

Ивана Љубојевић

**ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА
РЈЕШАВАЊА ЗАДАТАКА**

2013.

Садржај:

Улога и значај рјешавања задатака из физике	3
Класификација задатака	4
Методика рјешавања задатака	5
Квантитативни задаци	6
Квалитативни задаци	8
Графички задаци	9
Екпериментални задаци	9
Теоријска основа : Електрична струја	10
Задаци	17
Лаки задаци	17
Средњи задаци	19
Тешки задаци	23
Проблемско развојни задатак	29
Литература	33

УЛОГА И ЗНАЧАЈ РЈЕШАВАЊА ЗАДАТАКА ИЗ ФИЗИКЕ

Научити ученике да рјешавају задатке један је од главних циљева и коначних циљева наставе физике.

Рјешавање задатака у настави физике врло је важно. Када рјешавамо задатке из физике, примјењујемо опште законитости на посебне случајеве. Помоћу закона можемо предвидјети физички догађај, индиректно одредити физичку величину, протумачити природну појаву, разумјети примјену у техници и сл. Један од задатака наставе физике и јест упознати ученике с основним појмовима и законима физике, те их оспособити да препознају те законе око себе у природи и техници. Рјешавање задатака у физици може много помоћи да се тај циљ постигне.

Када рјешавамо задатке, користимо се својим знањем о одређеном физичком закону или упознајемо једну од његових многих корисних примјена. Заправо, тек рјешавајући задатке, откривамо све богатство садржаја неког закона. Ако неки закон познајемо само утолико да га знамо ријечима изрећи и написати његов математички израз, онда је такво знање тек **декларативно** (статично). Рјешавање задатака помаже нам да декларативно знање прерасте у **примјењиво**, па га у различитим случајевима можемо примјенити за одређену стваралачку активност.

Рјешавање задатака у настави физике није додатна активност којом стичемо корисну вјештину, већ важан саставни дио наставног процеса током којег употпуњујемо и обогаћујемо спознаје у вези са одређеним појмовима и законима. Зато ће дио времена одређен за наставу физике увијек бити намијењен изради задатака. Када се задаци израђују у учионици, наставник ученике води и усмјерава ток њихових мисли и притом настоји да се у томе што прије осамостале. Тако ученици и код куће могу рјешавати задатке.

Како сваки задатак доноси нешто ново, рјешавање има чар откривања. Ученици се морају трудити повезати физички догађај описан у задатку с познатим појмовима и законима. Ако уложени труд уроди плодом, ученици осјећају посебно задовољство и потребу да рјешавају још теже задатке. Осјећају се способним савладати све веће проблеме. Способност рјешавања задатака развија се током рјешавања задатака. Треба их рјешавати што више, од лакших ка тежим.

Улога и значај вјежбања у рјешавању задатака у настави физике састоји се у томе што се постиже:

1. Конкретизација и осмишљавање теоријских знања;
2. Повезивање стечених знања са свакодневним животом;
3. Стицање умијећа и навика за практичну примјену изучаваног градива;
4. Развијање способности за обављање мисаоних операција;

5. Развијање самосталности и изграђивање других позитивних вриједности ученикове личности, понављање, продубљивање и утврђивање знања, развијање интересовања за предмет и кориговање ученичких знања и умјећа.

КЛАСИФИКАЦИЈА ЗАДАТАКА

У литератури постоје различите класификације задатака из физике. У зависности од начина класификације један задатак може бити убрајан у различите класификације. Из овога произилази да је класификација задатака непотпуна и не до краја досљедна.

Руски аутори В.И. Богдан, Б.А. Бондарь и Д. И. Кульбицкии задатке класификују према:

- **Према дидактичком циљу**- тренажни, стваралачки, контролни;
- **Према начину задавања услова** – текстуални, задатак-график, задатак-цртеж, задатак-оглед;
- **Према степену тежине** – једноставни, сложени, комбиновани;
- **Према начину рјешавања** – квалитативни, квантитативни, графички, експериментални

У **методичкој литератури** постоји подјела задатака из физике према сљедећим особинама:

- По карактеру захтјева
- По садржају
- По начину поставке и рјешавања
- Према постављеним циљевима

По садржају задатке дијелимо на :

- Историјске
- Техничке
- Интердисциплинарне

По начину изражавања услова задатака и методама рјешавања из физике, могуће их је подијелити на:

- Квантитативне
- Квалитативне
- Експерименталне
- Графичке

МЕТОДИКА РЈЕШАВАЊА ЗАДАТАКА ИЗ ФИЗИКЕ

Добро је у главним цртама познавати мисаони процес помоћу којег рјешавамо задатке. Нема шеме која нам може послужити за рјешавање сваког задатка. Ипак се при рјешавању задатака држимо неког редослиједа. Неки се ученици брзо сналазе и спонтано сами закључују, па брзо рјешавају задатке. За оне који се слабије сналазе, добро је да познају редослијед рјешавања како би сами себи могли постављати питања која их усмјеравају у одређени ток размишљања. И за сналажљиве ученике корисно је познавати тај редослијед јер ће им при сложенијим задацима уштедјети вријеме.

Рјешавање задатака из физике као процес и метода примјене знања уведена је у школску праксу онда када је педагошка наука дошла до сазнања да знања која ученици посједују имају претежно формалан карактер, уколико се ученици не доведу у ситуацију да их на неки начин користе. Ниједна дефиниција, закон, формула или теорија нису трајно усвојени ако их ученици само знају, а не употребљавају. Самом процесу рјешавања одговарајућих задатака стичу се дубља и потпуна знања. Тек тада изучавана формула оживи у свијести ученика, знања постају осмишљена, па се тиме постиже већа трајност, тј. памћење.

Код многих ученика рад на рјешавању задатака повећава интересовање за физику, развија логичко мишљење, подстиче на иницијативу и упорност у савлађивању потешкоћа, јача се воља и стиче самосталност у раду.

Основне етапе у процесу рјешавања задатака су:

а) Саопштавање или читање задатка и прегледно записивање датих, потребних и тражених задатака;

б) Скраћено понављање захтјева задатка

в) Анализа услова и тражење идеје за рјешавање задатка;

г) Добијање рјешења;

д) Провјера рјешења путем свођења јединица или вршења димензионе провјере;

ђ) Замјена бројних вриједности и груба процјена реда величине резултата, а затим строго израчунавање;

џ) Дискусија рјешења.

Описат ћу главне кораке при рјешавању задатака. Приказат ћу их на примјерима из двије групе задатака: квантитативним и квалитативним.

КВАНТИТАТИВНИ ЗАДАЦИ

Задатак зовемо квантитативним кад из заданих бројчаних података рачуном морамо доћи до резултата. Резултат се изражава бројем.

