u celini, u tekstu su posebno podvučeni.



Slika 3. Novi nastavni komplet „Električna struja“



Slika 4. Novi nastavni komplet „Električna struja“ (osnovni uređaj) u poređenju sa klasičnim izvorom za napajanje

Spisak vežbi:

- 1) Električno kolo
 - a) otvoreno i zatvoreno kolo
 - b) merenje struje i napona
- 2) Omov zakon
 - a) zavisnost jačine struje od napona pri konstantnom otporu ($I = f(U)$ $R = \text{const}$)
 - b) zavisnost jačine struje od otpora pri konstantnom naponu ($I = f(R)$ $U = \text{const}$)
- 3) Kirhofova pravila
 - a) I Kirhofovo pravilo b) II Kirhofovo pravilo
- 4) Vezivanje otpornika
 - a) redno vezivanje
 - b) paralelno vezivanje
- 5) Naponsko strujna karakteristika realnog izvora struje; unutrašnji otpor izvora
- 6) Naponsko strujna karakteristika izvora konstantnog napona i konstantne struje
 - a) izvor konstantnog napona
 - b) izvor konstantne struje
- 7) Ekvivalentne šeme izvora struje
- 8) Prilagodavanje otpora izvora i potrošača; prenos električne snage;
- 9) Vitstonov most
- 10) Kondenzator u kolu jednosmerne struje
- 11) Kapacitet kondenzatora; veza između količine nanelektrisanja, napona i kapaciteta
- 12) RC kolo
 - a) karakteristike punjenja kondenzatora
 - b) karakteristike pražnjenja kondenzatora
 - c) vremenska konstanta RC kola

Prve četiri vežbe se mogu primeniti kao demonstracione vežbe na časovima redovne nastave, kao i u radu sa slabijim učenicima na časovima dopunske nastave. Sve ostale vežbe mogu se primeniti u radu sa zainteresovanim i nadarenim učenicima u okviru sekcije ili dodatne nastave. Pored toga vežbe: Električno kolo, Omov zakon i Vezivanje otpornika se mogu primeniti i kao merne vežbe, pod uslovom da škola poseduje više kompleta. Broj kompleta zavisi od broja učenika u odeljenju, a za merne vežbe on bi trebao da se kreće od minimalnih četiri (5 do 8 učenika u grupi) pa do idealnih 10 do 15 (2 do 3 učenika u grupi).

U redovnoj nastavi zapažanja su sledeća.

Tokom predavanja nastavnih jedinica: Električno kolo, Merenje jačine struje i Merenje napona, učenicima demonstrirati i stari i novi komplet. Pri ponavljanju toga gradiva, već u toku časa obrade, učenicima je ponuđeno da oni izvrše demonstraciju sastavljanja i rastavljanja električnog kola i merenja jačine struje i napona, kao i da izaberu komplet na kome će to učiniti. U početku se veći broj učenika opredeljuje za stari komplet, ali vrlo brzo uviđaju da oni učenici koji rade sa novim kompletom brže završavaju demonstraciju i merenje. Potom i oni pokušavaju sa novim kompletom i već pri kraju časa većina učenika se opredeljuje za novi komplet pošto su shvatili da je rad sa njim jednostavniji i brži. Na časovima ponavljanja velika većina učenika je savladala rad sa novim kompletom i bez razmišljanja se opredeljuje za njega. Posle časova laboratorijskih vežbi skoro svi učenici su prihvatali novi komplet i naučili da rade sa njim, o čemu najbolje svedoče rezultati laboratorijskih vežbi koji će biti prezentovani u nastavku.

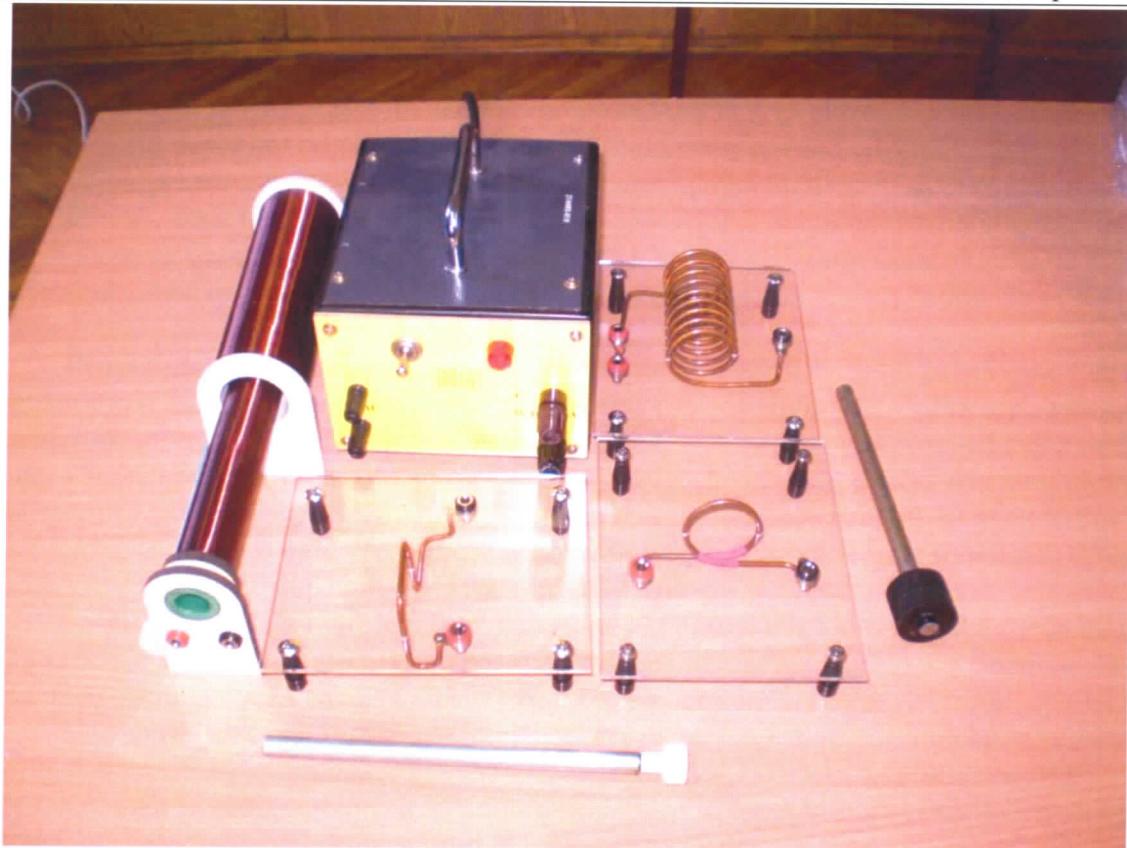
Kad je reč o ostalim vežbama koje se mogu primeniti u radu sa boljim učenicima one imaju veliki doprinos u razvoju interesovanja za fiziku kao i u pripremi najtalentovanijih učenika za takmičenja iz fizike.

Posebno bih istakao doprinos ovog kompleta na časovima dopunske nastave koji su posvećeni radu sa slabijim učenicima. Iako se u uputstvu ne pominje primena komleta u te svrhe (što je po mom mišljenju previd), tu se postižu najbolji rezultati. Učenicima su ti časovi zanimljivi, većina učenika samoinicijativno radi vežbe i vrši merenja, a to vrlo često rezultira i dobrim ocenama.

"Elektromagnetizam"

Nastavni komplet "Elektromagnetizam" služi za izvodenje pokaznih vežbi iz oblasti elektromagnetizma. Namjenjen je školama svih profila u kojima se ova oblast izučava. Komplet omogućava demonstriranje i očigledno prikazivanje:

- linija sila magnetnog polja pravolinijskog i kružnog provodnika i solenoida,
- elektromagnetske indukcije,
- međusobne indukcije,
- Lencovog pravila,
- namagnetisavanje feromagnetnog materijala,
- elektromagneta,
- razmagnetisavanje feromagnetnog materijala.



Slika 5. Nastavni komplet „Elektromagnetizam”

U sastav kompleta ulazi:

1. Izvor za napajanje 3 V DC / 16A; 5 V AC
2. Solenoid na pleksiglasu,
3. Kružni provodnik na pleksiglasu,
4. Pravolinijski provodnik na pleksiglasu,
5. Solenoid (kalem) veliki ($n = 2000$ namotaja sa izvodom na polovini, $R=21\Omega$, $L=42mH$),
6. Solenoid (kalem) mali ($n = 500$ namotaja, $R=3\Omega$, $L=1 mH$),
7. Kablovi banan-leptir klema 16A, par,
8. Kablovi banan-banan, par,
9. Stalni magnet (magnetna šipka),
10. Šipka od mekog gvožda,
11. Šipka od mesinga (aluminijuma)
12. Gvozdeni opiljci

Izvor za napajanje je kombinovani izvor napona sa AC izlaznim naponom od oko 5V i DC izlaznim naponom od oko 7V. DC izlaz je dimenzionisan za maksimalnu struju od 16A, koja se javlja kada se na izvor priključi neki od provodnika na pleksiglasu (koji su praktično kratak spoj). Tada napon na izlazu pada na oko 3V DC. Pri ovom obavezno koristiti kablove predvidene za navedenu struju, vodeći računa da kontakti na izvoru (leptir kleme na izlaznim buksnama i banan utikači na kraju prema provodnicima na pleksiglasu) budu što je moguće bolji.

