Sadržaj:

1. Uvod ... 1
2. Učenje, e-učenje i testiranje znanja ... 3
2.1 Učenje ... 3
2.2 E-učenje, E-learning (Electronic Learning) ... 5
2.3 Testiranje znanja ... 10
3. Predkoncepcije ... 14
3.1 Predkoncepcije u svakodnevnom životu ... 14
3.2 Predkoncepcije u mehanici ... 15
3.3 Predkoncepcije o električnoj struji ... 16
3.4 Ostale prepreke u rješavanju problema ... 18
3.5 Kreativnost ... 20
4. Konceptualni testovi iz mehanike i jednostavnih strujnih krugova i njihova računalna implementacija ... 22
4.1 Force Concept Inventory (FCI), konceptualni test iz mehanike ... 22
4.2 Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test (DIRECT), konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova ... 23
4.3 Računalna implementacija DIRECT i FCI testa ... 24
5. Analiza rezultata ... 26
5.2 Korelacija ... 26
5.2 Analiza rezultata ... 32
6. Korelacija FCI i CSEM testa, napredak između predtesta i postesta ... 35
6.1 Korelacija FCI i CSEM testa ... 35
6.2 Napredak (Gain) ... 38
7. Zaključak ... 39
Literatura ... 40
Prilog 1 Konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova (DIRECT) ... 41

1. Uvod

Ljudska znatiželja pokretač je svih istraživanja. U ljudskoj prirodi je istraživanje i donošenje zaključka. Naša potreba za stalnim učenjem i potreba za razumijevanjem svijeta oko nas je ono što nas dijeli od ostalih živih bića. Od početka ljudske civilizacije čovjek pokušava objasniti na koji način funkcionira svijet i pojave koje ga okružuju. Kao što se i kroz povijest pokazalo želja za objašnjenjem fizikalnih pojava ponekad može dovesti do krivih zaključaka. Danas je smiješna ideja Zemlje kao ravne ploče. Iako je ta teorija imala svoje argumente. Sva kretanja nebeskih tijela mogla su se matematički opisati. Istina, kretala su se malo kompliciranijim putanjama.

Djeca tijekom svog razvoja i školovanja stvaraju svoje ideje svijeta oko sebe. Puno puta i svakodnevni govor, koji većinom poopćava pojave, doprinosi nastajanju pogrešnih ideja. Da bi neku teoriju istinski testirali morali bi odbaciti sve predkoncepcije koje imamo. Pokušati zanemariti sve ideje koje imamo od prije i krenuti iz početka. To nije jednostavno. Jednom usađena ideja koja na prvi pogled izgleda logična teško je izbrisiva. I zato se predkoncepcije koje učenici pa čak i studenti i dio visoko obrazovane populacije imaju teško uklanjaju. Zato bi u nastavi veći naglasak trebalo staviti na poništavanju argumenata koji dovode do krive slike svijeta. Učenike treba voditi ka pravoj slici svijeta ali u tome ne biti nametljiv. Neka do novih zaključaka dođu sami. Na taj način će najlakše odbaciti predkoncepcije.

Postoji li povezanost između razumijevanja pojedinih područja fizike? Ako netko razumije mehaniku znači li to da je veća šansa da će bolje razumjeti i strujne krugove u odnosu na nekog tko slabije razumije mehaniku? Upravo je to tema ovog diplomskog rada. Koliko razumijevanje i sposobnost rješavanja problema na području mehanike utječe na razumijevanje i sposobnost rješavanja problema na području strujnih krugova. Vidjet ćemo i koliko duboko sežu predkoncepcije iz oba područja. Kako se radi o studentima za pretpostaviti je da je barem dio predkoncepcija razbijen u dosadašnjem obrazovanju. Isto tako za pretpostaviti je da oni koji bolje razumiju mehaniku da će bolje

razumjeti i električne krugove. No, i to je jedna predkoncepcija. Da će uspješniji studenti na jednom testu biti i uspješniji na drugom. Kao i za svako istraživanje treba krenuti iz početka i dozvoliti da zaključak iziđe iz samog istraživanja.

Računala su danas nezaobilazan element u svakodnevnom životu a tako i u nastavi. Samo testiranje provedeno je preko weba. Korištenjem Claroline sustava za učenje na daljinu. Ovakav način testiranja dao je slobodu studentima u odabiru vremena i prostora gdje i kada mogu rješavati test. Na taj način su mogli odabrati vrijeme kad su se najbolje osjećali za rješavanje testa. Isto tako obrada rezultata je u velikoj mjeri pojednostavljena. Računalo ispravlja testove i prikazuje rezultate. Iz Claroline sustava moguće je te rezultate prebaciti u format pogodan za daljnu obradu.

2. Učenje, e-učenje i testiranje znanja

2.1 Učenje

Učenje je svjesno i aktivno usvajanje znanja umijeća i navika. U procesu učenja postupno se mijenjaju sve psihofizičke sposobnosti ličnosti u sustavnom ovladavanju znanstvenim spoznajama kao i stjecanju navika čime se ostvaruju mogućnosti aktivne uloge subjekta. Rezultati učenja manifestiraju se u prepoznavanju u reprodukciji znanja i u ponašanju. Bez učenja ne bi bilo moguće stjecanje iskustva i razvijanje sposobnosti. Tok, kvaliteta i rezultati učenja ovisni su o različitim motivima, faktorima i tipovima učenja[1].

Postoje različite vrste i oblici učenja:

- učenje koje se zasniva na mehanizmu uvjetovanih refleksa,
- učenje oponašanjem,
- učenje u obliku pokušaja i pogrešaka,
- učenje uviđanjem i istraživanjem.

Da bi proces učenja započeo mora postojati motivacija. Motivacija je sve ono što potiče na aktivnost, što tu aktivnost usmjeruje i što joj određuje intenzitet i trajanje. To je "volja za nešto". Motivacija je bitna za učenje i za bilo koji drugi rad. Sve što radimo bez volje i s negativnim stavom s vremenom ostavlja tragove na planu ličnosti i do psihičke nestabilnosti. Načina za motiviranje ima više. Bitno je postaviti si cilj. Odrediti koliko mogu naučiti i do kada. Razbiti učenje na manje cjeline. Napraviti popis manjih ciljeva i onda križati dostignute ciljeve. I to pridonosi motivaciji, sama činjenica da smo nešto s popisa uspjeli riješiti i da je popis sada manji. Tako se lakše određuje vrijeme za savladavanje manjih cijelina, a i učenje se može lakše organizirati. . Postoji unutarnja (intrizična) i vanjska (ekstrizična) motivacija. Unutarnja motivacija je kad imamo neke pokretačke snage unutar nas samih da napredujemo i uspijevamo, za naše potrebe. Vanjska motivacija je neki vanjski motiv zbog kojeg radimo neku aktivnost (npr. ocjena, plaća, poklon itd.)

[1] Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, Zagreb, 1982

Razina aktivnosti učenja

1. **Slušanje predavanja** - informacije ne ostaju dugo u pamćenju, podaci se ne stignu struktuirati, što ovisi o predznanju, o tome koliko nam je zanimljiva tema, kako predavač tumači itd.
2. **Učenje iz literature** - samostalnim prolaženjem kroz literaturu možemo prekidati učenje, tražiti nove informacije, raditi svojim tempom i približiti si sadržaje.
3. **Izrada bilježaka** - na predavanju primarno slušati i stvarati veze, a bilješke naknadno bilježiti i nadopunjavati sadržajima iz literature. Najbolje je koristiti veliki format papira i na jednu stranu bilježiti pojmove, ključne riječi, podjele i definicije, dok na drugoj strani ostaviti mjesta da osobno nadopunjavanje iz literature. Bilješke se rade tek kad smo prošli literaturu i znamo cjelinu, te služe samo kao pomagalo za učenje i reprodukciju sadržaja.
4. **Samostalna reprodukcija** – samoprovjera koliko razumijemo gradivo. Najbolje je svoje znanje provjeriti 4 ili 5 sati nakon učenja ili drugi dan, s time da nam ne smiju biti dostupne bilješke. Bitno je formulirati cijelu rečenicu pri samostalnoj reprodukciji i ne otvarati bilješke pa viriti. Čim napravimo strukturu informacija, reprodukcija je lakša. Uvjet za daljnje učenje jest razumijevanje gradiva. Uspjeh u učenju temelji se 40% na radu s literaturom i bilješkama, te 60% na radu na reprodukciji i strukturiranju znanja.
5. **Diskusija** - razgovor s više različitih osoba o njihovim razmišljanjima, idejama, znanjima i praksi o određenoj temi. Na taj način vidimo sadržaj iz više stajališta i aspekata. Svaki učesnik diskusije trebao bi predstaviti i obrazložiti svoje ideje na način da napravi odabir informacija, a ne da ponavlja iz bilježaka ili literature. Rad u grupama pri pripremanju ispita je bitan jer na taj način uviđamo što je drugima bitno gradivo, a što nama i uvijek naučimo nešto više.
6. **Rješavanje problema** - najviša razina učenja u kojoj koristimo naučeno ponašanje i znanje u realnoj situaciji u svakodnevnom životu.

Bitno je napomenuti da emocije, raspoloženje, fiziološko stanje i situacija utječu na pamćenje. Primjer. Ana se uporno pokušava sjetiti zbog čega se naljutila na Marka prošle subote. Čitav su se ovaj tjedan dobro slagali i ona je zaboravila na uzrok svađe prošle

subote. I došla je subota i ona je htjela ići u kazalište a on na košarkašku utakmicu. I za tren je izbila svađa. A već u sljedećem trenu se sjetila zašto se posvađala s Markom. Zašto? Zato što naše pamćenje ovisi o emocijama, raspoloženju, i kontekstu i situaciji u kojoj se uči. Kad smo ponovno u istom raspoloženju ili situaciji lakše se dosjećamo. Ljudi u depresiji stalno se sjećaju tužnih događaja, što ih vodi u još težu depresiju. Kad smo sretni obično se prisjećamo ugodnih trenutaka. Ista stvar vrijedi za učenje pod utjecajem različitih droga ili alkohola. Informacija naučenih u takvom fiziološkom stanju bolje se dosjećamo kad smo ponovno u takvom stanju. Oprez! U takvom stanju sposobnost pamćenja i učenja je znatno manja. Za primjer kako situacija utječe na dosjećanje može poslužiti primjer s učenjem na suhom i ispod vode. Dakle, vidimo da su se ronioci koji su učili pod vodom bolje dosjećali liste riječi kad su bili i ispitani pod vodom. I obratno. Što je bitno zaključiti iz takvog eksperimenta? Informacije nužne za dobro snalaženje treba učiti u baš takvoj situaciji[2].

2.2 E-učenje, E-learning (Electronic Learning)

E-učenje je jedan od brojnih pojmova s prefiksom "e" koji se u zadnje vrijeme spominju. Čini se da "e" ponajmanje predstavlja elektroničko učenje, a koriste se brojne interpretacije kao:

- Experience Learning (iskustveno učenje)
- Everywhere Learning (učenje "posvuda")
- Enhanced Learning (povećano, bolje učenje)
- Extended Learning (prošireno učenje)

Postoji više različitih definicija e-učenja, a one obično ovise o profesiji i iskustvima osoba koje ih koriste. Možemo ih i svrstati u one koje stavljaju naglasak na tehnologiju i one koje stavljaju naglasak na obrazovanje (učenje i poučavanje).

[2] Psihologija, Branimir Šverko, Školska knjiga, Zagreb, 2001

Moguća definicija:

E-učenje je proces obrazovanja (proces učenja i podučavanja) koji se izvodi uz uporabu nekog oblika informacijske i komunikacijske tehnologije, a s ciljem unapređenja kvalitete toga procesa i kvalitete ishoda obrazovanja.

Klasifikacija e-učenja

E-učenje obuhvaća različite aspekte korištenja ICT-a u obrazovanju pa ovisno o intenzitetu i načinu korištenja ICT-a razlikujemo nekoliko oblika e-učenja:

- klasična nastava - nastava u učionici (f2f - face- to -face)
- nastava uz pomoć ICT-a - tehnologija u službi poboljšanja klasične nastave (ICT supported teaching and learning)
- hibridna ili mješovita nastava - kombinacija nastave u učionici i nastave uz pomoć tehnologija (hybrid, mixed mode ili blended learning)
- online nastava - nastava je uz pomoć ICT-a u potpunosti organizirana na daljinu (fully online)[3]

Obrazovanje na daljinu nezamislivo je bez primjene informacijske i komunikacijske tehnologije. Mnogobrojna programska opreme može u početku stvoriti negativne početne stavove prema obrazovanju na daljinu. I kod nastavnika i kod studenata i učenika on-line nastave.

Poželjne su upute za korištenje samog sustava na kojem se odvija nastava kako bi nastavnik što lakše i jednostavnije upravljao sustavom. Preporučuje se i da barem jednom, a po mogućnosti i više puta, obavi trening za praktičnu uporabu svih vrsta programske opreme potrebnih za izvođenje elemenata u on-line nastavi koji su predviđeni u scenariju određenog obrazovnog procesa.

Kvalitetna tehnička podrška, u koju ubrajamo hardver, softver i pomoćno osoblje bitan je dio on line nastave. Nastavniku treba omogućiti postavljanje obrazovnih sadržaja on-line

[3] www.srce.hr

kao npr. snimanje audio/video zapisa, digitalizacija podataka, konverzija u izabrani format i sl. Tehničku podršku treba organizirati i za studente i učenike kako bi se bez poteškoća mogli uključiti u različite vrste tehnološki podržanih aktivnosti u obrazovanju na daljinu. Studente i učenike treba uputiti kod instalacije dodatnog softvera koji je potreban za reprodukciju on line sadržaja. Isto tako uputit ih i na način korištenja dodatnog softvera i obrazovnih materijala.