Уопштено можемо рећи да су кораци при рјешавању квантитативних задатака сљедећи:

а) Упознавање задатка

Кад рјешавамо задатак, први је корак упознавање његовог садржаја. Читајући задатак, морамо схватити и уочити шта се догађа, шта се догодило или шта ће се догодити. Настојимо се уживјети у физикални догађај. Затим се морамо потрудити утврдити познамо ли појмове који су наведени у задатку, односно препознати одређене физикалне појмове у тексту задатка. Упознавајући текст и размишљајући о њему, често ћемо се сјетити и одређених законитости за појаве и појмове у задатку. Добро је на почетку размишљати о задатку не усмјеравајући се директно према рјешењу. Тек кад добро упознамо физикалне догађаје описане у задатку, промотрит ћемо појединости задатка, тј. које су величине задане, а које непознате те шта заправо треба одредити у задатку. Упознавање задатка врло је важно. Ако то не учинимо, тешко ћемо рјешавати задатак. Многи рјешавајући гријеше у томе што пребрзо траже рјешење. Настоје насумце рјешавати задатак прије него што довољно упознају његов садржај. Ако је задатак једноставан то може бити успјешно, али ако је сложенији, од тога нема велике користи. При рјешавању задатака у којима примјењујемо математичке формулације закона, математичке изразе и рачунање њих не можемо исправно употријебити ако не знамо шта они физички значе. Математика је физици нужна и врло корисна. Зато, рјешавајући задатак не треба писати изразе и настојати нешто с њима рачунати све док нисамо сигурни шта ти изрази физички значе.

б) Сређивање података из задатака

Други корак при рјешавању задатака је сређивање познатих података и истицање величине коју желимо одредити. Податке ћемо прегледно написати, као што то радимо и при рјешавању математичких задатака. Поједине величине треба означити договореним ознакама. На примјер, пут означавамо словом s , акцеларију словом a , брзину v , ел.струја I итд. Осим тога, ако је потребно, можемо нацртати и слику или шему као помоћ при стварању представе о физичком догађају. То

можемо учинити већ и при упознавању задатка. Најједноставније је кад су у бројчаном задатку све величине задане у SI јединицама.

в) Планирање рјешавања задатака

Тај корак се састоји у томе да одаберемо законе и математичке изразе помоћу којих ћемо моћи одредити непознату величину из познатих. Морамо дакле међу познатим законима и изразима пронаћи и оне који повезују величине које су задане у задатку с величином коју морамо одредити. Ако смо у кораку а) довољно добро размислили о садржају задатка, онда смо за корак в) већ врло много учинили. Често ће резултат размишљања у том кораку бити постављање једне једначине с једном непознатом или двије једначине са двије непознате. Каткад ће бити потребно примјенити знање из геометрије или о графичком приказивању функција или слично. Јасно, тај ће корак бити тежак за све оне који нису добро савладали општа знања из подручја физике у којем је задатак задан. У том случају морамо најприје већ при упознавању задатака добро поновити све што се тиче садржаја. Рјешавање задатака је примјена општег знања на посебне случајеве. Ако тога знања нема, онда га наравно, не можемо ни примјенити.

г) Израчунавање резултата

При томе главни је дио посла математичко рачунање. У одабране изразе уврстимо познате величине и израчунамо непознату величину. Не треба мислити да је тај дио посла неважан за физику. Нама је важан резултат, а резултат добијемо рачунањем. Физика се без математике уопште не би могла развијати као наука нити бисмо је могли примјењивати у техници. Математика је важно помоћно средство у физици. Ако при рјешавању задатака у физици примијетимо да нам недостаје умијеће рачунања, то ће нам сметати не само при учењу математике него и физике. Те недостатке у знању математике треба што прије покушати уклонити, тј. пропуштено што прије надокнадити.

д) Провјера резултата и осврт на задатак

Пошто смо добили резултат, добро је повезати га са првим кораком, тј. с текстом од којег смо почели. Уживићемо се поново у физикални догађај и уклопити у њега рјешење задатака. Упоредит ћемо резултат са податком што смо га покушали предвидјети као резултат размишљајући о задатку у кораку а).

КВАЛИТАТИВНИ ЗАДАЦИ

Задаци из физике, код којих нема података о бројним вриједностима, нити се до рјешења долази примјеном одговарајућег математичког апарата, већ се оно у виду одговора који се мора обавезно образложити, називају се **квалитативни задаци** или **задачи – питања**.

Рјешавајући квалитативне задатке,слиједимо поступке као и при рјешавању квантитативних задатака , осим оног који је уско повезан са израчунавањем резултата из бројчаних података задатка , а то је корак г).

Квалитативне задатке можемо ријешити и без писања . Напапет рјешавамо задатке пошто смо већ усвојили знање из подручја у којима их рјешавамо . Док још нисмо сигурни у знање о одређеним садржајима , добро је размишљање допунити биљешкама .

ГРАФИЧКИ ЗАДАЦИ

Ако задатак из физике на било који начин укључује коришћење или израду одговарајућег графика, онда се такав задатак назива **графички**. Рад на задацима ове врсте омогућава ученицима стицање веома потребне графичке писмености, ученици се навикавају да читавају графике и правилно из њих изводе закључке. Такође је потребно да ученици пролазе кроз уобичајене етапе рјешавања: анализа услова задатка, успостављање веза између датих и тражених величина, добијање рјешења и дискусија истог.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАЦИ

Под појмом експериментални задатак (квантитативног или квалитативног карактера) подразумевају се:

Експериментални задаци су најчешће комбинација кратког експеримента, логичког расуђивања и одговарајућих израчунавања. Задаци овог типа су врло интересантни ученицима, радо их рјешавају и служе им као ефикасно мотивационо средство у учењу физике. Овакви задаци доприносе до знатног развијања ученичког мишљења, омоућавајући природно повезивање теорије и праксе.

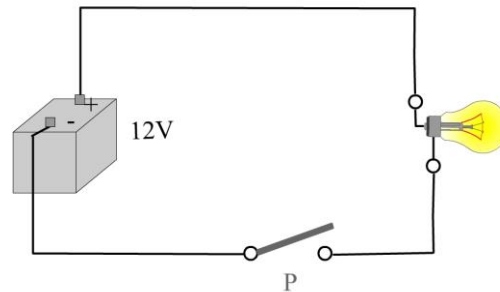


ТЕОРИЈСКА ОСНОВА : ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

Када се усмјери кретање честица у атмосфери, јавља се атмосферско струјање односно вјетар, а када се усмјери кретање наелектрисаних честица у некој средини јавља се електрична струја.