Provodnici na pleksiglasu služe za prikazivanje magnetilnih linija za pravolinjski i kružni provodnik i solenoid. **Najbolje ih je koristiti postavljene na grafoskop i sliku projektovati tako da je vidljiva za sve posmatrače.** Ceo postupak sprovesti kako sledi: odgovarajući provodnik priključiti na DC izlaz izvora (izvor isključen!) i površinu pleksiglasa na mestima gde su očekuju izrazite linije sile ravnomerno posuti (naprašiti) gvozdenim opiljcima. Uključiti prekidač na izvoru napona i lagano udarati prstom u ploču dok se opiljci ne rasporede. Ceo postupak traje ne duže od 5-10 sekundi.

Posle prikazivanja gvozdeni prah istresti na list hartije i vratiti u posudu. Ploče ne dirati prstima ni čistiti grubim sredstvima pošto zamašćena ili izgrebana površina onemogućava rasporedivanje opiljaka čak i za jačinu struje koja se u ovom uredaju ostvaruje.

Solenoidi (kalemovi) mali i veliki služe za prikazivanje magnetskog dejstva električne struje i elektromagnetske indukcije. Pri uvlačenju stalnog magneta u veliki solenoid, galvanometar ili miliampermetar sa nultom skalom (nije deo kompleta) priključen na krajeve solenoida će pokazivati otklon.

Isti efekat se ostvaruje kada, umesto stalnog magneta, u veliki solenoid uvlačimo mali solenoid priključen na DC izlaz izvora. Ako pri ovom u mali solenoid postavimo gvozdenu šipku, efekat će se značajno povećati (feromagnetno jezgro) za razliku od slučaja kada u mali solenoid postavimo mesingano (aluminijumsko) jezgro.

Elektromagnet koji privlači gvozdene deliće dobija se kada šipku od mekog gvožđa, postavimo u mali solenoid priključen na izvor jednosmernog (DC) napona. Posle isključenja izvora struje šipka delimično zadržava magnetna svojstva (permanentni magnetizam).

Šipka se može u potpunosti razmagnetisati, ako mali solenoid, u koji postavimo šipku, priključimo na izvor naizmeničnog (AC) napona.

Transformator se dobija kada mali solenoid sa gvozdenim jezgrom postavimo u veliki solenoid. Ako mali solenoid (primar transformatora) priključimo na izvor naizmeničnog napona (oko 5V), na krajevima velikog soleiloida (sekundar transformatora) javiće se napon od oko 15-20V, koji se može meriti AC voltmetrom (nije deo kompleta). **Odnos transformacije nije jednak odnosu broja namotaja zbog gubitaka, pa je uputno komentarisati.**

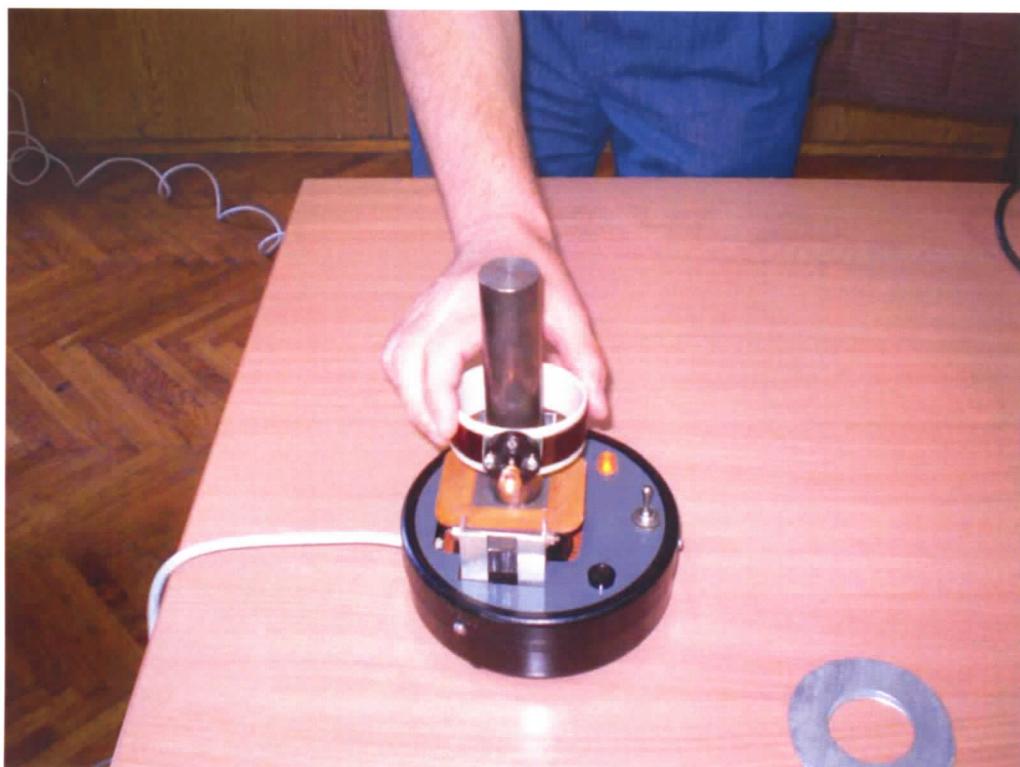
Opisane demonstracije su samo deo mogućnosti ovog kompleta i navedene su kao ilustracija za tehničke detalje i postupke rada sa uređajem.

„Lebdeći prsten“

Uredaj za demonstriranje elektromagnetne indukcije i Lencovog pravila (Lebdeći prsten) je atraktivno učilo na kome se pored navedenog može demonstrirati magnetska levitacija, princip indukcione peći itd. Uredaj je koncipiran kao nazavisani dodatak nastavnom kompletu „Elektromagnetizam“



Slika 6. Demonstracija „Lebdećeg prstena”



Slika 7. Demonstracija elektromagnetne indukcije

Lebdeći prsten je izazvao najveće interesovanje kod učenika. Neki učenici su bili toliko fascinirani njime da su poželeti sami da naprave isti takav uređaj. Trebalo je, zbog toga, uložiti puno truda da bi učenici shvatili da oni to ne mogu napraviti i da to ne čine.

PRIMENA NAVEDENIH KOMPLETA U NASTAVI

U nastavku su date pripreme za 5 nastanih jedinica na osnovu kojih je izvršeno istraživanje o uticaju pomenutih kompleta na znanje i rezultate učenika. U pitanju su sledeće nastavne jedinice:

- Električno kolo – obrada
- Zavisnost jačine struje od napona- laboratorijska vežba
- Određivanje otpora otpornika pomoću ampermetra i voltmetra-laboratorijska vežba
- Magnetno polje električne struje. Magnetna sila- obrada
- Međusobna indukcija. Lencovo pravilo- obrada

Uz pripreme za nastavne jedinice 2 i 3 (laboratorijske vežbe) priloženi su i rezultati vežbi i fotokopije uputstva iz kompleta Električna struja. Pored toga date su , kao ilustracija rada učenika, i fotokopije vežbi dve učenice. Jedna od njih je odlična učenica (ocena iz fizike 5) a druga je prosečna (ocena iz fizike 3). Međutim, kod laboratorijskih vežbi obe su podjednako uspešne i razliku je teško primetiti.

Laboratorijske vežbe su rađene sa četiri kompleta „Električna struja” (u 4 grupe). Svaka grupa je bila sastavljena od 5 do 7 učenika.

PRIPREME ČASOVA

Nastavna tema: *Električna struja*

NASTAVNA JEDINICA: **ELEKTRIČNO KOLO**

CILJ ČASA: Upoznati učenike sa osnovnim delovima električnog kola šematskim predstavljanjem i sastavljanjem električnog kola.

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

OBRAZOVNI NIVO: Razumevanje, primena

NASTAVNE METODE: dijaloška, demonstraciona

OBLICI RADA: Frontalni, individualni

DEMONSTRACIONI OGLEDI: Sastavljanje kola električne struje

NASTAVNA SREDSTVA: Nastavni komplet "Električna struja" (izvor struje, potrošač, prekidač i provodnici)

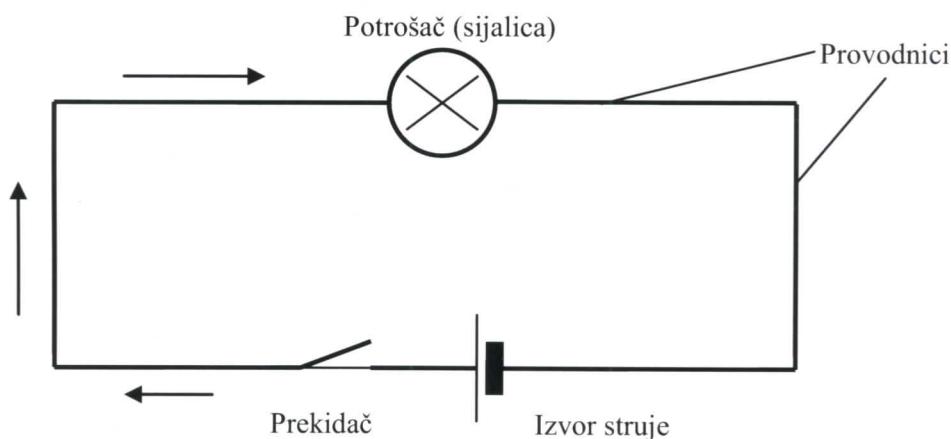
TOK ČASA

UVODNI DEO: Ponoviti gradivo o električnoj struci sa prethodnih časova.