Svi sudionici (nastavnici, studenti, učenici) trebaju biti upoznati s minimalnim zahtjevima za osnovnu računalnu konfiguraciju koja im omogućuje korektno korištenje LMS-a (veza s Internetom; tehničke karakteristike njihovog računala: procesor, radna memorija, diskovni prostor, monitor itd.) i potrebnu audiovizualnu opremu (zvučnici, zvučna kartica, kamera i mikrofon za videokonferencije i sl.). Kod potrebne programske opreme radi se o instaliranom operacijskom sustavu (Windows, Linux i sl.), pregledniku (proizvod, verzija, razni umetci - plugins), programu za rad s elektroničkom poštom, programu za rad s mrežnim novostima i ostaloj specifičnoj programskoj opremi.

Potrebno je obratiti pozornost namještanje postavki unutar određenih programa jer krivo upisane vrijednosti mogu onemogućiti korištenje pojedinog dijela opreme ili, pak, LMS sustav u cjelini. Osnovni dio postavki odnosi se na veličinu ekrana (npr. 800*600 ili 1024*768), dubinu boja, veličinu fontova i sl. Sljedeći dio postavki odnosi se na preglednik kojima se dopušta izvršavanje Java programa (applet), izvršavanje ActiveX kontrola, upisivanje lokalnih podataka - kolačića (cookies), pristup izvan lokalne mreže (firewall, proxy) i sl.

U obrazovanju na daljinu poželjni su nastavni materijali s vizualnim, zvučnim, video, i multimedijalnim sadržajima. Vizualni sadržaji su u obliku teksta, različitih vrsta crteža i slika, grafičkih prikaza. Zvučni sadržaji su audio zapisi usmenog izlaganja. Video sadržaji su najčešće u obliku kratkih video zapisao u kojem se kombiniraju vizualni i zvučni zapisi. Multimedijalni sadržaj kombinacija je teksta, slike, zvuka, animacije i videozapisa.

Samo usmeno izlaganje izaziva informacijsko preopterećenje. Isto tako nastavni sadržaji samo u obliku teksta izazivaju informacijsko preopterećenje. Studenti i učenici teško održavaju razinu pozornosti. Dotok informacija samo jednim komunikacijskim signalom uveliko otežava povezivanje novih informacija s ranije stečenim znanjem i iskustvima. Zato je potrebno kod izlaganja kombinirati kombinira tekst, zvuk i sliku te na taj način u velikoj mjeri pridonijeti privlačenju i zadržavanju pozornosti. Naravno, bitno je i ne pretjerati u primjeni multimedijalnog sadržaja. Multimedijalni sadržaji trebaju biti zastupljeni u toj mjeri da pridonose razumijevanju nastavnog sadržaja i djelotvornijem stjecanju novog znanja i pojmova. Za samu izradu multimedijalnog sadržaja potreba je određena razina znanja u uporabi programa za izradu i obradu zvučnih, video i slikovnih zapisa. Kao i naprednih razvojnih alata za multimediju na webu.

Komunikacija u obrazovanju na daljinu uključuje nastavnika, studente i učenike. Komunikacija može biti jednosmjerna i dvosmjerna. Komunikacija se odvija putem slanja i primanja poruka. Nastavnik šalje i prima informacije. I učenici i studenti nisu samo pasivni promatrači. I oni mogu slati informacije. Povratne informacije ili feedback pokazuju na to kako je neka poslana informacija prihvaćena i interpretirana kod studenata i učenika. Povratne informacije su vrlo važne jer omogućuju kontrolu nastavnog sadržaja.

U nastavnoj komunikaciji važni su i pojmovi autoritarne i demokratske komunikacije, kao i pojam komunikacijske klime. Autoritarna komunikacija u pravilu se sastoji od korištenja nadređenog položaja, moći ili utjecaja predavača/instruktora koji određuje koje sadržaje i na koji način polaznici trebaju usvojiti, a usvajanje znanja nadzire pitanjima i pismenom provjerom uz korištenje kazni (rjeđe i nagrada) za korekciju ponašanja polaznika. Demokratsku komunikaciju karakterizira poštovanje osobnosti, interesa i samostalnosti polaznika nastave, mogućnost obostranog utjecanja, prilagođavanje predavača/instruktora potrebama i željama polaznika, odnos ravnopravnih, razvijanje demokratske kulture u odnosima između polaznika, poticanje polaznika na iznošenje mišljenja i davanje prijedloga, kao i na slušanje i uvažavanje drugih polaznika. Komunikacijska klima je opća atmosfera u kojoj se odvija komunikacija tijekom obrazovnog procesa, a može varirati s obzirom na doživljeni osjećaj i manifestiranu

slobodu izražavanja, otvorenost i iskrenost, srdačnost i prihvaćanje drugih, međusobne odnose, razinu kooperativnosti itd[4].

Prednosti

- E-učenje omogućava korisnicima kvalitetno sudjelovanje u nastavi i kada to pitanje udaljenosti, rasporeda i sličnih okolnosti praktički čine nemogućim. Široka dostupnost istovremeno omogućava i istovremeno sudjelovanje velikog broja korisnika.
- U potpunosti modernizirana e-učionica otvorena je 24 sata dnevno, što omogućava najefikasnije moguće iskorištavanje vremena. Korisnici sami biraju kada će i kako pristupiti e-učenju budući da imaju stalan pristup materijalima i nastavi koju polaze.
- E-učenje putem interneta omogućava posebno dinamičnu interakciju između instruktora i polaznika, kao i polaznika međusobno. Svaki pojedinac doprinosi nastavi pokretanjem, odnosno sudjelovanjem u raspravama koje se tiču dotične teme.
- U sklopu sustava lako je omogućena integracija i pristup drugim izvorima bitnima za gradivo koje se podučava.

Nedostaci

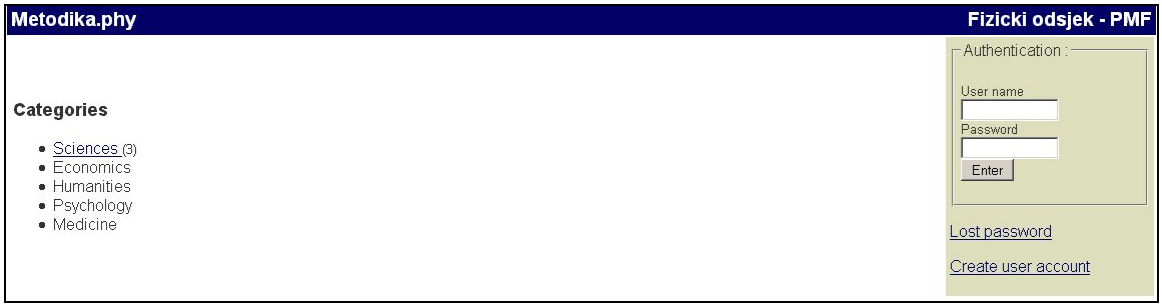
- E-učenje zahtijeva od korisnika određena znanja i vještine kako bi se mogli njime koristiti. Bez određene računalne pismenosti, gradivo integrirano u sklopu elektroničkog sustava učenja postaje potpuno beskorisno. Osim tih znanja, za provođenje e-nastave bitno je i da svaki od korisnika ima za to određenu opremu.
- Ni najkvalitetnija oprema na kojoj se izvodi e-nastava nije stopostotno pouzdana. Čak ni kada mogući tehnički problemi ne dovedu do prekida u izvođenju e-nastave, svakako će doprinijeti padu koncentracije korisnika, a samim time i padu kvalitete e-učenja.

[4] www.carnet.hr

- Omogućavanjem samostalnijeg određivanja načina i vremena učenja, e-učenje svojim učenicima donosi i veću odgovornost. U određenim oblicima e-učenja oni se tako sami moraju motivirati, individualno procjenjivati potrebu za učenjem, što može dovesti do upitnih rezultata i objektivno slabog napretka u procesu učenja.
- Jedan već razrađen sustav e-učenja nailazi na probleme s autorskim pravima za sadržaje određenog tečaja i sl., kao i na pojavu sličnih nelojalnih ili pak kvalitetnijih tečajeva drugih autora. Sustav zahtijeva određenu tehničku podršku, koja košta, i stalan razvoj u skladu s razvojem tehnologije kojom se koristi.
- Nema komunikacije "uživo" između sudionika procesa učenja (studenata međusobno i nastavnika i studenata).

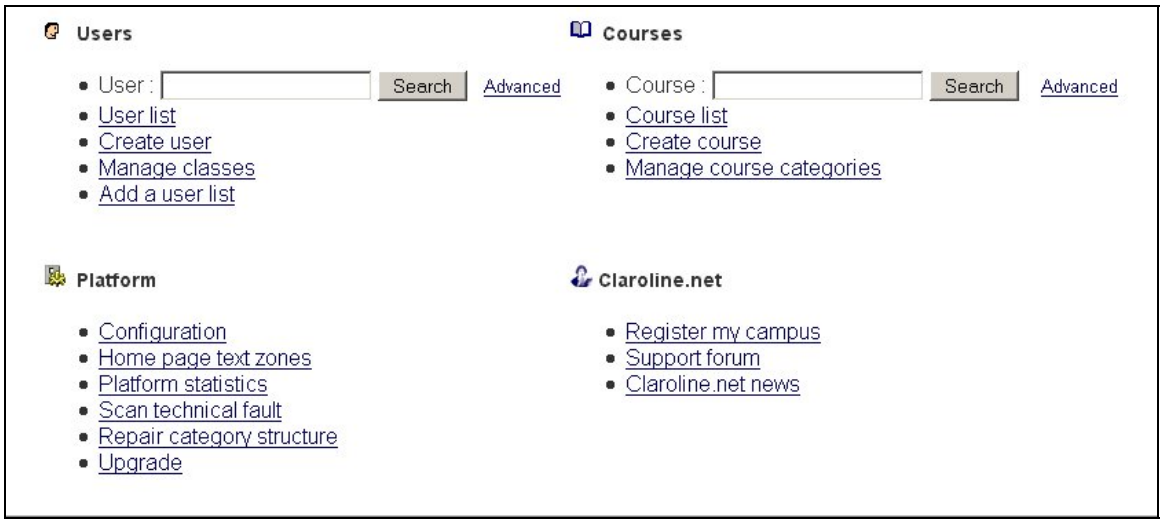
2.3 Testiranje znanja

Za testiranje studenata korišten je Claroline LMS (on line sustav za upravljenje učenjem). Razvoj Clarolinea započinje na IPM-u (Institut de Pédagogie universitaire et des multimedias of the UCL, Université Catholique de Louvain) a daljnji razvoj odvija se u suradnji s ECAMom (Institut Supérieur Industriel iz Belgije). Sam naziv dolazi od "Classrom on line". Za razliku od mnogobrojnih sustava koji danas postoje na tržištu Claroline je besplatan. Uz to što je besplatan taj sustav je i open-source što daje veće mogućnosti prilagodbe i razvoja samog sustava. Claroline je kompatibilan sa Windows, Macintosh i Linux okruženjima.



Slika 1 – Izgled stranice za logiranje u sustav

Sam sustav nudi tri načina rada. Ovisno o razini prava unutar sustava korisnik se može prijaviti kao administrator, nastavnik ili student (Slika 1). Administrator upravlja svim postavkama sustava (Slika 2). Može dodavati, brisati i izmjenjivati korisnike i grupe, mijenjati izgled grafičkog sučelja, mijenjati postavke, pratiti statistiku sustava i nadograđivati sustav. Administrator može korisniku dodijeliti ovlasti nastavnika. Nastavnik (course manager) uglavnom kreira tečaj, stvara korisnike i grupe. Nepotrebno bi bilo ostaviti nastavniku da se brine oko tehničkih detalja pa mu je veći dio tehničkog sučelja nedostupan. Nastavnik oblikuje kurikulum i priprema materijale. Studentu je dostupno samo ono što mu nastavnik omogući i postavi. Nastavnik od ugrađenih alata odabire koje želi postaviti dostupne studentu. Razdoblje i vrijeme pristupa također je moguće definirati. Sve ostalo student ne vidi. Znači, o funkcionalnosti sustava brigu vodi administrator. Nastavnik vodi brigu oko samih nastavnih materijala a student u skladu s uputama i usmjeravanjem nastavnika uči i rješava zadatke. Unutar sustava postoji forum preko kojeg je moguća interakcija između studenata te studenata i nastavnika.



Slika 2 – Izgled administratorskog sučelja

Claroline ima mogućnost kreiranja ispita (Exercise) u kojoj nastavnik može odrediti vrijeme trajanja vježbe, bodove za svaki zadatak, tip pitanja (Da/Ne, višestruki odgovor, jedan točan odgovor, povezivanje, popunjavanje). Nakon odrađenog ispita student može vidjeti vlastite odgovore, točne odgovore i uspješnost na ispitu. Nastavnik također ima uvid u svu statistiku studenata. Postoji i mogućnost kreiranja modula

(nastavne cjeline) u kojima je prelazak na sljedeću cjelinu uvjetovan prolaskom prethodne. Time se studenta onemogućuje u preskakanju gradiva. Testiranje kroz računalni sustav kao što je ovaj uklanja moguću nastavnikovu pogrešku i u potpunosti skraćuje vrijeme ispravljanja testova jer se ono odvija automatski nakon završetka testa.