Електрична струја је протицање, односно транспортовање наелектрисаних честица. Електрична струја може настати у металним проводницима, електроли- тима, плуопроводницима и у вакууму

Након затварања прекидача дуж струјног кола се успостави електрично поље које је преносник узајамног дјеловања између полова акумулатора и слободних електрона. Под утицајем електричног поља слободни електрони се помјерају од негативног пола акумулатора преко сијалице до позитивном пола.



Слика 1. Струјни извор, потрошач и проводне жице за конекцију чине просто струјно коло.

ЈАЧИНА И ГУСТИНА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

Јачина електричне струје је основна карактеристика електричне струје. У некој проводној средини струја је јача, када кроз њу прође већи број наелектрисаних честица у јединици времена.

Средња јачина електричне струје, у неком проводнику, једнака је бројно количини наелектрисања која у јединици времена прође кроз површину попречног пресека проводника,

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Ако се јачина струје не мијења у току времена, онда је јачина струје

$$I = \frac{Q}{t},$$

гдје је Q количина наелектрисања, која за вријеме t прође кроз површину попречног пресека проводника. Један кулон се може изразити преко ампера: $C = As$. Јачина струје је скаларна величина, иако се једносмјерној струји придружује смјер протикања. Јачина струје се мјери електрометрима, галванометрима и амперметрима.

Густина електричне струје једнака је бројно јачини струје која прође кроз јединичну површину попречног пресека проводника,

$$j = \frac{I}{S}.$$

Мјерна јединица за густину струје је $\frac{A}{m^2}$, а у пракси се често користи и A/mm^2 .

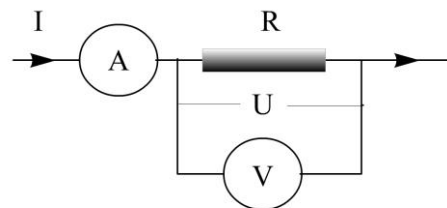
ЕЛЕКТРИЧНИ ОТПОР

Електрични отпор (отпорност). При протицању струје кроз метални проводник долази до интеракције слободних електрона и јона кристалне решетке метала. Оhm је, на основу резултата великог броја мјерења, извео закључак да је однос напона на крајевима проводника и јачине струје у проводнику константан, при сталној температури,

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

Коефицијент пропорционалности R представља електрични отпор, чија је мјерна јединица, ом (Ω).

Један ом. Проводник, односно отпорник, има отпор један ом ако при сталном напону од 1 V кроз њега тече струја сталне јачине од 1A.



Слика 2. Мјерењем напона и јачине струје може се одредити отпор проводника.

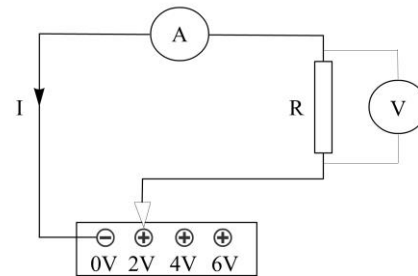
Специфични отпор. Мјерења показују да је електрични отпор хомогеног ваљкастог проводника пропорционалан његовој дужини, а обрнуто пропорционалан површини попречног пресека проводника,

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

гдје је ρ коефицијент пропорционалности, односно специфични отпор проводника. Мјерна јединица за специфични отпор је Ωm . Специфични отпор зависи од врсте материјала и од температуре. У првој табели дати су интервали специфичних отпора за различите средине, а у другој табели дати су специфични отпори неких

ОМОВ ЗАКОН

Њемачки физичар, Georg Simon Ohm, одредио је зависност јачине струје у неком отпорнику од напона на његовим крајевима. Да би испитао ту зависност извршио је велики број мјерења јачине струје и напона.



Слика 3. Једноставно струјно коло за провјеру Омовог закона.

Ohm-ов закон за дио струјног кола. Јачина струје у проводнику пропорционална је напону на његовим крајевима, а обрнуто је пропорционална отпору проводника,

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

Ohm-ов закон није универзални закон, као што је то нпр. Њутнов закон гравитације. Он се може примјенити само за ограничену групу проводника, у одређеном интервалу температуре (**омски проводници**).

Електромоторна сила извора струје. У изворима електричне струје долази до претварања неког облика енергије у електричну. Претварање енергије дешава се при различитим процесима: електрохемијским, топлотним, свјетлосним, електормагнетним, нуклеарним итд. Унутар извора струје врши се рад на раздвајању наелектрисања, тако да се позитивно наелектрисање издваја на једном полу а негативно наелектрисање на другом полу извора. Рад на раздвајању наелектрисања унутар извора врши се на савлађивању силе електричног поља између по **Електромоторна сила извора струје једнака је бројно раду који изврше неелектричне силе на помјерању јединичне позитивне количине наелектрисања од позитивног до негативног пола извора,**

$$\varepsilon = \frac{A}{q}$$

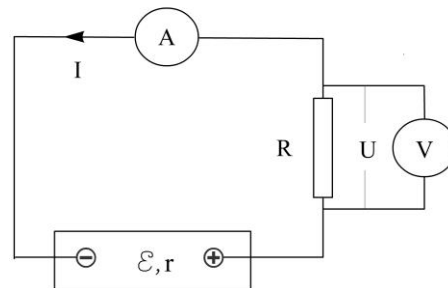
Мјерна јединица за електромоторну силу извора је V.

Оhm-ов закон за цијело струјно коло.

Најпростије струјно коло чине један струјни извор, један потрошач и проводници који везују струјни извор са потрошачем. У струјном колу треба разликовати спољашње и унутрашње коло.

Претпоставимо да је струјни извор сталног напона, да је R омски отпор спољашњег дијела кола и да је r омски отпор унутрашњег дијела кола.

У том случају, према Joule-овом закону, мјера за повећање унутрашње енергије у цијелом струјном колу је количина топлоте $Q = RI^2t + rI^2t$. Рад извора струје одређен је електромоторном силом извора, $\varepsilon = \frac{A}{q}$ одакле је $A = \varepsilon q$ односно $A = \varepsilon It$. Ако претпоставимо да се енергија извора струје претвара само у повећање унутрашње енергије



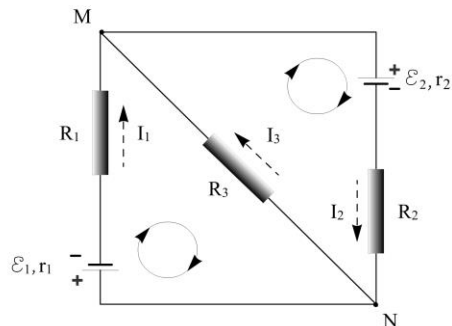
Слика 4. Најпростије струјно коло чине извор струје, потрошач, отпорник и каблови за конекцију.