- Šta je električna struja?
- Šta su provodnici?
- Šta su izolatori?
- Šta su pluprovodnici?
- Šta su izvori električne struje?
- Koje izvore električne struje smo pominjali na prethodnom času
- (Leklanšeov element, akumulatori)

GLAVNI DEO: Delovi električnog kola su izvor struje, potrošač, prekidač i provodnici (pokazati učenicima svaki od tih delova).

Električno kolo se šematski predstavlja na sledeći način:



Električno kolo može da bude otvoreno (ne teče struja i sijalica ne svetli) i zatvoreno (teče struja i sijalica svetli). Smer struje u zatvorenom električnom kolu je od

pozitivnog pola, kroz provodnike i potrošače, do negativnog pola. Zatim učenicima ponovo pokazujem delove električnog kola, povezujem ih i sastavljam električno kolo polazeći od izvora električne struje preko prekidača i potrošača (sijalice). Nekoliko puta menjam položaj prekidača pokazujući otvoreno električno kolo (sijalica ne svija) i zatvoreno električno kolo (sijalica svija). Zatim dajem mogućnost svim učenicima da sastave i rastave električno kolo.

ZAVRŠNI DEO: U završnom delu časa prozivam nekoliko učenika, koji to žele, da svima demonstriraju sastavljanje električnog kola.

ISHOD : Velika većina učenika nauči koji su delovi električnog kola, da sastavi i rastavi električno kolo i da uoči razliku između otvorenog i zatvorenog električnog kola.

4

VEŽBA BROJ 1.

ELEKTRIČNO KOLO

Zadatak vežbe

- a) Upoznati osnovne karakteristike električnog kola.

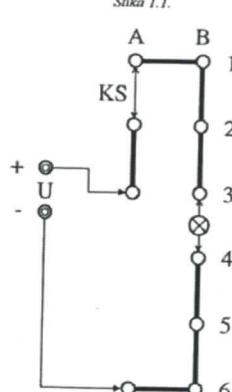
- ❖ Formirati kolo kao na slici 1.1. koristeći izvor konstantnog napona i sijalicu
- ❖ Spajanje izvršiti na ploči za spajanje prema šemama na slici 1.2. sledećim redom:
 - vodovima za spajanje spojiti + pol izvora konstantnog napona U sa položajem A3 a - pol sa A6
 - na položaj A1-A2 postaviti kratkospojniki KS
 - sijalicu priključiti na položaj B3-B4
 - izvor napona podešiti na 2 V
 - posmatrati sijalicu i uključiti uređaj
 - isključiti uređaj



Slika 1.1.

Opisano strujno kolo je zatvoreno i u njemu električna struja može da protiče (sijalica svetli).

- izvor napona podešiti na 4 V pa uključiti uređaj
- posmatrati sijalicu i ukloniti kratkospojnici sa položaja A1-A2
- isključiti uređaj



Slika 1.2.

- izvor napona postaviti na 2 V pa uključiti uređaj
- posmatrati sijalicu pa napon povećati prvo na 4 V pa zatim na 6 V (napon na sijalici ne sme preći 6 V !)
- isključiti uređaj

Uočiti da povećanjem napona sijalica povećava sjaj. Kako sjaj sijalice zavisi od jačine električne struje, jasno je da u kolu postoji veza između električne struje i napona.

Fotokopija jedne stranice iz uputstva za upotrebu nastavnog kompleta „Električna struja“



NASTAVNA JEDINICA:

ZAVISNOST JAČINE STRUJE OD NAPONA

CILJ ČASA: Eksperimentalna provera Omovog zakona i praktična primena znanja stečenih na prethodnim časovima.

TIP ČASA: Laboratorijska vežba

OBRAZOVNI NIVO: Primena

NASTAVNE METODE Eksperimentalna

OBLICI RADA: Grupni

NASTAVNA SREDSTVA: Nastavni komplet "Električna struja"

TOK ČASA

UVODNI DEO: Formiranje grupa, podela materijala i kratka uputstva.

GLAVNI DEO: Učenici sastavljaju strujno kolo prema uputstvu i vrše potrebna merenja jačine struje i napona. Zatim unose podatke u radnu svesku, crtaju grafik i pišu zaključak .

ZAVRŠNI DEO: Učenici rastavljaju aparaturu, vođe grupa u prisustvu nastavnika kontrolišu delove aparature i ispravnost instrumenata.

ISHOD: Većina učenika je naučila da samostalno sastavi strujno kolo i da posle završenog merenja zaključi da je jačina struje u provodniku upravo сразмерna naponu. U prilogu su date fotokopije nekoliko radova učenika koji to potvrđuju .

Laboratorijsku vežbu: ZAVISNOST JAČINE STRUJE OD NAPONA radilo je 69 učenika osmih razreda.

Oni su postigli sledeće rezultate:

ocenu 2 dobilo je 1 učenik

ocenu 3 dobila su 3 učenika

ocenu 4 dobila su 23 učenika

ocenu 5 dobila su 42 učenika

PROSEČNA OCENA ZA OVU VEŽBU JE: 4.54.

VEŽBA BROJ 2.

OMOV ZAKON

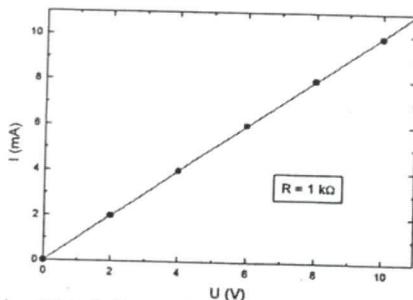
Zadatak vežbe

a) Proveriti važenje Omovog zakona snimanjem zavisnosti $I = f(U)$ za $R = \text{const}$

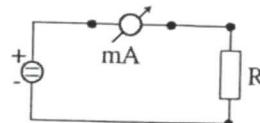
- ❖ Formirati kolo kao na slici 2.1. koristeći izvor konstantnog napona i otpornik $R = 1 \text{ k}\Omega$
- ❖ Spajanje izvršiti na ploči za spajanje prema šemi na slici 2.2.
 - instrument podešiti na opseg 20 mA a izvor konstantnog napona na 2 V
 - uključiti uređaj i na ampermetru očitati vrednost jačine struje koja protiče u kolu
 - povećati napon izvora na 4 V, 6 V, 8 V i 10 V i za svaku vrednost napona očitati vrednost jačine struje na ampermetru pa ih zajedno sa prethodno izmerenim uneti u tabelu 2.1.

<i>Tabela 2.1.</i>						
$U(\text{V})$	0	2	4	6	8	10
$I(\text{mA})$	0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.9

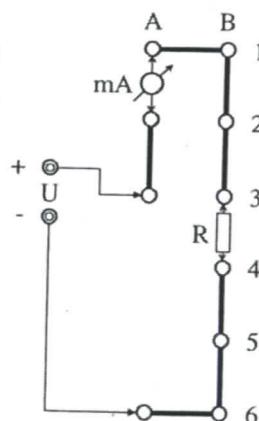
- isključiti uređaj
- izmerene vrednosti prikazati grafički na $I = f(U)$ dijagramu (slika 2.3.)



Primetiti da jačina struje u kolu linearno zavisi od napona.



Slika 2.1.



Slika 2.2.

Slika 2.3.

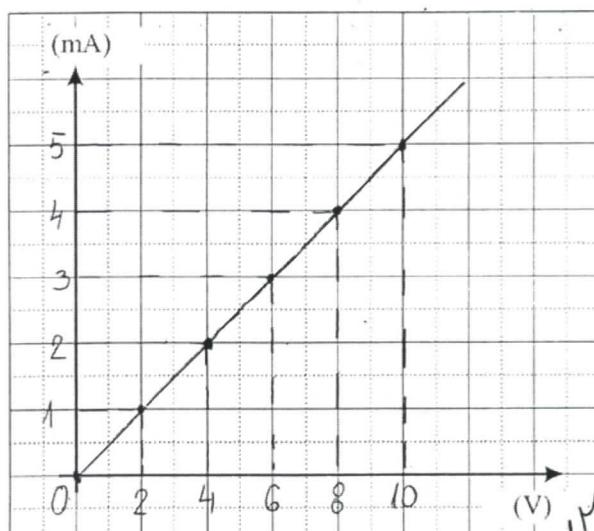
Fotokopije iz uputstva za upotrebu nastavnog kompletta „Električna struja”

Лука Кршичић

7. Поступак понови још три пута повећањем напона у кораку 1,5 V, премештањем краја проводника са приклучка D на F, затим са F на H, па са H на I (напони 4,5V; 6V; 7,5V).
8. Добијене податке за јачину електричне струје уписати у табелу.
9. Отвори прекидач.
10. Нацртaj график зависности јачине електричне струје од напона (на хоризонталну осу нанеси вредности напона, а на вертикалну вредности јачине електричне струје).