Statističke podatke moguće je eksportirati iz sustava i dodatno ih obrađivati u nekom drugom programu. Najčešće je to MS Excel gdje je podatke moguće dodatno obraditi i prikazati grafički. Eksportiranje podataka moguće je izvesti na dva načina. Prvi način je naredba unutar sustava koja nudi spremanje podataka u CSV datoteku (Slika 3).

Statistics of exercise
Konceptualni test

- Worst score : 0/29
- Best score : 28/29
- Average score : 13.14/29
- Average Time : 12 min. 34 sec.

- User attempts : 205
- Total attempts : 208

- Get tracking data in a CSV file

Statistics by user

Student	Worst score	Best score	Average score	Attempts	Average Time
* *	7	7	7	1	1 min. 36 sec.
* *	19	19	19	1	1 min. 55 sec.
* *	10	10	10	1	4 min. 4 sec.
* *	14	14	14	1	1 min. 13 sec.

Slika 3 – Spremanje podataka u obliku CSV datoteke

CSV (Comma-separated values) polja su odvojena zarezima a stringovi (niz znakova) u navodnicima. Tu vrstu datoteke moguće je otvoriti pomoću programa MS Excel unutar kojeg je moguće podatke grafički prikazati. Ovakav način eksportiranja podataka je malo nezgodan za daljnju obradu. Razlog tome je što se podaci slažu kroz retke za svakog studenta posebno ali sve unutar jednog stupca. Dakle, svaki redak sadrži vrijeme pisanja, ime i prezime, broj zadatka, i cjelokupni odgovor koji je student odabrao kao točan i to je sve u jednom stupcu. Takav način je nepraktičan za daljnju grafičku obradu podataka. Drugi način je definiranjem upita (query) u bazi sustava na temelju kojeg generiramo tablicu. Za ovaj način potrebna je dodatna instalacija paketa phpMyAdmin. PhpMyAdmin je paket pomoću kojeg pristupamo bazi Claroline sustava preko web sučelja. Potrebno je i imati ovlasti za pristup bazi i znati postaviti upit u MySQL-u. Baza

Claroline sustava sastoji se od tablica s podacima pa tako postoji i tablica s podacima o rezultatima ispita. Pomoću ovog sučelja možemo iz baze podataka izvući tablicu koja će sadržavati željene podatke. Traženu tablicu moguće je spremiti na računalu u nekom od formata: csv, xls, xml, …

3. Predkoncepcije

3.1 Predkoncepcije u svakodnevnom životu

Čovjek u svom razvoju dođe do trenutka kad se počinje zanimati za svijet oko sebe i pitati se kako svijet funkcionira i zašto se određene pojave ponašaju kao što se ponašaju. Tada nastaju neka vlastita objašnjenja i modeli funkcioniranja svijeta i fizikalnih pojava koje nas okružuju. Ti modeli su često manjkavi i nepotpuni pa dolazi do iskrivljene slike svijeta. Takve modele iskrivljene slike svijeta nazivamo predkoncepcijama.

Jezik je sredstvo komunikacije između ljudi i služimo se njime u opisu svijeta oko nas. Često je upravo taj jezik kojim se svakodnevno služimo razlog predkoncepcijama. Svakodnevni jezik je pojednostavljen radi lakšeg općeg razumijevanja. Posljedica tog pojednostavljivanja je korištenje izraza koji manjkavo ili potpuno krivo opisuju pojave u fizici. Jezik koji koristi znanost je precizan. Određeni simboli su jednoznačni i odnose se na točno određene pojave. U svakodnevno jeziku gotovo uvijek možemo čuti isti odgovor na pitanje "kolika ti je masa?" i "koliko si težak?". Čak je puno češće pitanje "koliko si težak?" na koje se odgovara u kilogramima. Pojam težine iz točno određene pojave u znanstvenom jeziku proširio se i na pojam mase u svakodnevnom jeziku. Drugi primjer je "račun za potrošnju električne energije" koji je postao "račun za struju". Iz ovog dolazi i najčešća predkoncepcija u elektrodinamici – struja se troši.

Tradicionalna nastava ignorira postojanje predkoncepcija. Nastoji prenijeti gotovo znanje. Nedavna istraživanja iz metodike nastave fizike ukazuju da bi nastava trebala biti interaktivna. Bitna je povratna informacija. Potrebno je kroz razgovor ustanoviti koje predkoncepcije postoje i zašto do njih dolazi. Nastavnik bi trebao biti sudionik rasprave, puštati da se ona razvija, a ne držati sve pod kontrolom. U središtu pažnje trebao bi biti učenik, a ne nastavnik. U raspravi treba pozorno slušati sve argumente i nastojati dovesti do kontradikcije one koji potječu od miskoncepcija.

3.2 Predkoncepcije u mehanici

Provedena su istraživanja u tri zagrebačke gimnazije, 82 učenika prvih razreda i 88 učenika trećih razreda. U istraživanju je testirano i 28 studenata druge godine inženjerskog smjera fizike i 18 studenata četvrte godine nastavnog smjera. Ukupno 216 ispitanika. Test je trajao 45 minuta. Istraživanje je provedeno na kraju školske godine 1999/2000.

Najčešće predkoncepcije:

- Stalna sila proizvodi gibanje sa stalnom brzinom, a ne sa stalnom akceleracijom.
- Na tijelo u mirovanju djeluje samo sila teža (nema potrebe za silom podloge).
- Sile kojima dva tijela međudjeluju prilikom sudara nisu jednakog iznosa, već ovise o brzinama u trenutku sudara.
- Na loptu koja je bačena uvis djeluje sila prema gore cijelo vrijeme gibanja prema gore, dok je ne savlada sila gravitacije.
- Kad je brzina na vrhu putanje nula i sila je nula (sila je vezana uz brzinu, a ne uz ubrzanje).
- Teža tijela brže padaju, jer na njih djeluje jača gravitacijska sila.
- Jabuka Zemlju privlači puno manjom gravitacijskom silom nego Zemlja jabuku.
- Kamen ispušten na Mjesecu neće pasti na tlo, nego će ostati lebdjeti, jer u svemiru nema gravitacije[5].

Na svako pitanje bilo je moguće odrediti stupanj sigurnosti u odgovor što je omogućilo dodatno klasificiranje odgovora. Odgovori su, osim što su mogli biti točni ili netočni, mogli biti dani s visokom ili niskom sigurnosti. U nisku sigurnost ubrojeni su stupnjevi "samo pogađam" i "nisam siguran/na", dok su visoku sigurnost ubrojeni "prilično siguran/na" i "posve siguran/na". Odgovori s niskom sigurnosti, neovisno jesu li točni ili

[5] Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike, Maja Planinić, Rudolf Krsnik, Planinka Pećina, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

netočni, smatraju se simptomom neznanja. Odgovori s visokom sigurnosti su zanimljiviji. Točan odgovor s visokom sigurnosti smatra se sigurnim znanjem, dok je netočan odgovor s visokom sigurnosti indikacija čvrste predkoncepcije. Često su se učenici i studenti vrlo uvjereno suprotstavljali fizikalno ispravnoj tvrdnji što je pokazatelj čvrstih predkoncepcija.

Najčešća pogreška je povezivanje sile s brzinom umjesto s ubrzanjem. Nerazumijevanje trećeg Newtonovog zakona. Ako sile proizvode različite efekte onda ne mogu biti jednake. Predmet može akumulirati silu pa ona putuje zajedno s predmetom. Gravitacijska sila vezana je samo za Zemlju a ne kao sila koja djeluje između bilo koja dva tijela.

3.3 Predkoncepcije o električnoj struji

Kod opisa električnih pojava pojam električne struje je najzastupljeniji. Kako kod studenata i učenika tako i u svakodnevnom govoru.

Predkoncepcije kod jednostavnog strujnog kruga izvor – žarulja

- Žarulju je potrebno spojiti samo na jedan pol izvora. Struja iz izvora teče u žarulju i ona svijetli.
- Žarulju je potrebno spojiti na oba pola izvora. Struja teče iz jednog i iz drugog pola prema žarulji i unutar žarulje se sudara te tada žarulja svijetli.
- Struja se dijeli podjednako na svakoj točki grananja. Do ovog zaključka dolaze zbog jednako jednakog svijetljenja više žarulja spojenih u seriju ili više žarulja spojenih paralelno: Razlika u intenzitetu svjetla je potpuno zanemarena.
- Struja se troši. Za truju drže da je neka vrsta goriva koja se prolaskom kroz potrošač troši. A ostatak se vraća u izvor.

Predkoncepcije o naponu

Napon nije čest u svakodnevnom govoru pa ga se izbjegava i u opisu fizikalnih pojava u strujnom krugu.

- Vezanje pojma napona uz pojam struje. Gdje nema struje nema ni napona, gdje ima struje ima i napona. Na pitanje ima li napona u otvorenom strujnom krugu unutar kojeg se nalazi izvor i potrošač najčešći odgovor je da napona nema.
- Napon kao mjerilo snage. Veći napon izvora jača svjetlost baterije pa od tuda dolazi do korištenja napona kao mjerila snage izvora.
- Napon kao sila. Ova predkoncpecija povezana je s idejom izvora kao spremišta struje. Pa da bi pokrenuli struju kroz strujni krug potrebna nam je sila.

Predkoncepcije o otporu

Istraživanja pokazuju da ispitanici ne poznaju pojam otpora dovoljno dobro te ga krivo interpretiraju pri objašnjavanju promjena u strujnom krugu.

- Povećanje otpora zahtjeva veću struju u strujnom krugu kako bi žarulja svjetlila.
- Za otpor nije bitan način povezivanja trošila već njihov ukupan broj.
- Kod strujnih krugova koji imaju kombinacije serijskog i paralelnog spoja teže razlikovanje koji su dijelovi serijski a koji paralelno spojeni.
- Neprihvaćanje da je ukupan otpor u paralelnom spoju manji od pojedinog otpora.

Predkoncepcije o električnoj energiji

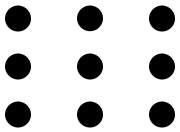
Električna energija je najveća nepoznanica.

- Zbog predkoncepcija vezanih za izvor kao spremnik goriva dolazi i do predkoncepcije da volumenom veća baterija ima više električne energije.
- Bez obzira na način spoja potrošača više energije uzrokuje dulje svjetljenje žarulje.

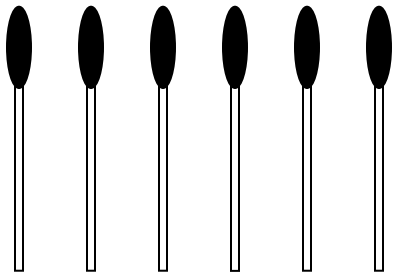
3.4 Ostale prepreke u rješavanju problema

Provedena su mnoga istraživanja u kojima su ispitanicima zadavali probleme poput ovih koji slijede.

1. Spojite ovih devet točaka s četiri ravne linije ne podižući olovku s papira.



2. Uzmite šest šibica i pokušajte ih rasporediti tako da oblikuju četiri istostranična trokuta.



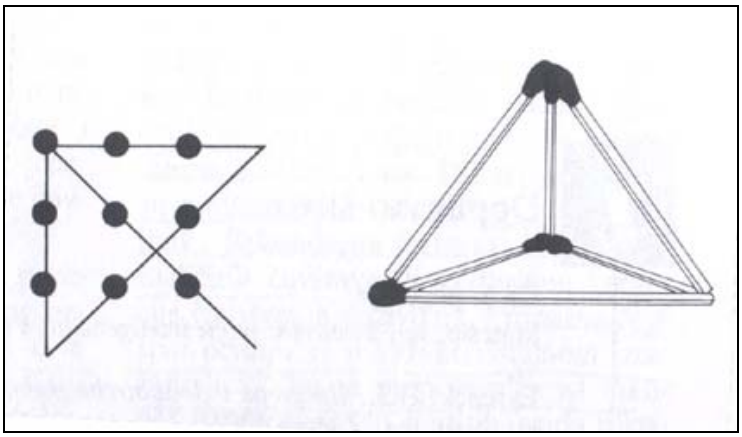
Većina ljudi ne uspijeva riješiti ova dva zadatka jer su pogrešno usmjereni. U prvom zadatku su usmjereni da linije vuku samo unutar granica koje određuju točke, a u dugom zadatku su usmjereni da rješenje traže u dvodimenzionalnom prostoru (Slika 4). Ako se oslobodimo tih ograničenja rješenje postaje jasno u trenu. Usmjerenost (psiholozi ih nazivaju i mentalnim skupom) proizlazi iz našeg iskustva. Najčešće je korisna jer nam pomaže da probleme riješimo na neki ustaljeni način koji je bio djelotvoran u prošlosti. Kad je riječ o problemu koji traži potpuno nova rješenja – pogrešna usmjerenost postaje

najvećom zaprekom jer nam onemogućuje da problem vidimo u novom svjetlu i tako nađemo rješenje[6].

Usmjerenost koju nam daje iskustvo u svakodnevnom životu ponekad može biti pogrešna. Svakodnevni jezik pojednostavljuje stvari. Jedan pojam se proširuje na više pojava ili u potpunosti mijenja neki drugi, pa tako predkoncepcije koje proizlaze iz svakodnevnog jezika potaju okovi u razmišljanju. Kako se riješiti predkoncpeija i kako misliti drugačije od vlastitog iskustva?