спољашњег дијела кола и извора, онда је на основу закона одржања енергије, $A = Q$, односно $\varepsilon \mathcal{I}t = RI^2t + rI^2t$, одакле се добија математички облик Оhm-овог закона за цијело струјно коло,

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}.$$

КИРХОФОВА ПРАВИЛА

Струјни чвор је тачка у којој се састају три или више проводника. У колу представљеном на слици то су тачке М и N.



Слика 5. Дато сложено струјно коло има три струјне контуре.

Прво Кирхофово правило:

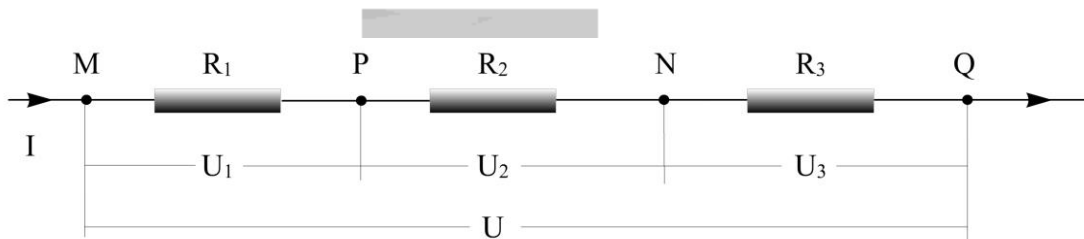
Збир јачина струја које утичу у струјни чвор једнак је збиру јачина струја које истичу из тог струјног чвора.

Друго Кирхофово правило: Прво правило је последица закона одржања количине наелектрисања, а друго правило је последица закона одржања

енергије. У свакој затвореној струјној контури алгебарски збир електромоторних сила једнак је алгебарском збиру падова напона.

ВЕЗИВАЊЕ ОТПОРНИКА

Серијска веза отпорника. Отпорници су у серијској вези када припадају једној грани струјног кола. Када су отпорници у серијској вези онда кроз сваки отпорник протиче струја исте јачине.



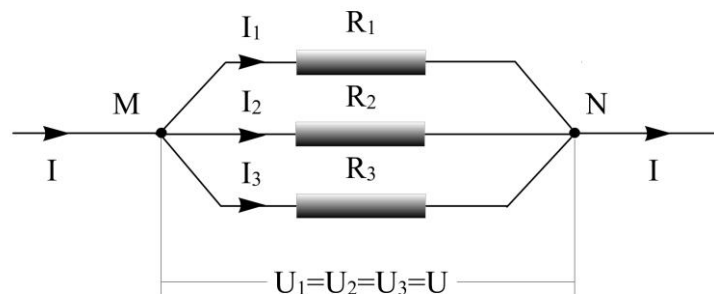
Слика 6. Серијска веза три отпорника.

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3,$$

Карактеристике серијске везе: (1) кроз сваки отпорник протиче струја исте јачине, (2) напон на крајевима серијске везе отпорника једнак је збиру напона на појединачним отпорницима, (3) Еквивалентни отпор серијске везе отпорника једнак је збиру отпора свих отпорника у вези.

Паралелна веза отпорника. Отпорници су у паралелној вези када су једни крајеви свих отпорника везани у једну заједничку тачку, а други крајеви истих отпорника везани у другу заједничку тачку.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$



Слика 7. Паралелна веза три отпорника

Карактеристике паралелне везе. (1) сваки отпорник паралелне везе је под једнаким напоном, (2) реципрочна вриједност еквивалентног отпора паралелне везе отпорника једнак је збиру реципрочних вриједности отпора свих отпорника, (3) јачине струја у паралелним гранама кола односе се обрнуто пропорционално отпорима тих грана.

ЗАДАЦИ

Задатке прво треба радити од лакших ка тежим, и увијек из истих области и да буду повезани. То ће донијети ученицима могућност уочавања сличности и разлика са већ наученим.

ЛАКИ ЗАДАЦИ

Сљедећи задаци су по нивоу сложености лаки, по начину рјешавања квантитативни, а по начину задавања текстуални:

1. Кроз проводник протиче струја јачине $8 \mu A$. За које вријеме протекне кроз попречни пресјек проводина количине наелектрисања $3mC$?

Подаци: $I = 8 \mu A$
 $q = 3mC$ Тражи се : $t = ?$

$$\text{Рјешење : } I = \frac{q}{t} \quad t = \frac{q}{i} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-6}} = 0,375 \cdot 10^3 = 375 \text{ s}$$

Одговор: Кроз попречни пресјек проводника протекне задана количина наелектрисања за 375 s.

2. Јачина струје у преоводнику се равномерно повећава од 0 А до 5 А у току 10 s .
Колика количина наелектрисања протекне кроз попречни пресјек проводника за то вријеме ?

$$I_1 = 0A$$

Подаци: $I_2 = 5A$

$$t = 10s$$

Тражи се : $q = ?$

Рјешење : $I_s = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{0 + 5}{2} = \frac{5}{2} A = 2,5A$

$$q = I_s \cdot t = 2,5A \cdot 10s = 25C$$

Одговор: Кроз попречни пресјек проводника за 10 s протекне количина наелектрисања од 25 C .

3. Колика је јачина струје у преводнику ако кроз његов попречни пресјек прође наелектрисање 180C сваког минута?

Подаци: $q = 180C$

$$t = 1 \text{ min} = 60s$$

Тражи се : $I = ?$

Рјешење : $I = \frac{q}{t} = \frac{180C}{60s} = 3 \frac{C}{s} = 3A$

Одговор: Јачина струје у проводнику је 3 А.

4. Телефонска жица повезује два града који су на удаљености 180 км . Површина попречног пресјека жице је $1,8 \text{ mm}^2$, а њен специфични отпор је $12 \cdot 10^{-8} \Omega m$.
Колики је електрични отпор жице ?

$$\ell = 180km = 18 \cdot 10^3 m$$

Подаци: $S = 1,8mm^2 = 1,8 \cdot 10^{-6} m^2$

$$\rho = 12 \cdot 10^{-8} \Omega m$$

Тражи се : $R = ?$

Рјешење : $R = \rho \frac{\ell}{S} = 12 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot \frac{180 \cdot 10^3 m}{1,8 \cdot 10^{-6} m^2} = 12 \cdot 10^3 \Omega$

Одговор: Електрични отпор жице је $12 \cdot 10^3 \Omega$.

5. Колико отпорника једнаких отпора по 5Ω треба везати редно да се добије еквивалентни отпор од 20Ω ? Колики је еквивалентни отпор паралелне везе тих отпорника ?