РЕЗУЛТАТИ:

	0	2	4	6	8	10
U [V]	0	1,5	3	4,5	6	7,5
I [mA]	0	1	2	3	4	5



Изведи закључак: како јачина електричне струје зависи од напона.

Јачина електричне струје је уједно пропорционална напону. Ј.м. Како се постепено повећа напон тако се постепено и јачина струје и обрнуто

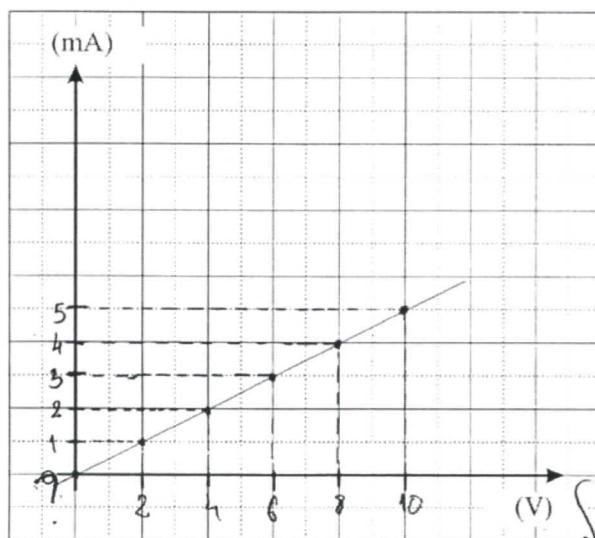
У зависности од прецизности амперметра струја може бити изражена у mA због једноставније обраде података.

III dñ Cimedratiuja

7. Поступак понови још три пута повећањем напона у кораку 1,5 V, премештањем краја проводника са прикључка D на F, затим са F на H, па са H на I (напони 4,5V; 6V; 7,5V).
 8. Добијене податке за јачину електричне струје уписати у табелу.
 9. Отвори прекидач.
 10. Нацртaj график зависности јачине електричне струје од напона (на хоризонталну осу нанеси вредности напона, а на вертикалну вредности јачине електричне струје).

РЕЗУЛТАТИ:

	2	4	6	8	10
U [V]	0	1,5	2	3	4,5
I [mA]	0	1	2	3	4



Изведи закључак: како јачина електричне струје зависи од напона.

Закључујемо да се повећањем напона повећава и јачина електричне струје што значи да је она сразмерна напону. ✓

У зависности од прецизности амперметра струја може бити изражена у mA због једноставније обраде података.

NASTAVNA JEDINICA :

**ODREĐIVANJE OTPORA OTPORNIKA POMOĆU
AMPERMETRA I VOLTMETRA**

CILJ ČASA : Eksperimentalna provera Omovog zakona i merenje jačine struje i napona.

TIP ČASA : Laboratorijska vežba

OBRAZOVNI NIVO : Primena

NASTAVNE METODE : Eksperimentalna

OBЛИCI RADA : Grupni

NASTAVNA SREDSTVA: Nastavni komplet "Električna struja"

TOK ČASA

UVODNI DEO: Formiranje grupa , podela materijala i kratka uputstva .

GLAVNI DEO: Učenici sastavljaju strujno kolo prema uputstvu , vrše potrebna merenja jačine struje i napona i unose podatke u radnu svesku.

Zatim računaju nepoznati otpor , kao i greške merenja .

ZAVRŠNI DEO: Učenici rastavljaju aparaturu i predaju radne sveske , a vođe grupa u prisustvu nastavnika kontrolišu delove aparature i ispravnost instrumenata

ISHOD: Velika većina učenika je naučila da samostalno sastavi strujno kolo i da izmeri napon i jačinu struje . Primenom Omovog zakona uspešno su izračunali vrednost nepoznatog otpora.

Kao potvrdu ovakvog zaključka prilažem fotokopije radova učenika.

Laboratorijska vežba:

ODREĐIVANJE OTPORA OTPORNIKA POMOĆU AMPERMETRA I VOLTMETRA
radilo je 70 učenika .

Oni su postigli sledeće rezultate :

ocenu 2 dobilo je 1 učenik

ocenu 3 dobila su 3 učenika

ocenu 4 dobila su 3 učenika

ocenu 5 dobila su 63 učenika

PROSEČNA OCENA ZA OVU VEŽBU JE: 4,83.

Лабораторијска вежба број 4.

ОДРЕЂИВАЊЕ ОТПОРА ОТПОРНИКА У КОЛУ ПМОЋУ ВОЛТМЕТРА И АМПЕРМЕТРА

Ако се крајеви потрошача R вежу проводницима за електрични извор напона U , кроз потрошач ће протицати струја јачине I , која се може констатовати амперметром. Ка-да би се потрошач прикључио на напоне $2U$, $3U$, $4U$... констатовано би се да је јачина електричне струје $2I$, $3I$, $4I$..., то јест да је 2, 3, 4... пута већа. За дати потрошач R у електричном колу, однос напона на његовим крајевима и јачине електричне струје је исти

$$\frac{U}{I} = \frac{2U}{2I} = \frac{3U}{3I} = \dots = \frac{nU}{nI}$$

Овај однос се назива електрични отпор проводника и обележава се са R .
Према томе,

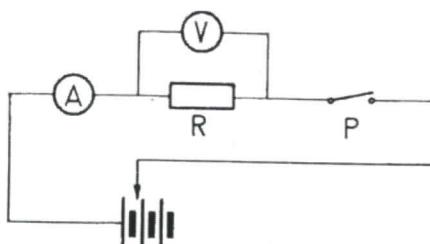
$$R = \frac{U}{I}$$

ЗАДАТAK ВЕЖБЕ: Одреди отпор отпорника мерењем јачине електричне струје која противиче кроз њега и напона на његовим крајевима.

ПРИБОР: Волтметар, амперметар, отпорник, 3 галванска елемената од по 1,5 V са прикључицима, проводници.

ТОК ВЕЖБЕ:

1. Повежи елементе струјног кола према следећој шеми:



2. Измери напон U волтметром и јачину електричне струје I амперметром и резултате упиши у табелу.
3. Повећај напон на крајевима отпорника укључивањем у коло два серијски везана галванска елемената (као у претходној вежби).
4. Понови поступак мерења јачине електричне струје и напона. Резултате упиши у табелу.
5. Цео поступак понови још једном укључивањем у коло три редно везана галванска елемената.
6. Из добијених података за свако поједино мерење одреди електрични отпор.

7. Izračunaј средњу вредност отпора отпорника R_x
 8. Izračunaј апсолутну ΔR и релативну δR грешку.

$$\Delta R = |R_{sr} - R|$$

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R_{sr}}$$

$$\delta R (\%) = \delta R \cdot 100(\%)$$

Дужа Кратчина

РЕЗУЛТАТИ:

1,5 mA

Број мерења	$I [A]$	$U [V]$	$R_x [\Omega]$	$R_{sr} [\Omega]$	ΔR	$\delta R (\%)$
1.	0,001	2	2 000 ✓	1800	200	11
2.	0,005	10	2 000 ✓		200	11
3.	0,01	14	1 400		400	22

$$I_1 = 1mA \checkmark$$

$$I_1 = 1 \cdot 0,001A \checkmark$$

$$I_1 = 0,001A \checkmark$$

$$I_2 = 5mA$$

$$I_2 = 5 \cdot 0,001A$$

$$I_2 = 0,005A \checkmark$$

$$I_2 = 10mA$$

$$I_2 = 10 \cdot 0,001A$$

$$I_2 = 0,01A \checkmark$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$$

$$R_1 = \frac{2V}{0,001A}$$

$$R_1 = 2000\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2}$$

$$R_2 = \frac{10V}{0,005A}$$

$$R_2 = 2000\Omega$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}$$

$$R_3 = \frac{14V}{0,01A}$$

$$R_3 = 1400\Omega$$

$$R_{sr} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

$$R_{sr} = \frac{2000\Omega + 2000\Omega + 1400\Omega}{3}$$

$$R_{sr} = \frac{5400\Omega}{3}$$

$$R_{sr} = 1800\Omega$$

$$\Delta R_1 = |R_{sr} - R_1|$$

$$\Delta R_1 = |1800\Omega - 2000\Omega|$$

$$\Delta R_1 = |-200\Omega|$$

$$\Delta R_1 = 200\Omega$$

$$\Delta R_2 = |R_{sr} - R_2|$$

$$\Delta R_2 = |1800\Omega - 2000\Omega|$$

$$\Delta R_2 = |-200\Omega|$$

$$\Delta R_2 = 200\Omega$$

$$\Delta R_3 = |R_{sr} - R_3|$$

$$\Delta R_3 = |1800\Omega - 1400\Omega|$$

$$\Delta R_3 = |400\Omega|$$

Fotokopija radne sveske učenika

$$\delta R (\%) = \frac{\Delta R}{R_{sr}} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R_{sr}}$$