- Predvidjeti dovoljno vremena za rješavanje problema. Kruta vremenska ograničenja ometaju uspješno rasuđivanje.
- Problem je potrebno temeljito razmotriti, uzeti u obzir sve postojeće okolnosti i ciljeve kojima težimo te ustanoviti odnose među činjenicama.
- Koristiti sve raspoložive tehnike rješavanja problema (Verbalne, matematičke, vizualne).
- Izraditi modele, skicirati dijagrame kako bi se lakše sagledao problem. Govoriti naglas. Ispitati svaku ideju, pa i one koje se u prvi tren čine neobičnim.
- Pogrešna usmjerenost velika je zapreka pronalaženju rješenja. Potrebno je odbaciti postojeće ideje i problem pogledat u novom svjetlu. Još jednom razmotriti sve pretpostavke i okolnosti. Razmisliti je li nešto zanemareno a u znatnijoj mjeri utječe na problem.
- Vlastita uvjerenja velika su zapreka kritičkom razmišljanju. Provjeriti vlastite premise i logičku utemeljenost zaključivanja. Odvojiti emocionalne argumente od racionalnih.
- Ako problem uključuje rješenje suprotstavljenih stajališta razmotriti pažljivo sve argumente za i protiv.

[6] Psihologija, Branimir Šverko, Školska knjiga, Zagreb, 2001



Slika 4 – Rješenja za problem s devet točaka i problem sa šest šibica

3.5 Kreativnost

Kreativnost je ključna u rješavanju problema kod kojih postoje predkoncpecije. Kreativnost je sposobnost viđenja stvari u novom svjetlu. Sposobnost rješavanja problem na nov i neobičan način. Einstein i njegova teorija relativnosti, Picasso i njegova umjetnička djela, Ford i izum proizvodne trake primjer su vrhunske kreativnosti. Kreativnost uključuje originalnost. Treba biti oprezan i reći da svaka originalnost nije ujedno i kreativnost. Shizofreni bolesnici znaju biti vrlo originalni i jedinstveni. Proizvod kreativnog mišljenja mora biti prilagođen kontekstu i usuglašen zahtjevima situacije. Kreativnost je samo djelomično povezana s inteligencijom. Kreativni ljudi su u prosjeku i inteligentniji od nekreativnih. Visoka inteligencija ne znači ujedno i kreativnost. Kreativnost nije moguće testirati na način kako se provode testovi inteligencije. Testovi inteligencije sadrže zadatke s pitanjima u kojima postoji samo jedno, točno definirano, rješenje. Na taj način ispituje se konvergentno mišljenje. Za procjenu kreativnosti važnije je divergentno mišljenje. Važna je sposobnost razmišljanja u različitim pravcima i pronalaženje različitih rješenja. Divergentno mišljenje moguće je vidjeti u odgovorima na pitanja koja nemaju jasno i točno određene odgovore. Pitanja kao što je: "Što bi se dogodilo kada bi svi zakoni jedne zemlje prestali vrijediti?" Ili: "Navedi čemu sve može

poslužiti jedna opeka?" Pri tom se procjenjuje koliko odgovora ispitanik daje i koliko su oni originalni i praktični.

Niti ovakvi testovi ne mogu dovoljno dobro predviđati kreativnost u stvarnom životu, jednim dijelom zbog nesavršenosti ovih testova a jednim dijelom i zbog ovisnosti kreativnog razmišljanja ovisi i o nekim osobinama ličnosti. Istraživanja su pokazala da su kod kreativnih osoba prisutne sljedeće osobine: nekonformnost, nezavisnost duha, povjerenje u svoje mogućnosti, znatiželja i upornost. Upravo je upornost ključna osobina. Jer, kako je rekao jedan poznati izumitelj, kreativnost je malo inspiracije i mnogo perspiracije (znojenja).

4. Konceptualni testovi iz mehanike i jednostavnih strujnih krugova i njihova računalna implementacija

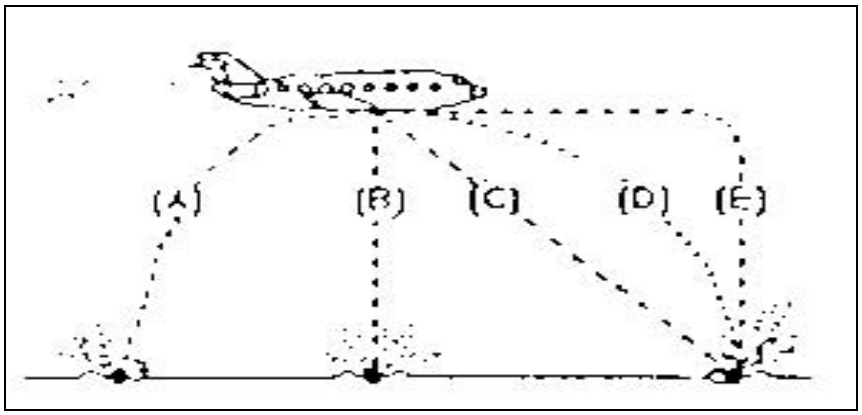
4.1 Force Concept Inventory (FCI), konceptualni test iz mehanike

Force Concept Inventory (FCI), konceptualni test iz mehanike sastavili su američki fizičari Halloun i Hestenes 1985. ali pod imenom Mechanics Diagnostics Test. Prvi put objavljen je iste te godine u časopisu American Journal of Physics. Nakon određenih izmjena i dorada 1992. objavljen je u časopisu The Physics Teacher pod danas poznatim imenom FCI (Hestenes, Wells & Swackhammer). Nakon još nekih manjih preinaka dolazi do široke primjene testa na sveučilištima u SADu. Primijenjen je na najmanje 30 000 studenata u SADu i nekim drugim zemljama. Budući da su rezultati testa bili iznimno loši pa čak i nakon odslušanih i položenih kolegija fizike bilo je očito da se u pristupu nastavi nešto mora mijenjati. Test je imao veliki utjecaj na promjenu podučavanja nastave fizike. Sastoji se od 30 pitanja. Svi zadaci se rješavaju bez upotrebe formula i računa. Kroz test se ispituje na koji način studenti razmišljaju kad se pred njih postave zadaci iz razumijevanja pojava a ne samog odabira formule i matematičkog računa. Na svakom pitanju ponuđeno je više mogućih odgovora od kojih je samo jedan točan. Ostali odgovori su najčešće predkoncpecije koje studenti imaju[7].

Primjer pitanja iz konceptualnog testa iz mehanike (FCI)

Kugla slučajno ispadne iz prtljažnika aviona koji leti u horizontalnom smjeru. Gledano sa zemlje kojom će se putanjom gibati kugla nakon što napusti avion? (Slika 5)

[7] Najvažniji rezultati edukacijskih istraživanja u fizici, Maja Planinić, Prirodoslovno – matematički fakultet, Fizički odsjek, Zagreb



Slika 5 - Avion u trenutku kad je kugla ispala.

4.2 Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test (DIRECT), konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova

Znanstvenici Paula V. Engelhardt i Robert J. Beichner sa sveučilišta u Sjevernoj Karolini uz pomoć svojih kolega proveli su istraživanje razumijevanja strujnih krugova.[8] U istraživanje je uključeno pregledavanje udžbenika za osnovne i srednje škole i razgovor sa učenicima. Razgovori su vođeni pojedinačno s učenicima. Uz postavljano pitanje ponuđeno im je više odgovora od kojih su morali odabrati jedno. Odgovor su morali argumentirati. Razgovor je bitna stavka ovog istraživanja jer su na taj način znanstvenici mogli vidjeti kako učenici pristupaju problemu i na koji način stvaraju modele po kojima rješavaju problem. Sami razgovori trajali su između 30 i 40 minuta. Snimljeni razgovori bili su predmet rasprave više znanstvenika koji su nastojali utvrditi glavne probleme koje učenici imaju u razumijevanju jednostavnih strujnih krugova. Sam razgovor davao je odgovor na više pitanja.

- Razumijevanje samih postavljenih pitanja.

[8] Students' understanding of direct current resistive electrical circuits, Paula Vetter Engelhardta and Robert J. Beichner, Department of Physics, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695

- Poznavanje simbola.
- Poznavanje i razumijevanje definicije pojmova potrebnih za rješavanje problema.
- Odabir odgovora i argumentiranje.
- Sigurnost u odgovor.

Ovo istraživanje bila je podloga na kojoj je napravljen konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova. Nazvan je Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test – DIRECT (Test iz konceptualnog razumijevanja jednostavnih strujnih krugova). Test se sastoji od 29 pitanja iz područja jednostavnih strujnih krugova. Test je pokazatelj na koji način ispitanici objašnjavaju pojave u strujnim krugovima. Na svakom pitanju ponuđeno je više odgovora od kojih je samo jedan točan. Ostali odgovori su najčešće predkoncepcije koje ispitanici imaju vezano za postavljeni problem.

4.3 Računalna implementacija DIRECT i FCI testa

Konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova i konceptualni test iz mehanike implementirani su u Claroline sustavu. Claroline sustav postavljen je na adresi http://metodika.phy.hr/~zrinka putem koje su dostupni na internetu. Prednost on-line načina testiranja je u dostupnosti. Studenti su mogli birati sebi najpovoljnije vrijeme i mjesto od kuda će pristupiti testiranju. Na prvoj stranici potrebna je identifikacija (korisničko ime i zaporka). Identifikacija je vršena preko korisničkog imena i zaporke. Za samo pristupanje testu i njegovo ispunjavanje potrebno je minimalno računalno znanje koje ispitanici uglavnom posjeduju. Prije samog početka testa postavljena su uputstva za rješavanje testa (Slika 6). Za konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova postavljena je i shema sa elementima jer se u našem sustavu pojedini elementi drugačije označavaju.

Exercise : Konceptualni test

Uputstva za rješavanje testa:.

Konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova sastoji se od 29 pitanja višestrukog izbora. Svako pitanje ima samo jedan točan odgovor. Dopušteno je korištenje kalkulatora i dodatnog papira za pomoćne skice i eventualna potrebna računanja. Vrijeme dopušteno za rješavanje t je 60 minuta. Nakon isteka 60 minuta više nije moguće predati rješenja.

Napomena

Prije početka rješavanja proučite simbole koji se koriste u testu. Slika dolje prikazuje simbole.



1. Žarulje korištene u zadacima (shemama i stvarnim strujnim krugovima) su identične.
2. Baterije korištene u zadacima imaju jednake karakteristike osim ako nije navedeno drugačije.
3. Unutarnji otpor baterija i žica je zanemariv.

Slika 6 – Upustva za rješavanje testa

5. Analiza rezultata

5.2 Korelacija

Korelacija (lat. *Con* = sa, *relatio* = odnos) predstavlja suodnos ili međusobnu povezanost između različitih pojava predstavljenih vrijednostima dvaju varijabli. Pri tome povezanost znači da je vrijednost jedne varijable moguće s određenom vjerojatnošću predvidjeti na osnovu saznanja o vrijednosti druge varijable. Promjena vrijednosti jedne varijable utječe na promjenu vrijednosti druge varijable.

Međusoban odnos između dvije varijable, grafički možemo prikazati pomoću dvodimenzionalnog grafa (dijagrama raspršenja). Vrijednosti jedne varijable prikazane su na *x* osi, a druge na *y* osi dijagrama. Točke dijagrama kreću se oko određenog pravca koji se naziva linija regresije. Što su točke bliže pravcu, korelacija je veća. Što su točke raspršenije korelacija je manja. U praksi je vizualno vrlo teško, osim u slučaju »savršene« korelacije odrediti stupanj povezanosti između varijabli. Dvije varijable koje promatramo sa ciljem utvrđivanja njihove korelacijske povezanosti mogu biti u četiri različita odnosa:

- kada mala vrijednost jedne varijable odgovara maloj vrijednosti druge varijable, kao i kada velika vrijednost jedne varijable odgovara velikoj vrijednosti druge varijable, radi se o pozitivnoj korelaciji.

- kada mala vrijednost jedne varijable odgovara velikoj vrijednosti druge varijable i obratno, radi se o negativnoj korelaciji.

- kada vrijednost jedne varijable u nekim intervalima odgovara maloj vrijednosti druge varijable, a u drugim intervalima velikoj vrijednosti, radi se o *nemonotonoj korelaciji*. Ako se korelacija više nego jednom mijenja od pozitivne prema negativnoj, takva korelacija naziva se ciklička korelacija.

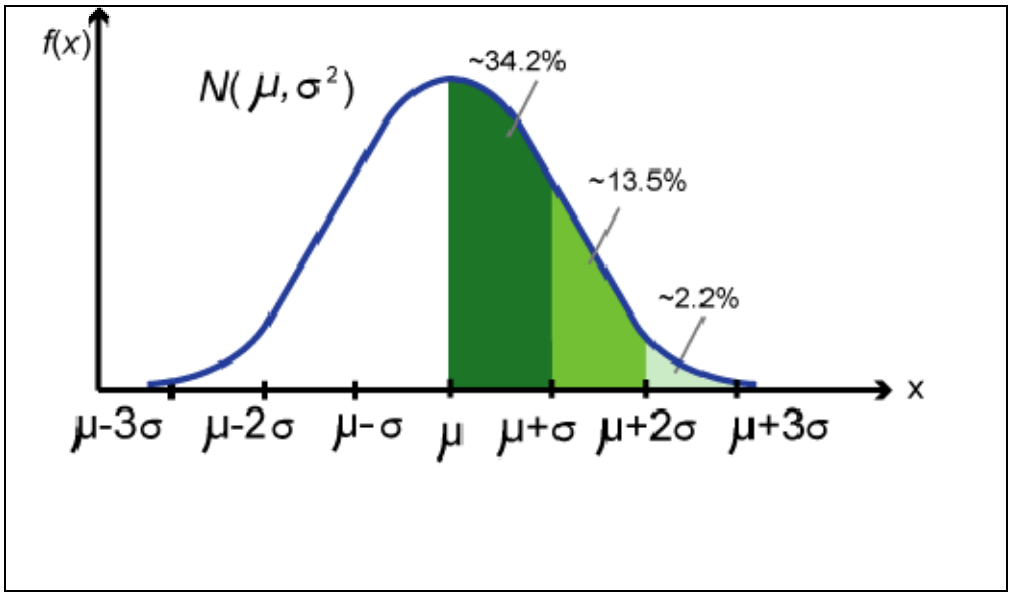
- kada se na osnovu vrijednosti jedne varijable ne može zaključiti ništa o vrijednosti druge varijable, tada korelacija ne postoji. Točke u takvom grafu su raspršene.