Подаци: $R = 5\Omega$ Серијске везе
 $R_e = 20\Omega$

Тражи се : $n = ?$ Паралелне везе
 $R_e = ?$

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$R_e = n \cdot 5\Omega$$

$$20\Omega = n \cdot 5\Omega$$

Рјешење : $n = \frac{20\Omega}{5\Omega} = 4$ отпорника

$$\frac{1}{R_e} = n \cdot \frac{1}{R}$$

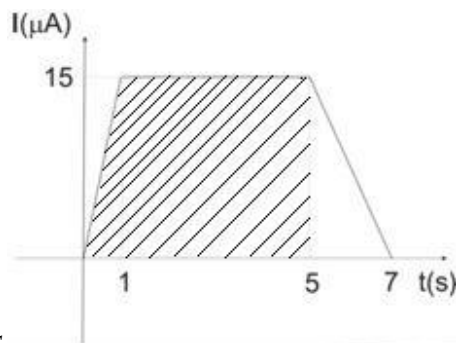
$$R_e = \frac{R}{n} = \frac{5\Omega}{4} = 1,25\Omega$$

Одговор: Треба везати четири отпорника , а еквивалентни отпор паралелне везе је $1,25\Omega$.

СРЕДЊИ ЗАДАЦИ

Сљедећи задаци су по нивоу сложености средњи, по начину рјешавања квантитативни, а по начину задавања текстуални:

1. На графику је представљена зависност јачине струје од времена у неком проводнику . Одредити колика количина наелектрисања протекне кроз попречни пресјек проводника у првих 5 s ?



Подаци: Подаци се узимају са графика $t = 5 \text{ s}$

Тражи се : $q = ?$

Рјешење :Количина наелектрисања је једнака површини шрфиране фигуре на графику .

$$q = P_{trougla} + P_{kvadrata} = \frac{1}{2} a \cdot h + a \cdot b = \frac{1}{2} 1s \cdot 15\mu A + 4s \cdot 15\mu A = 7,5\mu C + 60\mu C = 67,5\mu C$$

Одговор:У првих 5 s протекне $67,5 \mu C$.

2.Густина струје у бакарном проводнику је $11 \frac{A}{mm^2}$. Атомска маса бакра износи $64 \frac{g}{mol}$, а његова густина је $9 \frac{g}{cm^3}$, а Авогадров број је $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$. Ако је број слободних електрона једнак броју атома , колика је срења брзина електрона ?

$$j = 11 \frac{A}{mm^2} = 11 \cdot 10^6 \frac{A}{m^2}$$

$$A = 64 \frac{g}{mol}$$

Подаци:

$$\rho = 9 \frac{g}{cm^3} = \frac{9}{10^{-6}} = 9 \cdot 10^6 \frac{g}{m^3}$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1} = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$$

Тражи се : $v = ?$

$$V_{mol} = \frac{A}{\rho}$$

$$n = \frac{N_A}{V_{mol}}$$

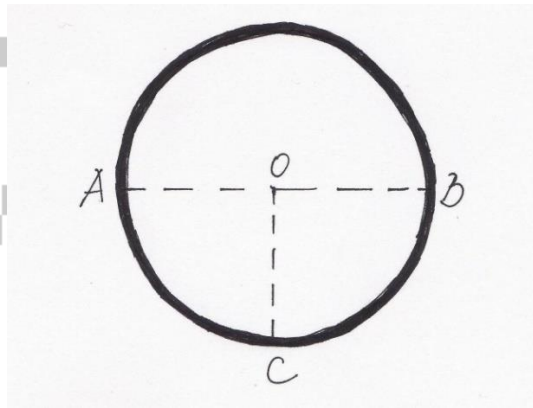
Рјешење : $I = n \cdot S \cdot e \cdot v$

$$v = \frac{I}{S \cdot n \cdot e} = \frac{j}{N_A \cdot \rho} = \frac{j \cdot A}{N_A \cdot \rho \cdot e} = \frac{11 \cdot 10^6 \frac{C}{m^2} \cdot 64 \frac{g}{mol}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} \cdot 9 \cdot 10^6 \frac{g}{m^3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C} = \frac{704}{86,4 \cdot 10^4} \frac{m}{s}$$

$$v = 8,15 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$$

Одговор: Средња брзина електрона је $8,15 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$.

3. Проводник специфичног отпора $0,017 \frac{\Omega mm^2}{m}$ и константног попречног пресека $1 mm^2$ савијен је у облику кружнице полупречника $0,5 m$, па су му крајеви залемљени. Одредити отпор проводника кад се извор струје прикључи између тачака А и В, затим отпор истог проводника кад се извор струје прикључи између тачака В и С.



$$\rho = 0,017 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

Подаци: $S = 1 mm^2$

$$r = 0,5 m$$

Тражи се: $R_{AB} = ?$
 $R_{BC} = ?$

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

$$O = 2r\pi$$

$$AB = \frac{O}{2} = \frac{2r\pi}{2} = r\pi$$

Рјешење :

$$R_{AB} = \frac{\rho \cdot r\pi}{S} = \frac{0,017 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 0,5 m \cdot 3,14}{1 mm^2} = 0,026 \Omega = 26 m\Omega$$

$$BC = \frac{O}{4} = \frac{2r\pi}{4} = \frac{r\pi}{2}$$

$$R_{BC} = \frac{\rho \frac{r\pi}{2}}{S} = \frac{\rho r\pi}{2S} = \frac{0,017 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 0,5 m \cdot 3,14}{2 \cdot 1 mm^2} = 0,013345 \Omega = 13,345 m\Omega$$

Одговор: Кад а је извор струје прикључен између тачака А и В отпор је $26m\Omega$, а између тачака В и С отпор је $13,345m\Omega$.

4. Кад електрични мотор не ради, електрични отпор његових навоја износи $0,010\Omega$ на $10^{\circ}C$, а кад ради отпор навоја је $0,012\Omega$. Отпор жице мијења се с температуром по формули $R = R_0(1 + \alpha t)$, гдје је R_0 отпор на $0^{\circ}C$. Ако је термички коефицијент отпора жице (α)

од које су навоји износи $0,04K^{-1}$, одредити радну температуру мотора.

$$R_1 = 0,010\Omega$$

$$t_1 = 10^{\circ}C$$

Подаци: $R_2 = 0,012\Omega$

$$\alpha = 0,04K^{-1}$$

$$R_0$$

Тражи се : $t_2 = ?$

Рјешење :

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$$

=>

$$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}$$

$$R_0 = \frac{R_2}{1 + \alpha t_2}$$

$$\frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = \frac{R_2}{1 + \alpha t_2}$$

$$R_1(1 + \alpha t_2) = R_2(1 + \alpha t_1)$$

$$R_1 + R_1\alpha t_2 = R_2 + R_2\alpha t_1$$

$$R_1\alpha t_2 = R_2 + R_2\alpha t_1 - R_1$$

$$t_2 = \frac{R_2 + R_2\alpha t_1 - R_1}{R_1\alpha} = \frac{0,012\Omega + 0,012\Omega \cdot 0,04 \frac{1}{K} \cdot 10^{\circ}C - 0,010\Omega}{0,010\Omega \cdot 0,04 \frac{1}{K}} = \frac{0,0068}{0,0004} = 17^{\circ}C$$

Одговор : Радна температура мотора је $17^{\circ}C$.