$$\delta R_1 (\%) = \frac{\Delta R_1}{R_{sr}} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_1 (\%) = \frac{200\%}{1800\%} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_1 (\%) = 0,11 \cdot 100 (\%)$$

$$\boxed{\delta R_1 (\%) = 11 \%}$$

$$\delta R_2 (\%) = \frac{\Delta R_2}{R_{sr}} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_2 (\%) = \frac{200\%}{1800\%} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_2 (\%) = 0,11 \cdot 100 (\%)$$

$$\boxed{\delta R_2 (\%) = 11 \%}$$

$$\delta R_3 (\%) = \frac{\Delta R_3}{R_{sr}} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_3 (\%) = \frac{400\%}{1800\%} \cdot 100 (\%)$$

$$\delta R_3 (\%) = 0,22 \cdot 100 (\%)$$

$$\boxed{\delta R_3 (\%) = 22 \%}$$

Opštevati (5) P

Fotokopija radne sveske učenika

7. Израчунај средњу вредност отпора отпорника R_x
 8. Израчунај апсолутну ΔR и релативну δR грешку.

$$\Delta R = |R_{sr} - R|$$

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R_{sr}}$$

$$\delta R (\%) = \delta R \cdot 100(\%)$$

Износ Специјалнија

3
т-
а-
у-
е

РЕЗУЛТАТИ:

Број мерења	I [A]	U [V]	R_x [Ω]	R_{sr} [Ω]	ΔR	δR (%)
1.	0,001	1	1000	996,7	3,3	0,3
2.	0,005	5	1000		3,3	0,3
3.	0,01	9,9	990		6,7	0,7

$$I_1 = 1 \text{ mA} = 1 \cdot 0,001 \text{ A} = 0,001 \text{ A} \quad \checkmark$$

$$I_2 = 5 \text{ mA} = 5 \cdot 0,001 \text{ A} = 0,005 \text{ A} \quad \checkmark$$

$$I_3 = 10 \text{ mA} = 10 \cdot 0,001 \text{ A} = 0,01 \text{ A} \quad \checkmark$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$$

$$R_1 = \frac{1 \text{ V}}{0,001 \text{ A}}$$

$$R_1 = 1000 \text{ } \Omega \quad \boxed{R_1 = 1000 \text{ } \Omega}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2}$$

$$R_2 = \frac{5 \text{ V}}{0,005 \text{ A}}$$

$$R_2 = 1000 \text{ } \Omega \quad \boxed{R_2 = 1000 \text{ } \Omega}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}$$

$$R_3 = \frac{9,9 \text{ V}}{0,01 \text{ A}}$$

$$R_3 = 990 \text{ } \Omega \quad \boxed{R_3 = 990 \text{ } \Omega}$$

$$R_{SR} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{SR} = \frac{1000 \text{ } \Omega + 1000 \text{ } \Omega + 990 \text{ } \Omega}{3}$$

$$R_{SR} = \frac{2990 \text{ } \Omega}{3}$$

$$R_{SR} = 996,7 \text{ } \Omega \quad \boxed{R_{SR} = 996,7 \text{ } \Omega}$$

Fotokopija radne sveske učenika

$$\Delta K_1 = |R_{SR} - R_1|$$

$$\Delta R_1 = |996,7 \Omega - 1000 \Omega|$$

$$\Delta R_1 = |3,3 \Omega|$$

$$\boxed{\Delta R_1 = 3,3 \Omega}$$

$$\Delta K_2 = |R_{SL} - R_L|$$

$$\Delta R_2 = |996,7 \Omega - 1000 \Omega|$$

$$\Delta R_2 = |3,3 \Omega|$$

$$\boxed{\Delta R_2 = 3,3 \Omega}$$

$$\Delta R_3 = |R_{SR} - R_3|$$

✓

$$\Delta R_3 = |996,7 \Omega - 1000 \Omega|$$

$$\Delta R_3 = |6,7 \Omega|$$

$$\boxed{\Delta R_3 = 6,7 \Omega}$$

$$\delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_{SR}}$$

$$\delta R_1 = \frac{3,3 \Omega}{996,7 \Omega}$$

$$\boxed{\delta R_1 = 0,003 \Omega}$$

$$\delta R_1 \cdot 100\% = 0,003 \cdot 100\%$$

$$\boxed{\delta R_1 (\%) = 0,3\%}$$

$$\delta R_2 = \frac{\Delta R_2}{R_{SR}}$$

$$\delta R_2 = \frac{3,3 \Omega}{996,7 \Omega}$$

$$\boxed{\delta R_2 = 0,003 \Omega}$$

$$\delta R_2 \cdot 100\% = 0,003 \cdot 100\%$$

$$\boxed{\delta R_2 (\%) = 0,2\%}$$

$$\delta R_3 = \frac{\Delta R_3}{R_{SR}}$$

$$\delta R_3 = \frac{6,7 \Omega}{996,7 \Omega}$$

$$\boxed{\delta R_3 = 0,007 \Omega}$$

$$\delta R_3 \cdot 100\% = 0,007 \cdot 100\%$$

$$\boxed{\delta R_3 (\%) = 0,7\%}$$

Opšta Mera (5)
PB.

Nastavna tema: *Magnetno polje*

NASTAVNA JEDINICA: **MAGNETNO POLJE ELEKTRIČNE STRUJE
MAGNETNA SILA**

CILJ ČASA: Upoznati učenike sa magnetnim poljem električne struje .

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

OBRAZOVNI NIVO: Razumevanje

NASTAVNE METODE: Dijaloška, demonstraciona

OBLICI RADA: Frontalni

DEMONSTRACIONI OGLEDI: Erstedov ogled, magnetne linije sile pravolinijskog provodnika, kružnog provodnika i solenoida.

NASTAVNA SREDSTVA: Nastavni komplet "Elektromagnetizam"

TOK ČASA

UVODNI DEO: U uvodnom delu ponavljamo gradivo VI razreda o magnetima:

- Koja je osobina magneta ?
- Kakvi magneti postoje, u kom obliku se najčešće prave magneti? (potkovica, magnetna šipka i magnetna igla).

GLAVNI DEO:

Pokazati magnetnu iglu i sastaviti strujno kolo. Ispod provodnika (pravolinijskog) staviti magnetnu iglu. Pošto struja u kolu ne teče (otvoreno kolo) magnetna igla miruje . Zatim uključiti struju (zatvoreno kolo) i magnetna igla se pomera.Učenici na osnovu toga zaključuju da oko provodnika sa strujom postoji magnetno polje. Objasniti da je ogled koji smo videli prvi izveo danski fizičar Ersted (1821) i da se ogled no njemu naziva Erstedov ogled.

Zatim ponoviti ogled nekoliko puta uz promenu smera struje pri čemu se vidi da igla skreće u suprotnom smeru. Smer skretanja igle se menja i pri promeni položaja igle u odnosu na provodnik (kad se postavi iznad provodnika). Uz promenu smera struje i promene položaja igle u odnosu na provodnik objasniti učenicima pravilo desne ruke koje glasi:

- Ako se desna ruka drži iznad provodnika sa prstima ispruženim u smeru proticanja električne struje tako da je dlan okrenut prema provodniku, palac pokazuje smer skretanja severnog pola magnetne igle.

Sve ovo i demonstrirati nekoliko puta.

Nakon ovoga uz podsećanje na definiciju električne struje zaključujemo da nanelektrisanje čestice koje se kreću stvaraju magnetno polje . Zatim pomoću opiljaka gvožđa pokazati linije sile magnetnog polja pravolinijskog provodnika koje imaju oblik koncentričnih kružnica i objasniti kako se određuje njihov smer (pomoću desne ruke). Potom pokazati linije sile kružnog provodnika (magnetni dipol) i solenoida uz objašnjenje da je magnetno polje unutar solenoida homogeno, a van solenoida nehomogeno (heterogeno). Uz objašnjenje da se

solenoid ponaša kao magnet, dok kroz njega teče struja, pokazati kako se pomoću desne ruke mogu odrediti polovi tog magneta.

ZAVRŠNI DEO: Ponavljamo nastavnu jedinicu na taj način što učenici odgovaraju na pitanja:

- Šta je Ersted dokazao svojim ogledom?
- Kako glasi pravilo desne ruke?
- Kakav oblik imaju linije sile oko pravolinijskog provodnika?
- Šta je magnetni dipol?
- Šta je solenoid?