Koeficijenti korelacije izražavaju mjeru povezanosti između dvije varijable u jedinicama neovisnima o konkretnim jedinicama mjere u kojima su iskazane vrijednosti varijabli. Postoji više koeficijenata korelacije koji se koriste u različitim slučajevima. U praksi se prilikom rada s linearnim modelima najčešće koristi Pearsonov koeficijent korelacije. Prilikom rada s modelima koji nisu linearni najčešće se koristi Spearmanov koeficijent korelacije.

Pearsonov koeficijent korelacije koristi se u slučajevima kada između varijabli promatranog modela postoji linearna povezanost i neprekidna normalna distribucija. Za kontinuiranu slučajnu varijablu X s pripadajućom funkcijom gustoće:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

kažemo da ima normalnu ili Gaussovu distribuciju s parametrima μ (aritmetička sredina) i σ (standardna devijacija). Graf funkcije gustoće za normalnu distribuciju naziva se normalna ili Gaussova krivulja (Slika 7).



Slika 7 – Graf Gaussove krivulje

Karakteristike normalne distribucije:

1. Ukupno područje ispod normalne krivulje iznosi 1.
2. Krivulja je simetrična oko očekivanja.
3. Područje ispod krivulje sa svake strane očekivanja iznosi 0,5.
4. Krakovi krivulje protežu se u beskonačnost.
5. Svaki par vrijednosti za očekivanje i standardnu devijaciju određuje drugačiju normalnu krivulju.
6. Najveća točka na normalnoj krivulji nalazi se kod očekivanja.
7. Očekivanje se nalazi u centru krivulje, a to može biti bilo koji realan broj, pozitivan, negativan ili nula.
8. Standardna devijacija je pozitivna i ona određuje oblik normalne krivulje; što je standardna devijacija veća, to je krivulja šira i plosnatija.

Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije kreće se od +1 (savršena pozitivna korelacija) do –1 (savršena negativna korelacija). Predznak koeficijenta nas upućuje na smjer korelacije – da li je pozitivna ili negativna, ali nas ne upućuje na snagu korelacije. Pearsonov koeficijent korelacije bazira se na usporedbi stvarnog utjecaja promatranih varijabli jedne na drugu u odnosu na maksimalni mogući utjecaj dviju varijabli.

Označava se malim latiničkim slovom *r*. Za izračun koeficijenta korelacije potrebna su tri različite sume kvadrata *(SS)*: suma kvadrata varijable *X*, suma kvadrata varijable *Y* i suma umnožaka varijabli *X* i *Y*.

Suma kvadrata varijable *X* jednaka je sumi kvadrata odstupanja vrijednosti varijable *X* od njezine prosječne vrijednosti:

$$SS_{XX} = \sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2$$

Prosječna vrijednost varijable *X* jednaka je:

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$$

Suma kvadrata varijable *Y* jednaka je sumi kvadrata odstupanja vrijednosti varijable *Y* od njezine prosječne vrijednosti:

$$SS_{YY} = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y})^2$$

Prosječna vrijednost varijable *Y* jednaka je:

$$\overline{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i$$

Suma umnožaka varijabli *X* i *Y* jednaka je sumi umnožaka odstupanja vrijednosti varijabli *X* i *Y* od njihovih prosjeka:

$$SS_{XY} = \sum(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})$$

Koeficijent korelacije jednak je omjeru:

$$r = \frac{SS_{XY}}{\sqrt{SS_{XX} \cdot SS_{YY}}}$$

Prilikom utvrđivanja korelacije dviju varijabli, vrlo je važno na ispravan način izabrati varijable koje se promatraju. Vrijednosti varijabli bi trebale biti izabrane iz slučajnoga skupa. Što je veći skup koji se promatra, to će rezultati biti precizniji.

Prilikom računanja korelacije varijabli, potrebno je obratiti pažnju na tzv. *Outliere*. To su točke u dvodimenzionalnom grafu koje su jako udaljene od ostalih. Zbog načina računanja linije regresije, usamljeni *outlieri* mogu u velikoj mjeri promijeniti rezultate. Stoga je potrebno prilikom izračunavanja korelacije donijeti odluku o tome da li je možda korisnije takve outliere isključiti i njihove vrijednosti ne koristiti prilikom izračunavanja korelacije. *Outliere* je najlakše uočiti promatrajući *scatter* dijagram i tražeći vrijednosti varijabli koje neuobičajeno odstupaju od linije regresije. Odluka o pronalaženju i uklanjanju outliera se s dosta velikom sigurnošću može donijeti kada imamo velik uzorak, a broj *outliera* je vrlo mali. U slučaju malog uzorka ne možemo biti sigurni da li se radi o *outlierima*, ili su te vrijednosti dio regularnog skupa podataka.

U određenim slučajevima za pronalaženje i uklanjanje *outliera* koriste se odgovarajuće kvantitativne metode (npr. Uklanjanje svih uzoraka koji odstupaju više od ±2 standardne devijacije od prosjeka grupe). Takvo drastično čišćenje podataka u nekim područjima istraživanje je nužno kako bi se dobili ispravni podaci. Za pronalaženje i uklanjanje *outliera* ne postoje opće prihvaćene metode i pravila tako da je to u potpunosti subjektivno i ovisi isključivo o odluci istraživača u određenoj situaciji.

Rezultati korelacije imaju brojne praktičke primjene, ali se ni u kojem slučaju ne bi smjeli samo na osnovu rezultata utvrđene korelacije donositi zaključci o uzročno-posljedičnoj vezi. Korelacija se ne bi trebala koristiti za donošenje zaključaka o uzročno-posljedičnoj vezi između dvije varijable pošto je velika vjerojatnost da će zaključak biti kriv. Čest slučaj je da se promatra odnos između dvije varijable koje su u korelaciji visokog stupnja. Međutim, postoji i skrivena treća varijabla koju bi također trebalo staviti u odnos sa promatrane dvije, kako bi se ispravno protumačio uzročno-posljedični odnos.

Jedan od klasičnih, u literaturi često spominjanih primjera, je pojava uočena u Kopenhagenu nekoliko godina poslije završetka Drugog svjetskog rata. Zamijećena je korelacija između povećanja broja novorođene djece i broja roda koje su se gnijezdile u gradu. Ako bi se korelacija bez razmišljanja protumačila kao uzročno-posljedični odnos, moglo bi se zaključiti da rode donose djecu. Pravi uzrok leži u tome što se po završetku rata velik dio stanovništva sa sela preselio u grad, što je uzrokovalo povećanje broja stanovnika u gradu, a samim tim i povećanje broja novorođene djece. Istovremeno, za nove stanovnike grada izgradile su se nove kuće, tako da su i rode dobile veći broj dimnjaka za svoja gnijezda. Tu je dakle, postojala skrivena varijabla – broj stanovnika, koju je prilikom donošenje zaključka o uzročno-posljedičnoj vezi trebalo uzeti u obzir.

Naravno, ima i suprotnih primjera kada ne postoji skrivena varijabla. Vrlo rano je ustanovljena korelacija između pušenja i vjerojatnosti da će osoba oboljeti od raka. Duhanska industrija branila je svoju tezu da se ne može uspostaviti uzročno-posljedična veza između pušenja i vjerojatnosti dobivanja raka. Oni su tezu obrazlagali time da su pušači vrlo često nervozne osobe, koje zbog toga što su nervozne počinju pušiti. Istovremeno postoji korelacija između toga da je osoba nervozna i vjerojatnosti da će takva osoba dobiti rak. S druge strane, liječnici su tvrdili da postoji izravna uzročno-posljedična veza između pušenja i vjerojatnosti da će osoba dobiti rak, što je kasnije i potvrđeno.

Na osnovu utvrđene korelacije ne možemo sa sigurnošću utvrditi uzročno-posljedičnu vezu između dviju varijable. Unatoč tome korelacija nam daje informaciju o tome da su te dvije varijable na određeni način povezane. Iako ne shvaćamo u potpunosti mehanizam te povezanosti, znamo da povezanost postoji i prilikom opisa varijabli to možemo uzeti u obzir. Npr. poznato nam je da je povećana tjelesna težina u korelaciji s povećanom smrtnošću i možemo reći da su te dvije varijable povezane. Korelacija se najčešće koristi za predviđanje vrijednosti jedne varijable ovisno o promjeni vrijednosti druge varijable, u slučaju ako su te dvije varijable u korelaciji. Saznanje o korelaciji između dvije varijable pomaže nam da s većom sigurnošću predvidimo na koji način će se mijenjati vrijednost druge varijable. Npr. poznato nam je da su količina unesene soli u organizam i visina krvnog tlaka osoba određenog spola i dobi u korelacijskom odnosu i taj odnos nam je

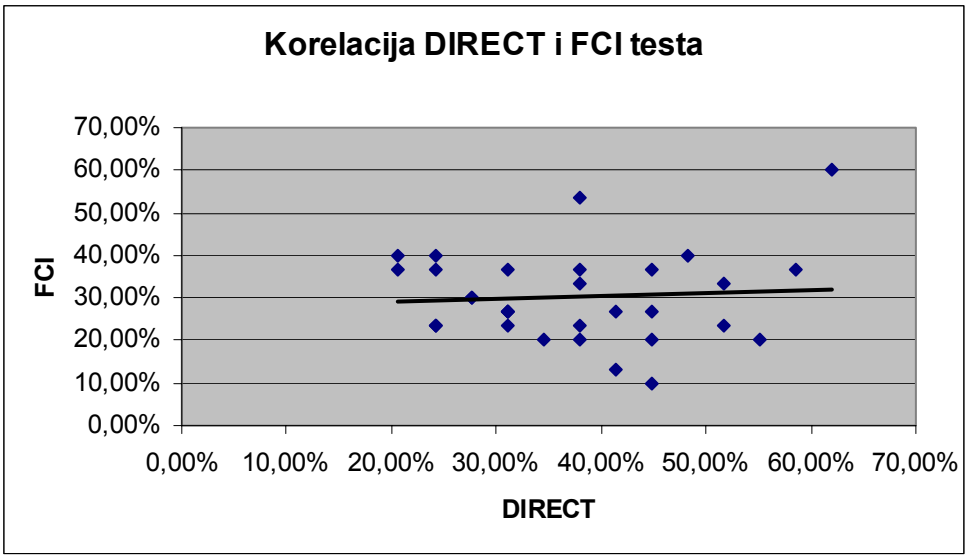
poznat. Na osnovu tih informacija možemo dozirati unos potrebne količine soli u organizam kako bi krvni tlak ostao unutar granica normale, a organizam bi primio dovoljnu količinu soli za normalno funkcioniranje.

5.2 Analiza rezultata

U testiranju je sudjelovao trideset i jedan student Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Testove su rješavali preko Claroline sustava. Eksportiranjem željenih podataka iz baze Claroline sustava dobiveni su sljedeći podaci (Tablica 1).