5. Електромоторна сила генератора $135V$, а његов унутрашњи отпор је $0,5\Omega$. Отпори отпорника су $R_1 = 2\Omega$ и $R_2 = 20\Omega$. Колике напоне показују волтметри?

$$\varepsilon = 135V$$

Подаци:

$$r = 0,5\Omega$$
$$R_1 = 2\Omega$$
$$R_2 = 20\Omega$$

Тражи се:

$$U_1 = ?$$
$$U_2 = ?$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{U_1}{R_1}$$

Рјешење:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \cdot R_1 = \frac{135V}{2,5\Omega} \cdot 2\Omega = 108V$$

$$U_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \cdot R_2 = \frac{135V}{(20\Omega + 0,5\Omega)} \cdot 20\Omega = \frac{135V}{20,5\Omega} \cdot 20\Omega = 131,7V$$

Одговор: Волтметар показује напоне од 108 V и 131,7 V.

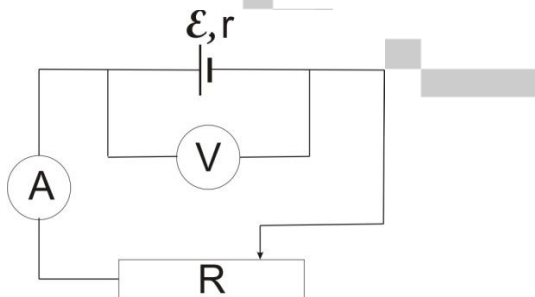
ТЕШКИ ЗАДАЦИ

Сљедећи задаци су по нивоу сложености тешки, по начину рјешавања квантитативни, а по начину задавања текстуални:

1. Да би се одредио унутрашњи отпор батерије, она се веже у електрично коло као на слици. Кад кроз амперметар протиче струја 0,2 A, волтметар показује 1,45 V, а кад кроз амперметар протиче струја 0,6 A, волтметар показује 1,25 V. Одредити електромоторну силу батерије и њен унутрашњи отпор.

Подаци:

$$I_1 = 0,2A$$
$$U_1 = 1,45V$$
$$I_2 = 0,6A$$
$$U_2 = 1,25V$$



Тражи се:

$$\varepsilon = ?$$
$$r = ?$$

Рјешење :

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \Rightarrow \varepsilon = I_1 \cdot (R_1 + r)$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \Rightarrow \varepsilon = I_2 \cdot (R_2 + r)$$

$$I_1 \cdot (R_1 + r) = I_2 \cdot (R_2 + r)$$

$$U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$$

$$U_1 - U_2 = I_2 r - I_1 r$$

$$U_1 - U_2 = r(I_2 - I_1)$$

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{1,45 - 1,25}{0,6 - 0,2} = \frac{0,20}{0,4} = 0,5\Omega$$

$$\varepsilon = I_1(R_1 + r)$$

$$\varepsilon = I_1 \left(\frac{U_1}{I_1} + r \right)$$

$$\varepsilon = 0,2A \cdot \left(\frac{1,45V}{0,2A} + 0,5\Omega \right)$$

$$\varepsilon = 1,45V + 0,2A \cdot 0,5\Omega$$

$$\varepsilon = 1,55V$$

Одговор: Унутрашњи отпор батерије је $0,5\Omega$, а њена електромоторна сила је $1,55V$.

2. Два извора ε_1 и ε_2 ($\varepsilon_1 > \varepsilon_2$) везана су редно и спојена са отпорником отпора 4Ω , при чему је струја у колу $2A$. Ако се обрне поларитет првог извора, јачина струје у колу је $0,5A$. Кад су у колу само први извор и дати отпор, јачина струје кроз коло је $1A$. Ако коло чине само други извор и отпор, јачина струје је $1,5A$. Нађи електромоторне силе и унутрашње отпоре извора.

$$R = 4\Omega$$

$$I_1 = 2A$$

Подаци: $I_2 = 0,5A$

$$I_3 = 1A$$

$$I_4 = 1,5$$

$$\varepsilon_1 = ?$$

$$\varepsilon_2 = ?$$

Тражи се :

$$r_1 = ?$$

$$r_2 = ?$$

Рјешење :

(1) коло

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I_1 R + I_1 r_1 + I_1 r_2$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}$$

(2) коло

$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = I_2 R + I_2 r_1 + I_2 r_2$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2}$$

(3) коло

$$\varepsilon_1 = I_3 R + I_3 r_1$$

$$I_3 = \frac{\varepsilon_1}{R + r_1}$$

(4) коло

$$\varepsilon_2 = I_4 R + I_4 r_2$$

$$I_4 = \frac{\varepsilon_2}{R + r_2}$$

Систем од четири једначине:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I_1 r_1 - I_2 r_2 = I_1 R$$

$$-\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I_2 r_1 - I_2 r_2 = I_2 R$$

$$\varepsilon_1 - I_3 r_1 = I_3 R$$

$$\varepsilon_2 - I_4 r_2 = I_4 R$$

$$\varepsilon_1 = \frac{36}{7} = 5,1V$$

$$\varepsilon_2 = \frac{60}{7} = 8,6V$$

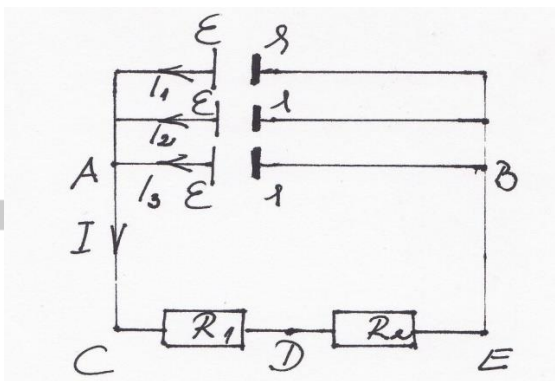
Рјешавањем овог система добија се :

$$r_1 = \frac{8}{7} = 1,1\Omega$$

$$r_2 = \frac{12}{7} = 1,7\Omega$$

Одговор: Електромоторне силе су $\varepsilon_1 = 5,1V$, $\varepsilon_2 = 8,6V$, а унутрашњи отпори су $r_1 = 1,1\Omega$, $r_2 = 1,7\Omega$.

3. Отпорници $R_1 = 3\Omega$ и $R_2 = 5\Omega$ прикључени су на три акумулатора електромоторних сила $\varepsilon = 2,4V$ и унутрашњих отпора $r = 1\Omega$. Одредити напоне на крајевима батерије акумулатора и на отпорницима.