NAPOMENA: Nastavna jedinica će biti realizovana u II polugodištu .

Nastavna tema: *Elektromagnetna indukcija*

NASTAVNA JEDINICA: **MEDUSOBNA INDUKCIJA. LENCOVO PRAVILO**

CILJ ČASA: Upoznati učenike sa međusobnom indukcijom i Lencovim pravilom .

TIP ČASA: Obrada novog gradiva

OBRAZOVNI NIVO: Informisanost , razumevanje

NASTAVNE METODE: Dijaloška , demonstraciona

OBLICI RADA: Frontalni

DEMONSTRACIONI OGLEDI: Međusobna indukcija , Lencovo pravilo .

NASTAVNA SREDSTVA: Uredaj za demonstraciju elektromagnetne indukcije i Lencovog pravila (lebdeći prsten) .

TOK ČASA

UVODNI DEO: Ponoviti gradivo sa prethodnog časa :

- Šta je elektromagnetna indukcija?
- Kako glasi Faradejev zakon?(uz ponavljanje sledi i demonstracija).

GLAVNI DEO:

Uzeti dva kalema (soleonida) i jedan uključiti u strujno kolo, a drugi povezati sa galvanometrom. Približavanjem prvog kalema (primar) drugom kalemu (sekundar) učenici primećuju da se kazaljka galvanometra pomera. Kada se primar udaljava od drugog kalema, kazaljka skreće na suprotnu stranu.

To nam pokazuje da se u sekundaru indukovala električna struja. Ista pojava se uočiti i ako ce prvi kalem (primar) stavi unutar drugog kalem (sekundar) a zatim se struja u primaru naizmenično uključuje i isključuje ili se menja jačina struje u njemu . Ta pojava ce naziva međusobna indukcija.

Dakle promenljivo magnetno polje (promenljivi fluks) dovodi do pojave indukovane struje u sekundaru ali takođe i do pojave indukovanih magnetnih polja sekundara . Smer indukovanih magnetnih polja, odnosno smer indukovane struje određuje ca Lencovim pravilom koje glasi:

Smer indukovane električne struje je takav da ona svojim indukovanim magnetnim poljem teži da spreči promene koje dovode do njene indukcije.

Zatim se demonstrira lebdeći prsten uz objašnjenje.

ZAVRŠNI DEO: Učenici demonstriraju i objašnjavaju međusobnu indukciju i Lencovo pravilo.

NAPOMENA: Nastavna jedinica će biti realizovana u II polugodištu.

Prve tri nastavne jedinice su realizovane u I prvom polugodištu (decembar 2005.), a preostale tri početkom II polugodišta (od sredine januara do sredine marta 2006.). Na osnovu ovih lekcija izvršeno je anketiranje učenika kao i njihovo testiranje (maj 2006.). Fotokopije opservacionih lista i testa su priložene na narednim stranama.

**OPSERVACIONA LISTA ZA ČAS KADA UČENICI SAMI IZVODE
EKSPERIMENT**

1. Čas kada ste sami izvodili eksperiment, bio je za izvođenje:

- a) lak, b) jednostavan, c) izvodljiv, d) složen, e) težak.

2. Šta ti je u izvođenju eksperimenta predstavljalo poteškoću?

(opisi ukratko rečima)

3. Da li ti je jasan eksperiment, u smislu, šta se zapravo njime pokazalo?

razred..... odeljenje..... ocena iz predmeta

**OPSERVACIONA LISTA KADA NASTAVNIK
IZVODI EKSPERIMENT**

Čas na kome ste radili, učili,

— (nastavna tema časa)

nastavnik vam je organizovao eksperiment.

Pokušaj da pronađeš (i zaokružiš) od ponuđenih odgovora, šta ti je izvođenje tog eksperimenta omogućilo:

- a) da shvatiš suštinu samog procesa - pojave
- b) da razumeš samo eksperiment (jasno povežeš sve faze njegovog izvođenja)
- c) da posle izvođenja eksperimenta bolje shvatiš suštinu ranije pređenog gradiva
- d) da vidiš konkretan produkt eksperimenta
- e) da shvatiš međusobnu povezanost npr: elemenata kojima se izvodi eksperiment, sled-povezanost faza izvođenja i sl.

Razred..... odeljenje..... ocena iz predmeta

TEST IZ FIZIKE

1. Nabroj delove električnog kola .
2. Kakvo može da bude električno kolo ?
3. Nacrtaj šemu zatvorenog električnog kola
4. Prepiši tačan odgovor .

Jačina struje u otvorenom električnom kolu iznosi :

- a) 10 A;
- b) 0 A;
- c) 1 A.

5. Kako glasi Omov zakon ?

6. Prepiši tačan odgovor .

Obrazac za Omov zakon glasi :

- a) $I=q/t$;
- b) $R= r^* 1/S$;
- c) $I= U/ R$.

7. Prepiši tačan odgovor .

Sprava za merenje jačine struje zove se:

- a) ampermetar
- b) vatmetar
- c) voltmeter

8. Kako se zove sprava za meranje napona ?

9. Prepiši i dopuni rečenicu.

Ampermetar je sprava kojom se meri _____ i

on se u kolo vezuje

ili _____ sa

10. Šta je Ersted dokazao svojim ogledom ?

11. Prepiši tačan odgovor .

Magnetne linije sile kod pravolinijskog provodnika imaju oblik :

- a) prave linije;
- b) kružnice;
- c) parabole.

12. Šta je magnetni dipol ?

13. Šta je solenoid ?

14. Šta je elektromagnetna indukcija ?

15. Kako glasi Lencovo pravilo ?

16. Kako glasi Faradejev zakon ?

17. Napon na krajevima provodnika iznosi 0,2 kV a njegov otpor 400Ω . Kolika je jačina struje?

18. Koliki je pad napona na krajevima provodnika ako kroz njega teče struja jačine 250 mA, a otpor provodnika iznosi $0,032 M\Omega$?

19. Kroz otpornik teče struja jačine 20 mA, a napon na njegovim krajevima iznosi 0,6 kV . Koliki je otpor ?

20 . Otpor otpornika je $2 k\Omega$, a napon na njegovim krajevima 400 V. Kolika je jačina struje u otporniku ?

Na osnovu rezultata vežbi, opservacionoh lista i rezultata testa, a u saradnji sa pedagogom škole, izvršena je evaluacija u nastavi fizike koja izgleda ovako.

EVALUACIJA U NASTAVI FIZIKE

Primena metode praktičnog i laboratorijskog rada je posebno značajna za predmete koji se zasnivaju na prirodnim i tehničkim naukama. Suština znanja učenika stečena ovom metodom nije samo da znanje »znaju« već i da ga primene pa takva znanja time imaju i veću didaktičku vrednost. Ova veća didaktička vrednost objašnjava se i time što se učenici angažuju misaono, manuelno i emocionalno a pored toga takva znanja po pravilu imaju veću trajnost.

Posebnu didaktičku vrednost ovako stečenih znanja ima i to što eksperiment, bilo da ga izvodi nastavnik ili učenici, počinje nekom problem situacijom tj. problem zadatkom, a poznato je da se u okviru didaktičke strategije problemske nastave često javlja i strategija učenja putem otkrića.

»Imajući u vidu da Plan i program fizike u Republici Srbiji više pažnje poklanja sadržaju nego načinu učenja... te da je »sprovodenje eksperimenta u nastavi dosta nenaglašeno« ... dalo nam je još jedan impuls da obratimo veću pažnju češćoj primeni eksperimentalne metode. Ovaj metod rada angažuje složene misaone operacije kod učenika, koje uglavnom ostaju nedovoljno aktivirane u toku nastave bazirane na tradicionalnim metodama, a pojačana misaona aktivnost učenika nam je bila jedan od osnovnih projektnih ciljeva.

U analizi časova fizike na kome su učenici sami izvodili eksperiment, to su bile nastavne jedinice:

1.Zavisnost jačine struje od napona-eksperimentalna primena Omovog zakona i praktična primena zakona sa prethodnih časova

2.Određivanje otpora otpornika pomoću ampermetra i voltmetra

Analizom urađenih vežbi i sumiranjem dobijenih ocena nakon ova dva časa dobili smo sledeće rezultate:

75,54% učenika je dobilo ocenu 5

18,70% učenika je dobilo ocenu 4

4,31% učenika je dobio ocenu 3 i

1,44% učenika je dobio ocenu 2.

Nakon popunjениh i obrađenih opservacionin lista(139 učenika) o tome kakav je bio čas kada su sami izvodili eksperiment, 78,40 % njih se opredelilo za odgovor da je on bio lak i jednostavan, 11,39% da je eksperiment izvodljiv, 5,64 % je smatralo da je eksperiment složen a 4,56% da je težak. **Ovaj procenat 78,40% govori da je toliko učenika prošlo kroz etape problemske nastave koju je eksperiment nosio, dok je prepostavljeni kriterijum uspeha bio da će 50% učenika proći kroz ove etape.**

Da je eksperiment bio jasan u smislu da su razumeli šta se njime dokazalo, odgovorilo je 93,44% učenika, 3,27% je izjavilo da je nejasnoće savladalo radom u grupi, dok je 3,27% učenika izjavilo da eksperiment nije shvatilo. Ovu poslednju konstataciju su iskazali upravo oni učenici koji su naveli da je eksperiment bio i težak.