Oznaka studenta	Uspješnost na testu (%)	
	DIRECT	FCI
S01	37,93	53,33
S02	20,69	36,67
S03	24,14	36,67
S04	31,03	26,67
S05	27,59	30,00
S06	41,38	26,67
S07	31,03	26,70
S08	44,83	36,67
S09	48,28	40,00
S10	24,14	23,33
S11	24,14	23,33
S12	44,83	10,00
S13	44,83	20,00
S14	44,83	26,67
S15	31,03	26,67
S16	41,38	13,33
S17	62,07	60,00
S18	20,69	40,00
S19	51,72	33,33
S20	24,14	40,00
S21	31,03	36,67
S22	27,59	30,00
S23	37,93	36,67
S24	34,48	20,00
S25	31,03	23,33
S26	37,93	33,33
S27	51,72	23,33
S28	58,62	36,67
S29	55,17	20,00
S30	37,93	20,00
S31	37,93	23,33
Prosjek grupe	37,49	30,11

Tablica 1- Rezultati testiranja studenata, DIRECT i FCI test



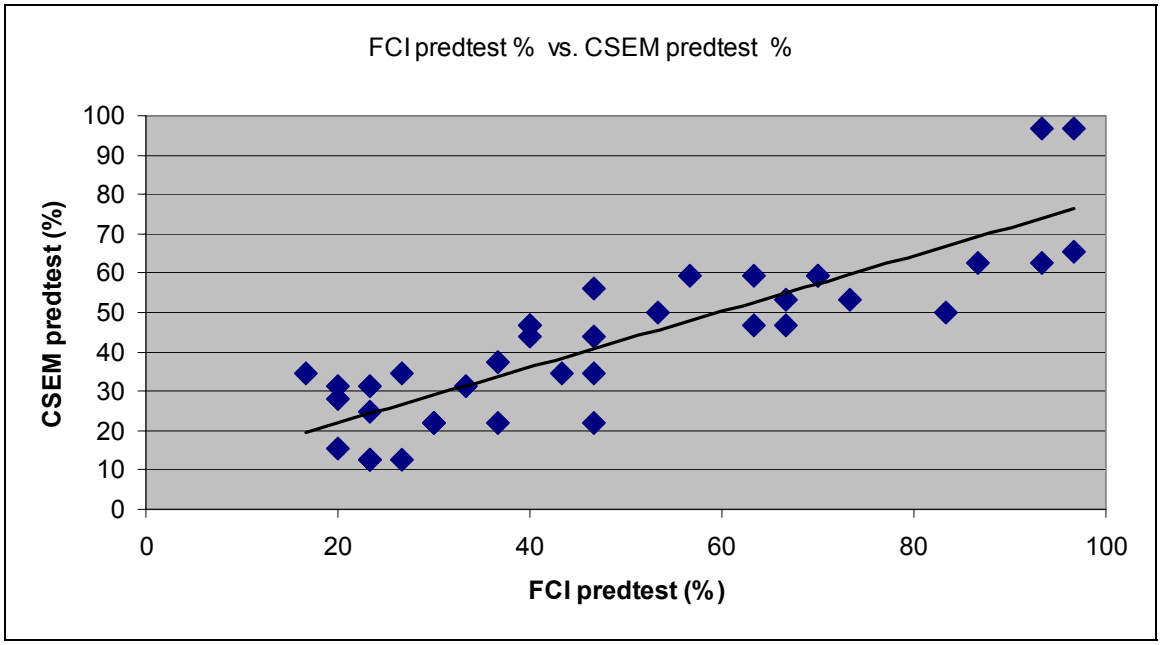
Graf 1 – Korelacija DIRECT i FCI testa

Iz dobivenih rezultata (Tablica 1) i obradom u programu MS Excel (Graf 1) koji koristi Pearsonov koeficijent korelacije dobije se koeficijent 0,07. Prema Petzu (2004.) gruba aproksimacija visine korelacije između 0,00 i 0,20 upućuje na nikakvu ili neznatnu povezanost. Što dovodi do zaključka da korelacije nema. Takav rezultat je suprotan pretpostavci prije istraživanja. Sposobnost rješavanja problema vezanih za strujne krugove nije povezana sa sposobnošću rješavanja problema u mehanici. Ali na ovaj rezultat može se gledati i s druge strane. Oni koji imaju predkoncepcije na području mehanike ne moraju nužno imati predkoncepcije vezane za strujne krugove. Isto tako oni koji imaju predkoncpecije vezane za strujne krugove ne moraju imati predkoncepcije u mehanici. Važno je napomenuti da se ovdje radi o testiranju studenata prije odslušanog kolegija fizike. Zanimljivo bi bilo provesti testiranje i nakon odslušanog kolegija fizike te usporediti rezultate.

6. Korelacija FCI i CSEM testa, napredak između predtesta i postesta

6.1 Korelacija FCI i CSEM testa

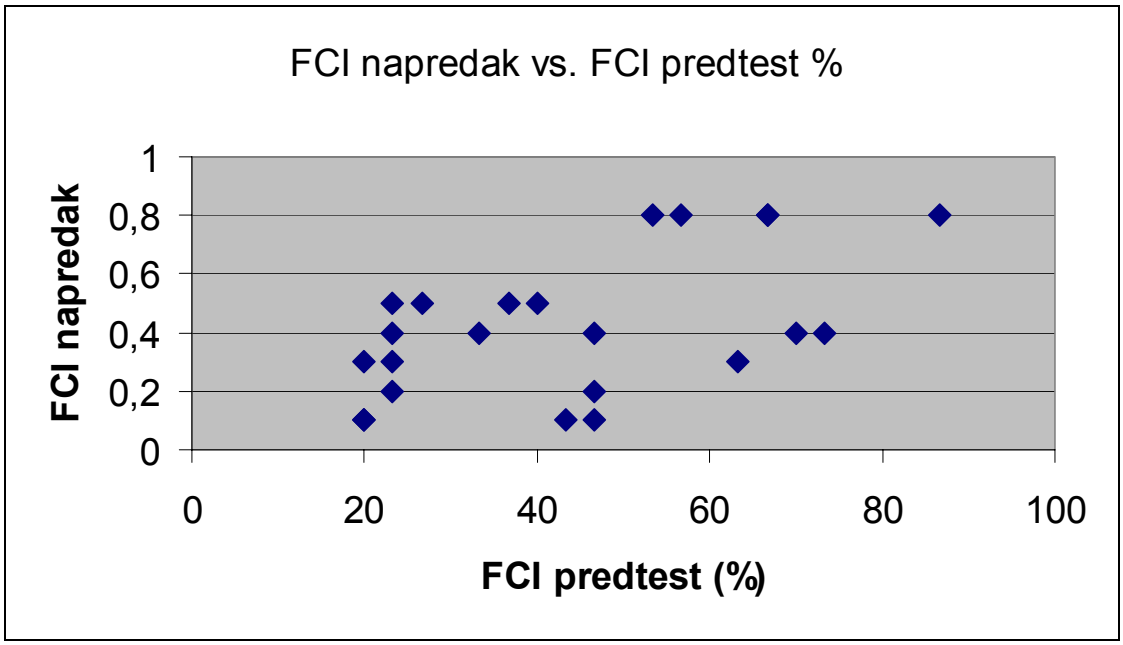
Kao što je već navedeno FCI test je test razumijevanja osnovnih mehaničkih koncepata. CSEM (*Conceptual Survey of Electricity and Magnetism*) je test razumijevanja elektriciteta i magnetizma. Sastoji se od trideset i dva pitanja.[9] Testirano je četrdeset studenata sa Sveučilišta u Zagrebu. Riješili su i FCI i CSEM test. I to prije i poslije slušanja kolegija fizike. Svi studenti su prije učili fiziku i svi su bili s prve godine fakulteta.



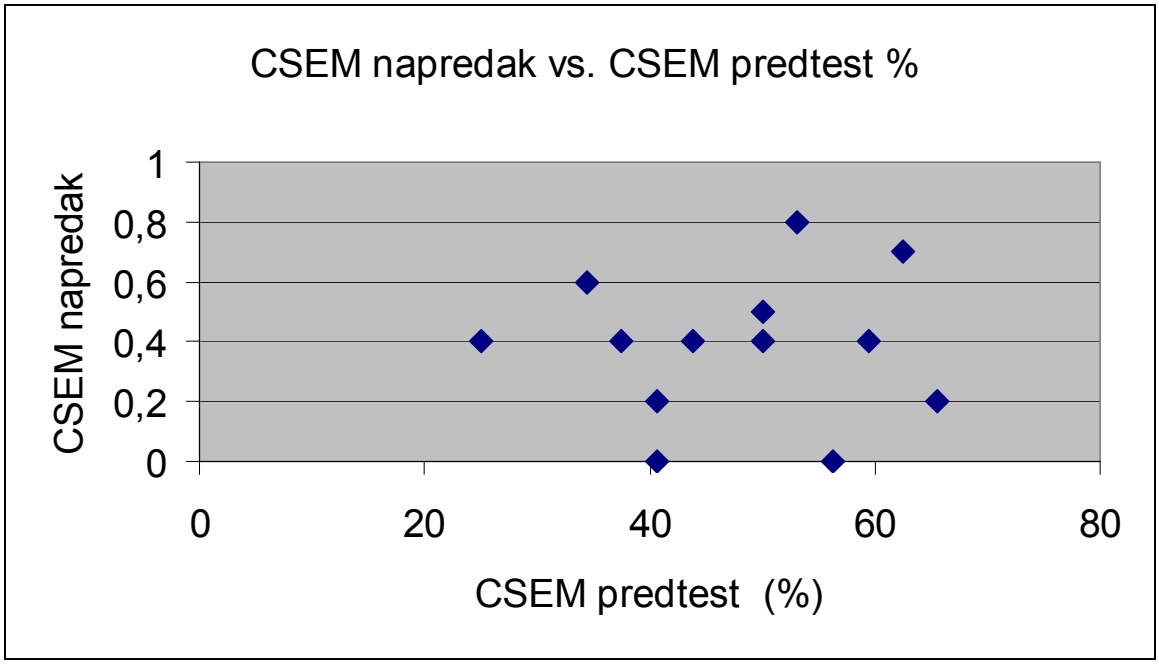
Graf 2 – Korelacija CSEM predtesta i FCI predtesta

[9] Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism, David Maloney, Thomas L. O'Kuma, Curtis J. Hieggelke, and Alan Van Heuvelen, American Journal of Physics: volume 69

Kao što je i iz grafa (Graf 2) vidljivo postoji visok koeficijent korelacije. Pearsonov koeficijent korelacije iznosi 0,86. Prema Petzu gruba aproksimacija visine korelacije između 0,70 i 1,00 upućuje na visoku i vrlo visoku povezanost.



Graf 3 – Korelacija FCI napretka i FCI predtesta



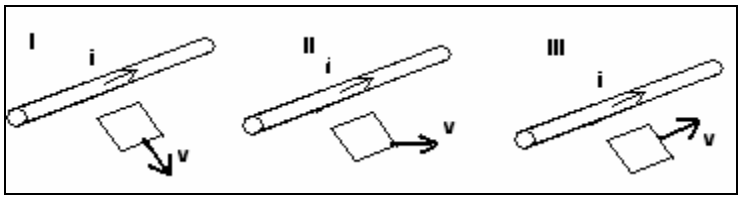
Graf 4 – Korelacija CSEM napredka i CSEM predtesta

Rezultati FCI napretka i predtesta (Graf 3) pokazuju da korelacije nema. Isto tako rezultati CSEM napretka i predtesta (Graf 4) pokazuju da nema korelacije. Nameće se zaključak da postoji visoka korelacija između predznanja pokazanim na predtestovima iz FCI i CSEM testa. Također se nameće zaljučak da ne postoji korelacija između predtestova i napretka, kako u FCI tako i u CSEM testu.

Primjer pitanja iz konceptualnog testa iz elektromagnetizma (CSEM)

Napomena: U svim pitanjima, u kojima se spominje struja, koristi se dogovorni smjer struje od pozitivnog prema negativnom polu. Svi utjecaji magnetskog polja Zemlje smatraju se zanemarivima. Termin ″čestica″ označava objekt bez veličine i strukture.

Vrlo dugom ravnom žicom teče stalna jaka struja i. Pravokutne metalne petlje, koje su u istoj ravnini kao i žica, gibaju se brzinom v u naznačenim smjerovima. U kojim će se petljama inducirati struja?



a) Samo u I i II.
b) Samo u I i III.
c) Samo u II i III.
d) U svim petljama.
e) Ni u jednoj petlji.

6.2 Napredak (Gain)

FCI je test koji se sastoji od 30 pitanja s ponuđenim odgovorima te se obično provodi prije predavanja i nakon predavanja o određenoj temi. U praksi se primjenjuje se kako bi se izmjerilo koliko studenti i učenici razumiju Newtonove zakone mehanike.

Rezultati FCIa interpretiraju se primjenom *normaliziranog napretka* (G) koje je definirano na slijedeći način:

$$G = \frac{(\text{Završni rezultat - postetst \%}) - (\text{Početni rezultat - predtest \%})}{100 - (\text{Početni rezultat – predtest \%})}$$

G predstavlja normalizirani napredak pojedinog studenta, dakle ne temelji se na prosječnom rezultatu skupine, već na rezultatu pojedinca.

Na drugi način bi se moglo reći da je G pokazatelj koliko je naučeno gradiva koje nije bilo usvojeno prije predavanja. Dakle, ovaj pokazatelj moguće je koristiti i u slučajevima kad studenti na početku predavanja nemaju istu razinu znanja. Istraživanja provedena u srednjim školama pokazuju da nema korelacije između G i rezultata predtesta. No, istraživanja na fakultetima pokazuju da korelacija postoji na način da viši rezultat predtesta znači i veći G što je objašnjeno na način da osoba s boljim mentalnim sposobnostima i većom motiviranošću ima i više rezultate na početku ispitivanja, a i pokazuje veći napredak[10].

Ovom metodom dokazano je da su aktivno i interaktivno učenje mnogo efikasniji od tradicionalnih metoda predavanja. Tradicionalne metode rezultiraju prosječnim G razreda 0,2, dok novije metode postižu znatno viši prosječan G razreda od 0,3-0,6. No, za točno mjerenje efikasnosti predavanja potrebna je primjena i ostalih metoda mjerenja.

[10] Interpreting force concept inventory scores: Normalized gain and SAT scores, Vincent P. Coletta, Jeffrey A. Philis, Jeffrey J. Steinert

7. Zaključak

Na početku istraživanja postavljena je pretpostavka da će sposobniji studenti u jednom testu biti i sposobniji na drugom. Istraživanju je pristupio trideset i jedan student Prirodoslovno matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu. Ispitanici su rješavali dva testa iz fizike, jedan iz područja mehanike i drugi iz područja strujnih krugova.

Oba testa su pokazala da postoje predkoncepcije. Na to ukazuju loši prosječni rezultati iz oba testa. Prosječni rezultat na DIRECT testu je 37,49% dok je za FCI test 30,11%.

Istraživanje je pokazalo da nema korelacije. Povezanost između razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema iz mehanike s jedne strane i razumijevanja i sposobnosti rješavanja problema iz strujnih krugova s druge strane je zanemarivo mala. Rezultati su pokazali da studenti koji su sposobniji u rješavanju problema iz mehanike mogu imati poteskoća s konceptima iz strujnih krugova.