Подаци:
 $R = 3\Omega$
 $R_2 = 5\Omega$
 $\varepsilon = 2,4V$
 $r = 1\Omega$

Тражи се : $U_{AB} = ?$
 $U_{CD} = ?$
 $U_{DE} = ?$

Рјешење :

Подаци са слике:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon = 2,4V$$

$$r_1 = r_2 = r_3 = r = 0,1\Omega$$

Како су акумулатори везани паралелно, јачина струје I_1 , I_2 и I_3 су једнаке па из I

Кирхофовог правила: $I = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3}$

Електромоторна сила батерије је $\varepsilon = 2,4V$, а унутрашњи отпор $r_u = \frac{r}{3}$. Јачина

струје кроз отпоре R_1 и R_2 је $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r_u} = \frac{3\varepsilon}{3(R_1 + R_2) + r} = 0,3A$

Разлика потенцијала на крајевима сва три акумулатора је једнака

$$U_{AB} = \varepsilon - \frac{I}{3}r = 2,4V - 0,01V \approx 2,4V$$

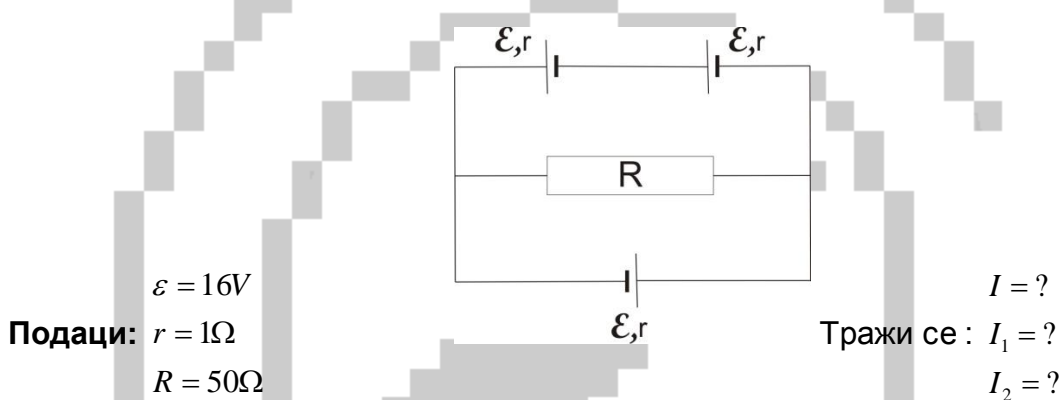
Разлика потенцијала на крајевима отпорника R_1 је $U_{CD} = IR_1 = 0,9V$

А на $R_2: U_{DE} = IR_2 = 1,5V$

Одговор : Напони на крајевима акумулатора су $2,4 V$, а на крајевима отпорника су $0,9 V$ и $1,5 V$.

4. На слици је приказано сложено електрично коло. Извори струје имају једнаке електромоторне силе $\varepsilon = 16V$ и једнаке унутрашње отпоре $r = 1\Omega$. Отпор отпорника је $R = 50\Omega$. Израчунати јачине струје у грани са отпорником (I), у грани гдје је један извор

(I_1) и у грани гдје су два извора (I_2)



Рјешење : На слици одаберемо смјер струје у свакој грани. На основу I Кирхофог правила : $I = I_1 + I_2$

Примјењујући II Кирхофово правило на контуру а : $\varepsilon + \varepsilon + \varepsilon = I(r + r) + I_1 r$
 $3\varepsilon = 2Ir + I_2 r$

Примјењујући II Кирхофово правило на контуру б : $\varepsilon + \varepsilon = I(r + r) + I_1 r$
 $2\varepsilon = 2Ir + I_2 r$

Рјешавајући систем једначина добија се : $I = I_2 = 16A$
 $I_1 = 0$

Одговор : Јачина струје у грани са отпорником (I) је $16 A$, у грани гдје је један извор

(I_1) је $0 A$, а у грани гдје су два извора (I_2) је $16 A$.

5.3а извор електромоторне силе $1,4V$ и унутрашњег отпора $0,5\Omega$ везан је праволинијски проводник дужине 30 cm чији је отпор 100Ω . По проводнику се равномерно помјера клизни контакт брзином $0,004\frac{m}{s}$. За клизни контакт и за један

крај отпора прикључен је кондензатор чије су плоче површина 400 cm^2 и налазе се на растојању 2 mm . Колика ће струја протичати кроз галванометар при кретању клизног контакта ?

$$\varepsilon = 1,4V$$

$$r = 0,5\Omega$$

$$\ell = 30\text{ cm} = 30 \cdot 10^{-2}\text{ m}$$

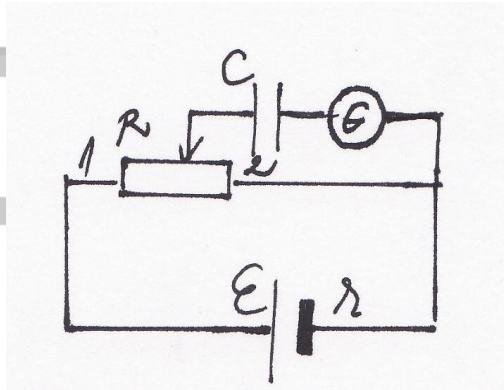
$$R = 100\Omega$$

Подаци: $v = 0,004\frac{m}{s}$

$$S = 400\text{ cm}^2 = 400 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$$

$$d = 2\text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ m}$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\frac{C^2}{Nm^2}$$



Тражи се : $I = ?$

Рјешење :

Кроз галванометар протиче струја: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

$$q_1 = U_1 C$$

$$U_1 = IR$$

Ако је клизач у положају (1): $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

$$q_1 = \frac{\varepsilon}{R+r} RC$$

Када клизач дође у крајњи положај (2): $U_2 = 0$
 $q_2 = 0$

На плочама кондензатора наелектрисање су се промјенила од q_1 до q_2 .

Вријеме промјене је вријеме кретања клизача из положаја 1 у положај 2.

$$\Delta t = \frac{\ell}{v}$$

$$I = \frac{\varepsilon R \varepsilon_0 S v}{(R + r) d \ell} = \frac{1,4V \cdot 100\Omega \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \cdot 400 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot 0,004 \frac{m}{s}}{(100\Omega + 0,5\Omega) 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-2} m}$$

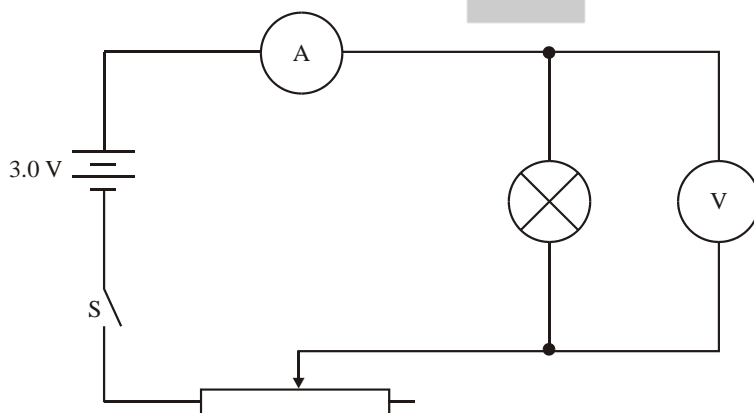
$$I = 3,3 \cdot 10^{-12} A$$

Одговор : Кроз галванометар ће протицати струја од $3,3 \cdot 10^{-12} A$.

ПРОБЛЕМСКО РАЗВОЈНИ ЗАДАТАК

Теоретичари наставе настоје да уграде проблемску наставу јер је прихваћено мишљење да је то најприроднији начин учења. Под утицајем проблемских ситуација и проблема постиже се код ученика, сем осјећања потешкоћа, снажан нагон радозналости и субјективне жеље да се такве тешкоће превазиђу, нејасноће растумаче. У таквим психичким стањима лакше се долази до нових сазнања и постизања услова за развијање способности за рјешавање проблема. Ово је управо и циљ увођења проблемско-развојне наставе. У настави физике проблемска ситуација се може створити на неки од сљедећих начина: вербалним путем, помоћу демонстрационог експеримента и помоћу рачунског задатка.

1. Овај задатак је о електричним колима.



Сузана је поставила електрично коло како би измјерила јачину струје и напон мале лампе, са влакном. Лампу је спојила са батеријом електромоторне силе 30 V, и амперметром и волтметром, који се сматрају идеалним. Произвођач је на лампу ставио сљедеће ознаке: „3V; 0,6W“.

- а) и) објасни који од ових података обезбјеђују нормалан рад лампе
 ии) израчунај струју у влакно лампе када производи нормалну свјетлост.

Сузана је поставила промјењиви отпорник до максималне вриједности отпора. Сузана је затворила прекидач S и очитала сљедеће податке:

На амперметру: $I = 0,18 \text{ A}$;

На волтметру: $U = 0,60 \text{ V}$;

Онда је Сузана поставила промјењиви отпорник до нулте вриједности и очитала сљедеће податке:

На амперметру: $I = 0,20 \text{ A}$;

На волтметру: $U = 2,6 \text{ V}$;

- б) и) објасни зашто, мијењајући вриједност отпора промјењивим отпорником, потенцијална разлика дуж влакна лампе се не може свести на нулу или повећати до 3 V

и) изведи унутрашњи отпор батерије

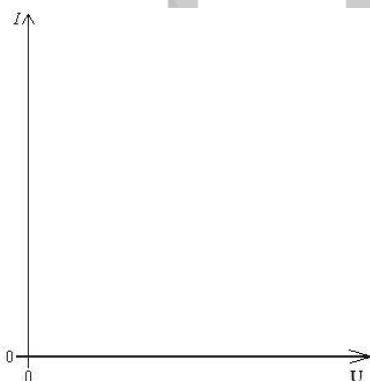
в) израчунај отпор лампе када волтметар показује:

и) $0,60 \text{ V}$

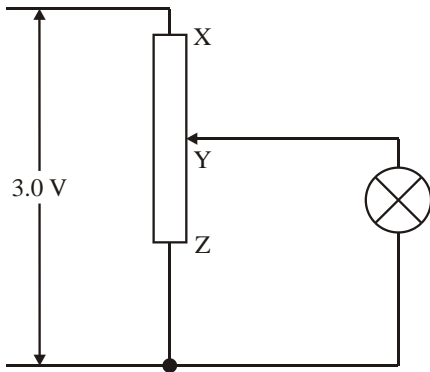
и) $2,6 \text{ V}$

г) објасни разлику између одговора на б) и) и б) ии)

д) нацртај график $I(U)$ за влакно лампе



Сљедећа слика показује алтернативно коло за мијењање напона кроз лампу:



Граничник за промјену напона тј. клизни контакт има ход од 3 V. Када је к.к. на положају у, отпор ху је једнак отпору уз и износи 12Ω. Отпор лампе је 4Ω.

ђ) Израчунај напон кроз лампу.

Рјешење:

а) и) Када је лампа спојена на 3 V лампа ће свијетлити нормалном свјетлошћу, а енергија која се производи у влакну је 0,60 W.

или

отпор влакна је 15 Ω, а јачина струје је 0,20 A.

$$\text{и) } I = \frac{P}{U} = \frac{0,60W}{3V} = 0,20A$$

б) и)

- на максималној вриједности отпора, напон извора се дијели између отпора промјењивог отпорника, унутрашњи отпор и отпор влакна;

- на нултом отпору, напон извора се дијели између отпора влакна и унутрашњег отпора;

и) када је отпор промјењивог отпорника нула

$$\varepsilon = Ir + U_{\text{lampe}}; 3V = 0,2 \cdot r + 2,6; r = 2,0\Omega$$

в) и) $U = 0,60V$

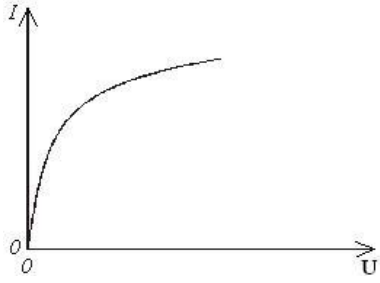
$$I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{0,60V}{0,20A} = 3\Omega$$

и) $U = 2,6V$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,6V}{0,20A} = 13\Omega$$

г) на већем напону, јача је струја и влакно је вруће, јер је отпор метала већи са већом температуром.

д)



ђ) паралелни отпор лампе и уз се израчунава из:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{3+1}{12}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{4}{12}$$

$$R = \frac{12}{4}$$

$$R = 3\Omega$$

Напон од 3 V се дијели између 3 Ω и 12 Ω , те даје напон лампи од 0,60 V.

Литература:

1. „Методички приручник за наставнике“, Рудолф Крсник, Школска књига, Загреб, 2001. год.
2. „Дидактика физике-теорија наставе физике“, Томислав Петровић, Београд, 1993. год.
3. „Збирка ријешених задатака за II разред гимназија и техничких школа“, Чалуковић, Каделбург, Круг, Београд, 1995. год.
4. „Збирка задатака из физике“, Микулчић, Варићак, Вернић, Школска књига, Загреб 2006. год.
5. „Physics“, Chris Hamper, Pearson Baccalaureate, England 2009.