Ovaj visok procenat učenika koji govore da su razumeli suštinu eksperimenta, ujedno pokazuje da se kod velikog broja njih, podstakla misaona aktivnost (dakle da je moralo doći do funkcionisanja određenih kognitivnih operacija)

U prilog izvođenim eksperimentima ide i visoka korelacija između ocene izrečene od strane nastavnika i ličnog osećaja da su razumeli eksperiment i njegov smisao.

Pored toga, značaj u primeni eksperimentalne metode pokazuje i razlika između dobijene ocene na testu sa ocenom koju učenici inače imaju iz tog predmeta (npr. polugodišnje predmetne ocene) a koja pokazuje da su ocene iz izvedenih eksperimenata znatno veće u odnosu na postojeće. Ovaj momenat ide u prilog onoj karakteristici koju nazivamo transferabilnošću znanja a to je njihova duža trajnost ne samo u smislu retencije već i kao transfornost na druga (nova) znanja.

Časovi primene eksperimenta od strane nastavnika tj. tzv. primena demonstracione metode, pokazala je da su učenici na sva tri časa fizike u 8. razredu bili misaono angažovani a sadržaje su mogli usvajati na najprirodniji način, perceptivnim zaključivanjem, pri čemu su razvijali sposobnost: posmatranja i zapažanja koristeći metodu analize, i misaonog povezivanja u jasne pojmovne strukture.

Posebno je značajna demonstracija dinamičkih pojava i zahtev (mogućnost) da učenik i sam ponovi izvedeni eksperiment (sastavljanje i rastavljanje električnog kola, Elektromagnetna indukcija i Lencovo pravilo)

Svi čulni doživljaji dobijeni ovakvim načinom rada takođe angažuju učenike slabije razvijekih sposobnosti ili slabo motivisanih za rad u ovom predmetu, pa se i na taj način ukupna aktivnost u nastavi ipak podstiče. Analizom održanih časova može se videti da je metoda demonstracije eksperimenta (od strane nastavnika) bila stalno kombinovana sa metodom izlaganja, objašnjavanja, tumačenja povezivanja sa ranije naučenim gradivom.

O p s e r v a c i o n e l i s t e učenika kada nastavnik izvodi gradivo, praktično su obuhvatala 4 nivoa odgovora:

- 1.nivo, najniži oblik-čulno iskustvo- (odgovori g,b)
- 2.nivo, postojanje misaone aktivnosti (odgovori pod a)
- 3.nivo, sinteza i analiza samog eksperimenta (odgovori pod d)
- 4.nivo, sinteza i analiza pojave, uzročnost i posledice (odgovori pod v)

Najviše učenika, 44,27% je odgovorilo da su shvatili eksperimentom suštinu ranije naučenog gradiva, (što je bio i najpoželjniji odgovor), 40,00% smatra da je demonstracijom shvatilo samu suštinu procesa(pojavu), koja je eksperimentom pokazana, 14,29% smatra da je razumelo sam eksperiment(dakle sled-povezanost faza izvođenja i krajnji produkt) dok, 1,43% kaže da je video samo konačan i konkretan produkt eksperimenta.

Ovakvim odgovorima zadovoljeni su sigurno predviđeni kriterijumi uspeha učenika da će 60% sticati, ovim putem, čulno iskustvo i da će oko 50% proći kroz etape problemske nastave.

Nakon izvršenog testovnog ispitivanja učenika, samo ovih znanja stečenih primenom eksperimenta bilo da je reč o izvođenju eksperimenta od strane nastavnika ili učenika, dobijeni su sledeći rezultati:

Aritmetička sredina rezultata po odeljenjima izgleda ovako:

$$\text{VIII}_1 \quad X_f=4,12$$

$$\text{VIII}_2 \quad X_f=4,09$$

$$\text{VIII}_3 \quad X_f=3,76$$

X_i = aritmetička sredina polugodišnjih ocena

X_f = aritmetička sredina finalnog stanja

X_F = prosečna efikasnost eksperimentalnog faktora

2005/06	X_f	X_i	$X_F=X_f-X_i$
VIII₁	4.12	3.60	0.52
VIII₂	4.09	3.75	0.34
VIII₃	3.76	3.50	0.26

Tabela 1.

U sva tri odeljenja, **dobijene ocene na testu znanja su veće od polugodišnjih ocena, iako znamo da su rezultati dobijeni pismenim putem obično slabiji od svih drugih. Ovo se može tumačiti kao potvrda hipoteze da će sticana znanja uz izvođenje eksperimenta biti trajnija.**

Pretpostavku da su ovako stečena znanja trajnija potvrđuje i činjenica da je testiranje izvršeno u maju, dakle 4-5 meseci posle obrade nastavne teme Električna struja i dva meseca posle obrade nastavne teme Elektromagnetizam. Ako se pri tom ima u vidu da su u maju učenici osmih razreda koncentrisani na završetak školske godine i prijemne ispite onda su ovi rezultati više nego dobri. Može se, opravdano, prepostaviti da bi oni bili još bolji da je testiranje izvršeno u martu, neposredno po završetku teme elektromagnetizam.

UTICAJ OCENE IZ LABORATORIJSKIH VEŽBI NA POLUGODIŠNJU OCENU

Prilikom evaluacije zanemarena je važna činjenica da su ocene iz laboratorijskih vežbi već uticale na povećanje polugodišnje ocene. Da bi se utvrdilo koliki je stvarni uticaj eksperimentalnog faktora na ocenu izračunate su prosečne polugodišnje ocene bez ocene iz laboratorijskih vežbi. Na osnovu toga dobijeni su sledeći podaci:

2005/06	Polugodišnja ocena		Razlika
	Sa mernim vežbama	Bez mernih vežbi	
VIII ₁	3.60	3.38	0.22
VIII ₂	3.75	3.63	0.12
VIII ₃	3.50	3.14	0.36

Tabela 2.

Ako sada uporedimo ocene sa testa sa ocenama kakve bi bile na polugodištu bez primene nastavnog kompleta „Električna struja“ rezultati su sledeći:

$$\text{VIII}_1: X_{F1}=4.12-3.38=0.74$$

$$\text{VIII}_2: X_{F2}=4.09-3.63=0.46$$

$$\text{VIII}_3: X_{F3}=3.76-3.14=0.62$$

To znači da je prosečna efikasnost eksperimentalnog faktora znatno veća nego što je to rečeno u evaluaciji. Ako uporedimo polugodišnje ocene iz fizike sa prosečnim polugodišnjim ocenama odeljenja dolazimo do interesantnih podataka

2005/06	Fizika bez mernih vežbi	Polugodišnji prosek	Razlika	Fizika sa mernim vežbama	Polugodišnji prosek	Razlika
VIII ₁	3.38	3.66	-0.28	3.60	3.66	-0.06
VIII ₂	3.63	3.76	-0.13	3.75	3.76	-0.01
VIII ₃	3.14	3.49	-0.35	3.50	3.49	0.01

Tabela 3.

Kao što se iz ove tabele vidi ocene iz laboratorijskih vežbi utiču na povećanje prosečne ocene iz fizike i približavaju je prosečnoj oseni odeljenja. S obzirom na činjenicu da je fizika jedan od težih predmeta o kome naša javnost (i naši učenici) nemaju lepo mišljenje ovaj podatak bi se mogao iskoristiti za poboljšanje toga mišljenja.

Slična istraživanja su urađena za poslednje 3 školske godine 2004/05, 2005/06 i 2006/07 i rezultati su sledeći:

2004/05	Polugodišnja ocena iz fizike		Razlika
	Sa mernim vežbama	Bez mernih vežbi	
VIII ₁	2.84	2.84	0.00
VIII ₂	3.72	3.72	0.00
VIII ₃	2.58	2.47	0.11

Tabela 4.

2005/06	Polugodišnja ocena iz fizike		Razlika
	Sa mernim vežbama	Bez mernih vežbi	
VIII ₁	3.60	3.38	0.22
VIII ₂	3.75	3.63	0.12
VIII ₃	3.50	3.14	0.36

Tabela 5.

2006/07	Polugodišnja ocena iz fizike		Razlika
	Sa mernim vežbama	Bez mernih vežbi	
VIII ₁	2.96	2.58	0.38
VIII ₂	3.79	3.50	0.29
VIII ₃	3.58	3.46	0.12

Tabela 6.

Iz ove tri tabele se vidi da je uticaj laboratorijskih vežbi na polugodišnju ocenu najmanji u školskoj 2004/05, odnosno kada su laboratorijske vežbe rađene sa starim kompletom. Novi komplet se koristi od školske 2005/06 godine a od tada je i uticaj laboratorijskih vežbi na polugodišnju ocenu iz fizike znatno veći. Može se zaključiti da je za to zaslužan novi komplet.