Razlozi takvom rezultatu mogu biti višestruki, odnosno mogu ovisiti o različitim čimbenicima. Čimbenik koji može utjecati na rezultat su osobne karakteristike svakog pojedinog ispitanika. Što znači da će osoba koja je lijena, nemotivirana ili nezainteresirana za pojedino područje postići lošije rezultate od osobe koja je motivirana i radišna i pokazuje zanimanje za određeno područje. Jedna od skrivenih varijabli može biti i sposobnost znanstvenog zaključivanja. Sposobnost znanstvenog zaključivanja pojedinog studenta ovisi o inteligenciji i stupnju razvoja. U posljednjem stupnju dolazi do razvoja apstraktnog razmišljanja. Tek u ovom stupnju moguće je uistinu razumjeti fizikalne pojave. Okolina također utječe na rezultat testiranja. Ali u ovom slučaju taj utjecaj je sveden na najmanju moguću razinu budući da je test bilo moguće riješiti za bilo kojim računalom i na taj način biti odvojen od utjecaja okoline. Postoje mogući i drugi čimbenici koji nisu otrkiveni pa je potrebno provesti daljnja istraživanja.

Literatura

1) Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, Zagreb, 1982

2) Psihologija, Branimir Šverko, Školska knjiga, Zagreb, 2001

3) Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike, Maja Planinić, Rudolf Krsnik, Planinka Pećina, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

4) Najvažniji rezultati edukacijskih istraživanja u fizici, Maja Planinić, Prirodoslovno – matematički fakultet, Fizički odsjek, Zagreb

5) Students' understanding of direct current resistive electrical circuits, Paula Vetter Engelhardta and Robert J. Beichner, Department of Physics, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695

6) Interpreting force concept inventory scores: Normalized gain and SAT scores, Vincent P. Coletta, Jeffrey A. Philis, Jeffrey J. Steinert

7) Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism, David Maloney, Thomas L. O'Kuma, Curtis J. Hieggelke, and Alan Van Heuvelen, American Journal of Physics: volume 69

8) www.srce.hr

9) www.carnet.hr

10) http://www.claroline.net/about-claroline.html

11) http://www.wikipedia.org

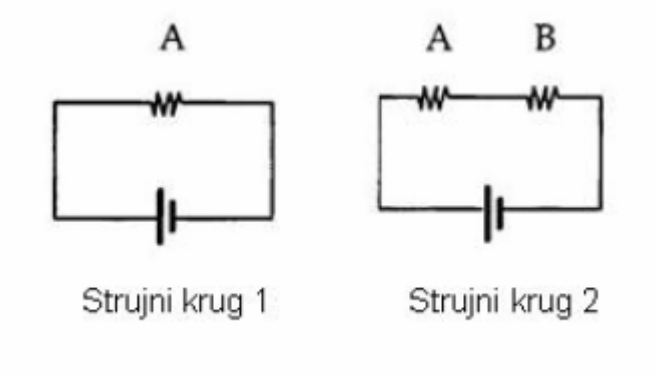
Prilog 1
Konceptualni test iz jednostavnih strujnih krugova (DIRECT)

1) Da li se naboji troše u žarulji, pretvarajući se u svjetlost?

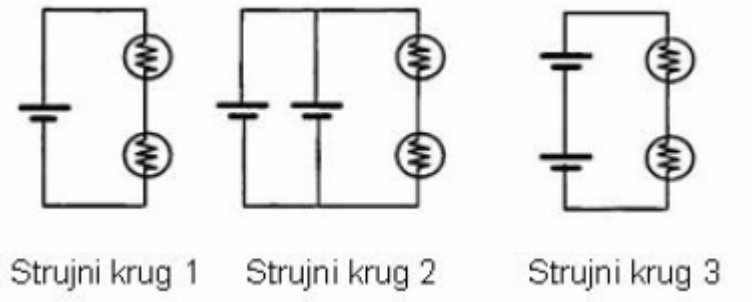
(A) Da. Naboji koji prolaze kroz nit žarulje proizvode "trenje", koje grije nit i proizvodi svjetlost.
(B) Da. Naboji se emitiraju.
(C) Ne. Naboj je očuvan. On samo prelazi u druge oblike poput topline i svjetlosti.
(D) Ne. Naboj je očuvan. Naboji koji prolaze kroz nit proizvode "trenje", koje grije nit i proizvodi svjetlost.

2) Što će se dogoditi sa snagom otpornika A, spojenog u strujni krug 1, ako mu se doda otpornik B, kako je prikazano u strujnom krugu 2?

(A) Povećat će se.
(B) Smanjit će se.
(C) Ne mijenja se.

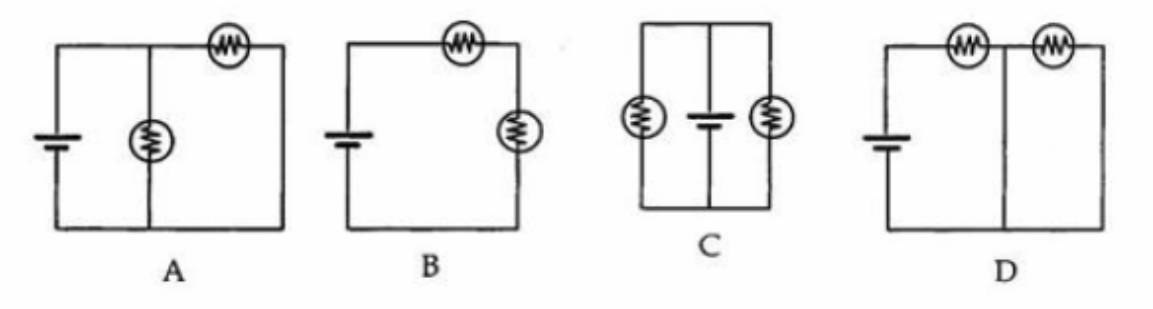


3) Promotrite prikazane strujne krugove. Koji strujni krug ili krugovi primaju najviše energije u sekundi?



(A) Strujni krug 1.
(B) Strujni krug 2.
(C) Strujni krug 3.
(D) Strujni krug 1 = Strujni krug 2.
(E) Strujni krug 2 = Strujni krug 3.

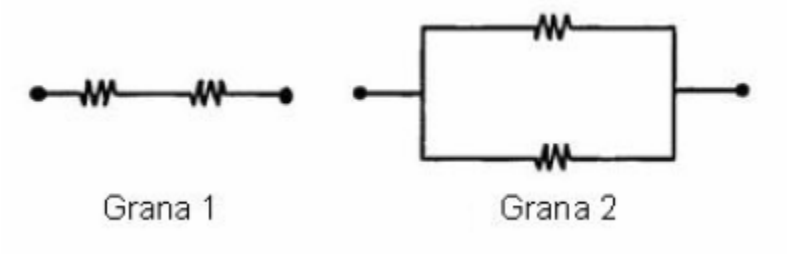
4) Promotrite sljedeće strujne krugove.



Koji strujni krug / krugovi se sastoji /sastoje od dviju žarulja spojene paralelno s baterijom?

(A) A
(B) B
(C) C
(D) A i C
(E) A, C i D

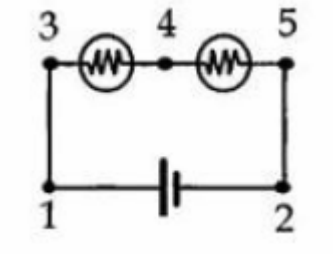
5) Usporedite otpor grane 1 s otporom grane 2. Grana je dio strujnog kruga. Koja grana ima manji otpor?



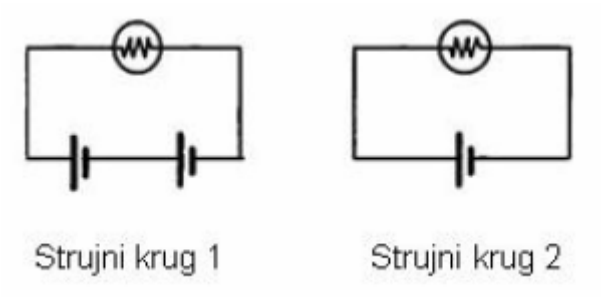
(A) Grana 1.
(B) Grana 2.
(C) Nijedna. Otpor je isti.

6) Poredajte napone između točaka 1 i 2 (U_{12}), točaka 3 i 4 (U_{34}), i točaka 4 i 5 (U_{45}) u prikazanom strujnom krugu od najveće prema najmanjoj.

(A) U_{12}; U_{34} ; U_{45}
(B) U_{12}; U_{45}; U_{34}
(C) U_{34}; U_{45}; U_{12}
(D) $U_{34} = U_{45}$; U_{12}
(E) U_{12}; $U_{34} = U_{45}$



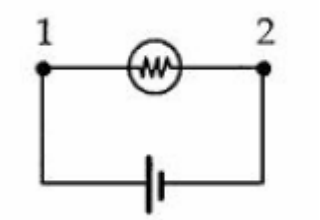
7) Usporedite sjaj žarulje u strujnom krugu 1 sa sjajem žarulje u strujnom krugu 2. Koja žarulja jače svijetli?



(A) Žarulja u strujnom krugu 1.
(B) Žarulja u strujnom krugu 2.
(C) Nijedna, obje svijetle jednako.

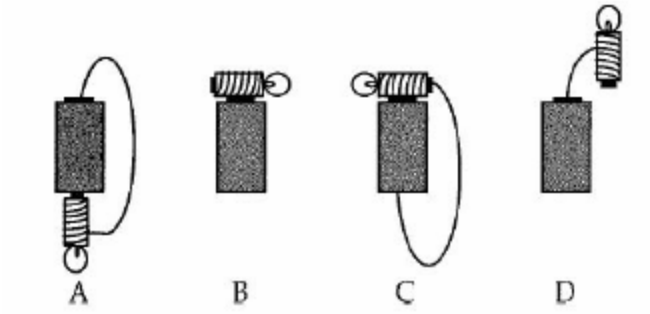
8) Usporedite struju koja prolazi kroz točku 1 sa strujom koja prolazi kroz točku 2 u prikazanom strujnom krugu. Kroz koju točku prolazi jača struja?

(A) Kroz točku 1.
(B) Kroz točku 2.
(C) Struja je jednaka u obje točke.



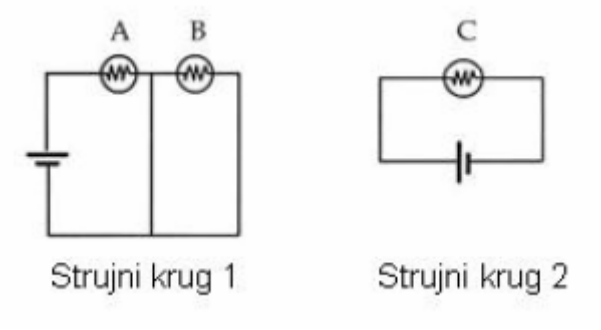
9) U kojem će strujnom krugu /krugovima žarulja svijetliti?

(A) A
(B) C
(C) D
(D) A i C
(E) B i D



10) Usporedite sjaj žarulja A i B u strujnom krugu 1 sa sjajem žarulje C u strujnom krugu 2. Koja žarulja ili žarulje najjače svijetli /svijetle?

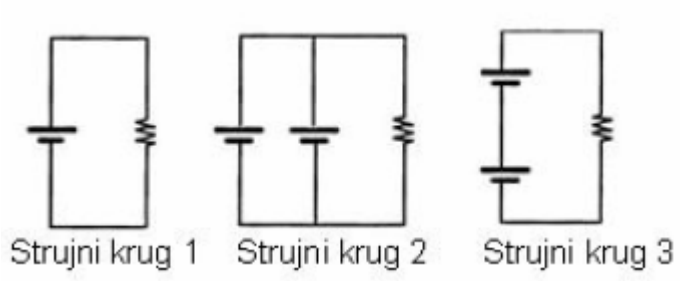
(A) A
(B) B
(C) C
(D) A = B
(E) A = C



11) Zašto se svjetla u vašim kućama upale gotovo trenutno?

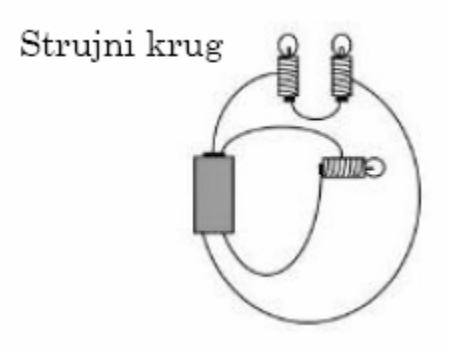
(A) Naboji se već nalaze u žici. Kada se strujni krug zatvori, dolazi do brze preraspodjele površinskog naboja u strujnom krugu.
(B) Naboji pohranjuju energiju. Kad se strujni krug zatvori, energija se oslobađa
(C) Naboji u žici gibaju se vrlo velikom brzinom.
(D) Strujni krugovi u kući su spojeni paralelno. Zbog toga, struja već teče.

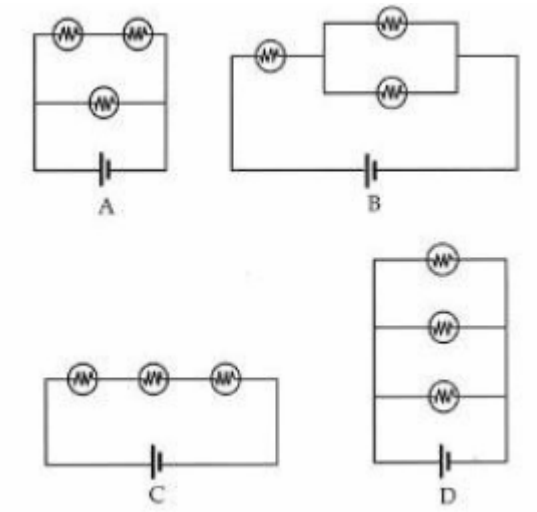
12) Razmotrite snagu koju dobije svaki od otpornika u prikazanim strujnim krugovima. U kojem je strujnom krugu ili krugovima dobivena snaga najmanja?



(A) U strujnom krugu 1.
(B) U strujnom krugu 2.
(C) U strujnom krugu 3.
(D) U strujnom krugu 1 = strujnom krugu 2.
(E) U strujnom krugu 1 = strujnom krugu 3.

13) Koji shematski dijagram najbolje predstavlja stvarni strujni krug prikazan na slici?

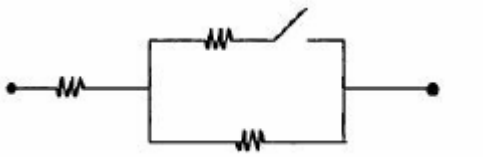




(A) A
(B) B
(C) C
(D) D
(E) Nijedan od prikazanih.

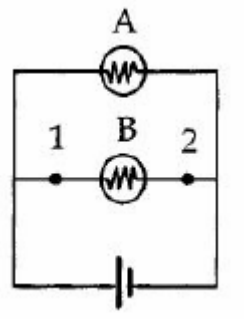
14) Kako se otpor među krajnjim točkama mijenja kada se prekidač zatvori?

(A) Povećava se.
(B) Smanjuje se.
(C) Ostaje isti.

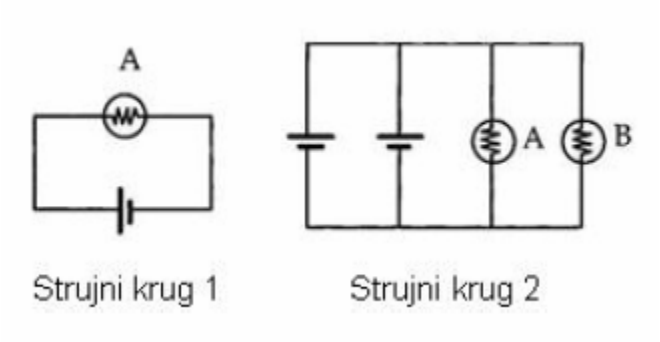


15) Kako će se promijeniti napon između točaka 1 i 2 ako uklonimo žarulju A ?

(A) Povećat će se.
(B) Smanjit će se.
(C) Ostat ce isti.

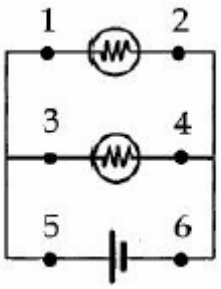


16) Usporedite sjaj žarulje A u strujnom krugu 1 sa sjajem žarulje A u strujnom krugu 2. Koja žarulja svijetli slabije?



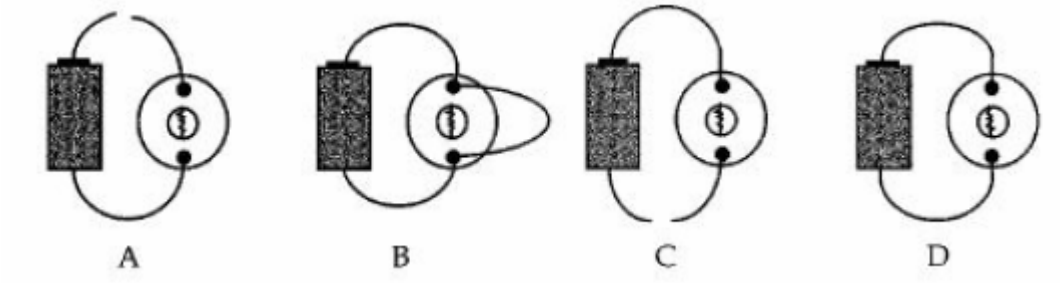
(A) Žarulja A u strujnom krugu 1.
(B) Žarulja A u strujnom krugu 2.
(C) Obje svijetle jednako.

17) Poredajte struje koje prolaze točkama 1, 2, 3, 4, 5 i 6 od najjače prema najslabijoj.



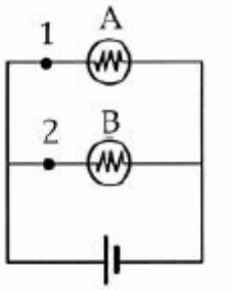
(A) 5, 1, 3, 2, 4, 6
(B) 5, 3, 1, 4, 2, 6
(C) 5 = 6, 3 = 4, 1 = 2
(D) 5 = 6, 1 = 2 = 3 = 4
(E) 1 = 2 = 3 = 4 = 5

18) U kojem će strujnom krugu /krugovima žarulja svijetliti?



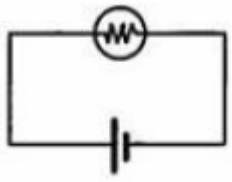
(A) A
(B) B
(C) D
(D) B i D
(E) A i C

19) Što će se dogoditi sa sjajem žarulja A i B kad se žicom s spoje točke 1 i 2 ?



(A) Pojačat će se.
(B) Smanjit će se.
(C) Ostat će isti.
(D) A će svijetliti jače od B.
(E) Nijedna žarulja neće svijetliti.

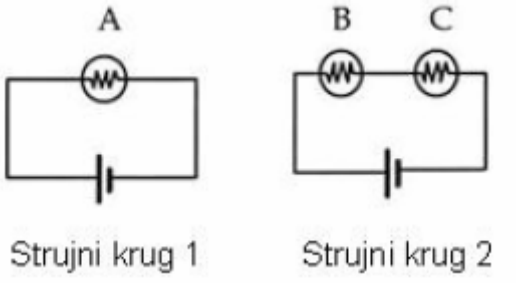
20) Je li iznos električnog polja u volframovoj niti žarulje jednak nula ili je različit od nule?



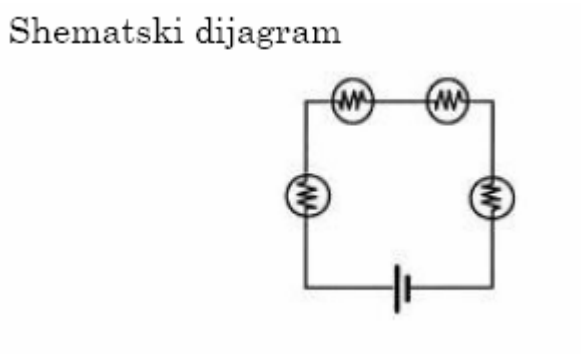
(A) Jednak je nuli, jer je nit žarulje vodič.
(B) Jednak je nuli, jer struja teče.
(C) Različit je od nule, jer je strujni krug zatvoren i struja protječe.
(D) Različit je od nule, jer na površini niti žarulje ima naboja.

21) Usporedite energiju koju svake sekunde prima žarulja u strujnom krugu 1 s energijom koju svake sekunde primaju žarulje u strujnom krugu 2. Koja žarulja ili žarulje primaju najmanje energije u sekundi?

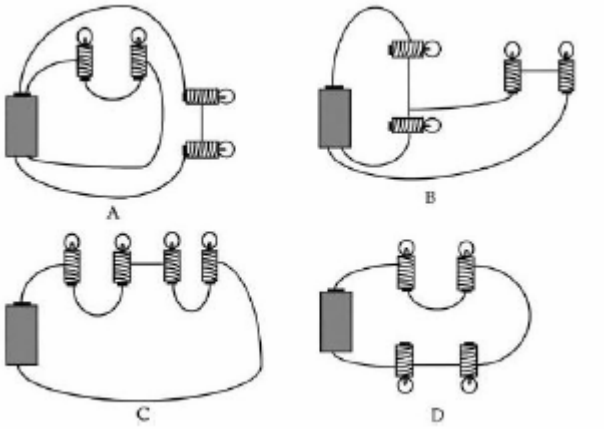
(A) A
(B) B
(C) C
(D) B = C
(E) A = B = C



22) Koji stvarni strujni krug /krugovi odgovara prikazanom shematskom dijagramu?



(A) B
(B) C
(C) D
(D) A i B
(E) C i D



23) Što će se dogoditi s otporom žarulje odmah nakon otvaranja prekidača?



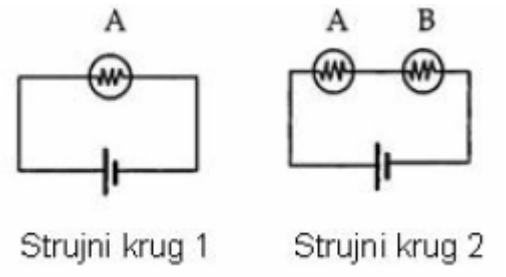
(A) Otpor će se povećati.
(B) Otpor će se smanjiti.
(C) Otpor će ostati isti.
(D) Otpor će postati 0.

24) Udvostručimo li struju koja protječe kroz bateriju, hoće li se napon u bateriji udvostručiti ?

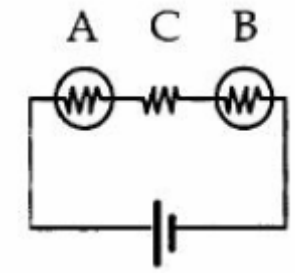
(A) Da, jer Ohmov zakon kaže V = IR.
(B) Da, jer povećavajući otpor povećavamo i napon.
(C) Ne, jer ako udvostručimo struju, smanjujemo napon za polovicu.
(D) Ne, jer je napon svojstvo baterije.
(E) Ne, jer je napon svojstvo svih elemenata u strujnom krugu.

25) Usporedite sjaj žarulje A u strujnom krugu 1 sa sjajem žarulje A u strujnom krugu 2. Koja žarulja jače svijetli ?

(A) Žarulja A u strujnom krugu 1.
(B) Žarulja A u strujnom krugu 2.
(C) Obje svijetle jednako.

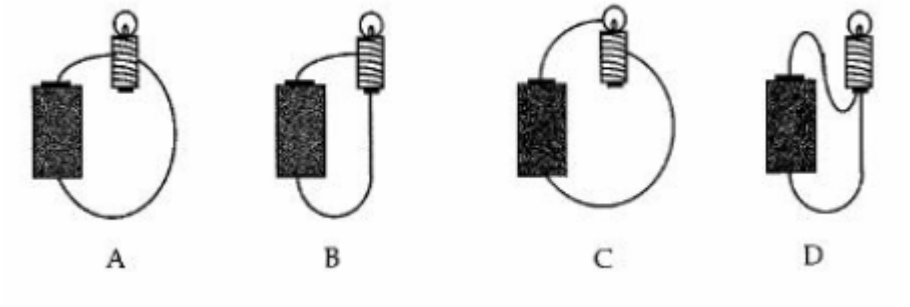


26) Kako će svijetliti žarulje A i B povećamo li otpor C?



(A) Žarulja A će svijetliti isto kao i prije, a žarulja B će svijetliti slabije.
(B) Žarulja A će svijetliti slabije, a žarulja B će svijetliti isto kao i prije.
(C) Žarulje A i B će svijetliti jače.
(D) Žarulje A i B će svijetliti slabije.
(E) Žarulje A i B će svijetliti jednako kao i prije.

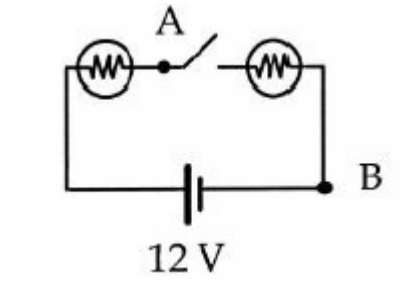
27) Hoće li sve žarulje svijetli svijetliti jednako?



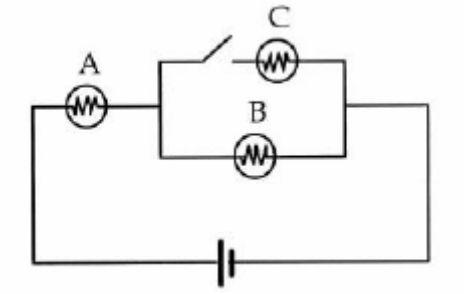
(A) Da, jer su sve one u strujnom krugu spojene na isti način.
(B) Ne. Samo će žarulja B svijetliti. Spojevi žarulja A, C i D nisu ispravni.
(C) Ne. Samo će se žarulja D svijetliti. Jedino je D zatvoreni strujni krug.
(D) Ne. Žarulja C neće svijetliti ali A, B i D hoće.

28) Koliki je napon između točaka A i B?

(A) 0 V.
(B) 3 V.
(C) 6 V.
(D) 12 V.



29) Kako će svijetliti žarulje A i B kad se prekidač zatvori?



(A) Žarulja A ce svijetliti isto ako i prije, a žarulja B ce svijetliti slabije.
(B) Žarulja A ce svijetliti jace, a žarulja B slabije.
(C) Žarulje A i B ce svijetliti jace.
(D) Žarulje A i B ce svijetliti slabije.
(E) Žarulje A i B ce svijetliti jednako kao i prije.