2004/05	Polugodišnja ocena		Razlika
	Prosek	Fizika	
VIII ₁	3.62	2.58	1.04
VIII ₂	4.23	3.72	0.51
VIII ₃	3.32	2.84	0.48

Tabela 7.

2005/06	Polugodišnja ocena		Razlika
	Prosek	Fizika	
VIII ₁	3.66	3.60	0.06
VIII ₂	3.76	3.75	0.01
VIII ₃	3.49	3.50	-0.01

Tabela 8.

2006/07	Polugodišnja ocena		Razlika
	Prosek	Fizika	
VIII ₁	3.28	2.96	0.32
VIII ₂	3.82	3.79	0.03
VIII ₃	3.57	3.58	-0.01

Tabela 9.

Iz ovih tabela se vidi da je prosečna ocena odeljenja u 2004/05.godini od 0.48 do 1.04 veća od ocene iz fizike. U poslednje dve godine, od kada se koristi novi komplet, ta razlika je znatno manja i sa izuzetkom jednog odeljenja kreće se od 0.01 do 0.06.

Na kraju su date i prosečne ocene iz laboratorijskih vežbi uporedo sa polugodišnjom ocenom iz fizike i prosečnom ocenom odeljenja za poslednje tri godine:

	2004/05	2005/06	2006/07
VIII ₁	3.83	4.83	4.35
VIII ₂	4.19	4.91	4.78
VIII ₃	3.84	4.82	4.87

Tabela 10. Laboratorijske vežbe

	2004/05	2005/06	2006/07
VIII ₁	2.58	3.60	2.96
VIII ₂	3.72	3.75	3.79
VIII ₃	2.84	3.50	3.58

Tabela 11. Polugodišnje ocene iz fizike

	2004/05	2005/06	2006/07
VIII ₁	3.62	3.66	3.28
VIII ₂	4.23	3.76	3.82
VIII ₃	3.32	3.49	3.57

Tabela 12. Polugodišnji proseci

Na osnovu ovih tabela se vidi da su ocene iz laboratorijskih vežbi u školskoj 2004/05 godini od 0.52 do 1.03 manje nego ocene u 2005/06 ili 2006/07. Da bismo izbegli sumnju da je ta generacija učenika slabija od ostale dve generacije izdvajamo samo odeljenje VIII₂ u sve tri generacije. Sticajem okolnosti drugo udelenje u sve tri generacije je bilo najbolje u svojoj generaciji o čemu svedoče kako ocene iz laboratorijskih vežbi, tako i polugodišnje ocene iz fizike kao i polugodišnji proseci svih predmeta tih odeljenja.

Na osnovu polugodišnjih ocena iz fizike vidimo da su odeljenja približno jednaka po uspehu. Polugodišnji proseci pokazuju da je odeljenje VIII₂ iz 2004/05 za oko pola ocene bolje od onih iz 2005/06 i 2006/07. Treba dodati da je odeljenje VIII₂ iz 2004/05 najbolje odeljenje u poslednjih 20 godina u našoj školi (a možda i u čitavoj njenoj istoriji).

Međutim, ocene iz laboratorijskih vežbi daju sasvim drugu sliku . Naime odeljenje VIII₂ iz 2005/06 ima za 0.72 veću ocenu, a odeljenje iz 2006/07 ima za 0.59 veću ocenu od odeljenja VIII₂ iz 2004/05. To nas navodi na zaključak da je na slabiju ocenu iz laboratorijskih vežbi uticao neki drugi faktor. Analizirajući uzrok, zaključili smo da je jedina razlika u radu bila u tome da je odeljenje iz 2004/05 radilo laboratorijsku vežbu sa starim, a odeljenja iz 2005/06 i 2006/07 sa novim kompletom i novim pristupom. To nam daje za pravo da još jednom zaključimo kako novi pristup daje i nove, znatno bolje, rezultate.

ZAKLJUČAK

Na osnovu svega izloženog možemo zaključiti sledeće:

Eksperiment (ogled) je nezamenjiv i neizostavan deo u procesu nastave fizike, kako u osnovnoj tako i u srednjoj školi.

Da bi smo nastavu učinili očiglednom i zanimljivom potrebna su nam odgovarajuća nastavna sredstva.

Za savremenu nastavu potrebna su i savremena nastavna sredstva.

Svi pokazatelji, izvedeni u ovoj analizi, govore da nastavni kompleti „Električna struja“, „Elektromagnetizam“ i „Lebdeći prsten“ spadaju u savremena nastavna sredstva, koja nam omogućavaju novi i savremenih pristup nastavi fizike u oblasti jednosmerne električne struje. Rukovanje ovim nastavnim sredstvima je jednostavno i lako, vežbe zanimljive, poučne, a često, sudeći po reakcijama učenika, i fascinantne (npr. lebdeći prsten). Ako se tome dodaju i, na osnovu svih pokazatelia, odlični rezultati, možemo konstatovati da primena ovih kompleta u nastavi predstavlja ozbiljan pomak ka modernoj nastavi fizike, kao i zadovoljstvo kako za učenike, tako i za nastavnike.

LITERATURA

1. Dr Božidar Vujičić,
Nastavni komplet «Električna struja»,
Novi Sad, 2005.
2. Mitra Smiljanić Grujić,
Demonstracioni praktikum fizike u nastavi,
Novi Sad, 2007.
3. G. Gojkov,
Kognitivni stil u didaktici,
Viša škola za obrazovanje vaspitača, Vršac, 1995.
4. R. Antonijević, D. Janjetović,
TIMSS 2003. u Srbiji,
Institut za pedagoško istraživanje, Beograd, 2005.
5. Mr Svetomir Dimitrijević, dr Bogdan Ilić, Gordana Hajduković,
Radna sveska sa dnevnikom laboratorijskih vežbi iz fizike za 8. razred osnovne škole,
ITP «Zmaj», Novi Sad, 1995.

Biografija



Rođen 16.03.1954. u Bačkoj Palanki. Završio osnovnu školu »Braća Novakov« i Silbašu, Gimnaziju u Bačkoj Palanki, a Višu Pedagošku školu, grupa fizika-hemija u Beogradu. Predavao fiziku, matematiku, hemiju i domaćinstvo u osnovnim školama u Pivnicama, Gajdobri, Novoj Gajdobri, Bačkoj Palanki, Rumenki, Stepanovićevu i Novom Sadu. Trenutno zaposlen kao nastavnik fizike i hemije u osnovnoj školi »Sveti Sava« u Rumenki.



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD

Monografska dokumentacija

TZ

Tip zapisa:

Vrsta rada:

Tekstualni štampani materijal

VR

Autor:

AU

Pavle Vukadinov

MN

Mentor:

NR

Prof. dr Božidar Vujičić

JP

Jezik publikacije:

JI

srpski (latinica)

ZP

Uže geografsko područje:

UGP

Vojvodina

Godina:

GO

2007

Izdavač:

IZ

Autorski reprint

MA

Mesto i adresa:

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

FO

Fizički opis rada:

8/39/2/12/16/0

NF

Naučna oblast:

Fizika

NO

Naučna disciplina:

Demonstracioni i merni ogledi u nastavi

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči:

Električna struja, nastava fizike, merenja i ogledi, novi tipovi nastavnih sredstava

PO

UDK

Čuva se:

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

nema

VN

Izvod:

U radu je prikazana obrada nastavne oblasti "Električna struja" u osnovnoj školi uz korišćenje novih tipova učila. Pokazano je da je ovim pristupom znatno poboljšan kvalitet nastave, kao i odgovarajući rezultati.

Datum prihvatanja teme od NN veća:

18.05.2007

DP

Datum odbrane:

30.08.2007.

DO

Članovi komisije:

KO

Prof. dr Radomir Kobilarov

Predsednik:

Prof. dr Dušanka Obadović

član:

Prof. dr Božidar Vujičić

član:

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph publication

TR

Textual printed material

CC

Content code:

Final paper

AU

Author:

Pavle Vukadinov

MN

Mentor/comentor:

Prof. dr Božidar Vujičić

TI

Title:

New Approach to the Teaching of the Direct Current

LT

Language of text:

Serbian (Latin)

LA

Language of abstract:

English

CP

Country of publication:

Serbia

LP

Locality of publication:

Vojvodina

PY

Publication year:

2007

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

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

PP

Physical description:

8/39/2/12/16/0

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Demonstrative and measurement experiments in physics teaching

SD

Subject/ Key words:

DC electrical current, physics education, measurements and experiments, new types of teaching sets

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

This paper shows the treatment of "Direct electrical current" unit in elementary school by using new demonstrative means of teaching. It is shown that this approach significantly increase education level and improves students results as well.

Accepted by the Scientific Board:

18.05.2007

ASB

Defended on:

30.08.2007.

DE

Thesis defend board:

DB

PhD Radomir Kobilarov, full professor

President:

PhD Dušanka Obadović, full professor

Member:

PhD Božidar Vujičić, full professor

Member: