

Бранислав Цветковић
Јован Шетрајчић
Милан Распоповић

8 ФИЗИКА

Збирка задатака
са лабораторијским вежбама
за 8. разред основне школе



ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ • БЕОГРАД

Рецензенти

Проф. др Миодраг Крмар, професор на ПМФ-у у Новом Саду

Бранислав Јовановић, просветни саветник у Министарству просвете, науке и технолошког развоја

Др Гордана Хајдуковић, наставник у ОШ „Мирослав Антић“ у Футогу

Уредник

Татјана Бобић

Одговорни уредник

Слободанка Ружичић

Главни уредник

Др Милорад Марјановић

За издавача

Др Милорад Марјановић, в.д. директора

Министар просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, решењем број 650-02-00271/2020-07 од 26.11.2020. године, одобрио је овај уџбеник за издавање и употребу.

ISBN 978-86-17-

-

© ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ, Београд, 2020

Ово дело се не сме умножавати, фотокопирати и на било који начин репродуковати, у целини нити у деловима, без писменог одобрења издавача.

САДРЖАЈ

Предговор	5
Упутство за решавање задатака	7
1. Осцилаторно и таласно кретање	9
2. Светлосне појаве	17
3. Електрично поље	29
4. Електрична струја	39
5. Магнетно поље	51
6. Елементи атомске и нуклеарне физике	57
Решења	63
1. Осцилаторно и таласно кретање	64
2. Светлосне појаве	67
3. Електрично поље	72
4. Електрична струја	77
5. Магнетно поље	83
6. Елементи атомске и нуклеарне физике	84
Лабораторијске вежбе	87
1. Мерење периода осциловања клатна	89
2. Одређивање убрзања Земљине теже помоћу математичког клатна	91
3. Провера закона одбијања светlostи коришћењем равног огледала	93
4. Одређивање жижне даљине сабирног сочива	95
5. Зависност јачине електричне струје од напона на проводнику	97
6. Одређивање електричне отпорности проводника помоћу амперметра и волтметра	99
Прилози	101
Литература	104

ПРЕДГОВОР

Настава физике садржи три основна дела:

- теоријска обрада градива,
- израда задатака (квантитативних и квалитативних), у којима се знање из физике повезује и конкретизује до нивоа примене и
- огледи и експерименталне вежбе, у којима се знање потврђује (верификује).

Сва три елемента чине јединствену целину. Запостављање било којег од њих озбиљно нарушава наставу физике.

Основни циљ аутора ове *Збирке задатака са лабораторијским вежбама* јесте да се пружи допринос стварању складнијег односа теоријске интерпретације, израде задатака и експерименталног рада у настави физике.

Збирка задатака са лабораторијским вежбама написана је у складу са новим Наставним планом и програмом физике за VIII разред основне школе. Књига је састављена из два дела. Први део су задаци са решењима (одговорима), а у другом делу су описане лабораторијске вежбе.

На почетку сваке тематске целине дат је уводни део са кратким прегледом основних појмова, величина и формула за решавање задатака. Након тога, постоји тест за проверу и оцену знања из области којој су задаци посвећени. На основу тог теста ученик (наставник) оцењује ниво своје (ученикове) припремљености за решавање задатака. Потом следи група посебно одабраних (узорних), детаљно урађених задатака, са одговарајућим коментаром. На крају су дати задаци за самостално вежбање и проверу знања. Ова група задатака решена је краћим путем или су дати само коначни резултати (одговори).

За све задатке–питања у књизи постоје решења или одговори, али ради посебног задовољства, подстрекавања мисаоне активности и стицања самоповерења, ученици би најпре сами требали да дођу до решења, а затим да га упореде са понуђеним одговорима.

Редни број задатка одговара степену сложености. Звездцом су означени сложенији задаци.

Садржај задатака је тако одабран да ученицима указује на широку примену физичких појава и закона којима се оне покоравају, како у технички, тако и у свакодневном животу.

Експериментални рад и практична примена знања употребљени су лабораторијским вежбама, изведеним, углавном, помоћу једноставног прибора. За неке од вежби предложена су и решења у алтернативи.

На крају књиге дате су таблице неких физичких величина и њихових јединица, које се могу користити при решавању задатака и реализацији лабораторијских вежби.

Аутори

УПУТСТВО ЗА РЕШАВАЊЕ ЗАДАТКА

Стечено знање из сваке науке, посебно из физике, постаје наша својина тек онда када смо у стању да га применимо у конкретним случајевима, у освајању новог сазнања, или у практичне сврхе, у свакодневном животу.

Теоријско знање је само први корак ка правом знању. Потребна је његова конкретизација у решавању нових проблема и практична примена. Чисто теоријско знање је апстрактно, формално и пасивно. Да би оно постало конкретно, активно и применљиво, треба га употребити рачунским задацима, експериментима и лабораторијским вежбама.

Решавање задатака је прилика да се теоријско знање понови, утврди, продуби и провери. Коришћењем појмова и формула физичких величина и закона приликом решавања задатака, повећава се и трајност знања.

Према садржају и начину решавања, задаци у физици могу бити: **рачунски (квантитативни) задаци, задаци-питања (квалитативни задаци) и експериментални задаци.**

Ако се одговор на постављени проблем (питање) не може дати без одређених математичких (рачунских) операција, онда је реч о **рачунским (квантитативним) задацима**.

Задаци-питања обухватају проблеме чије решење не захтева рачунске операције. По правилу у садржају тих задатака не постоје бројни подаци.

Сваки задатак је целина за себе, односи се на посебну појаву и услове у којима се она дешава. Стога не постоји општи модел (шаблон) којим би се могли решавати задаци, али постоје правила које је корисно примењивати у процесу решавања сваког задатка. Помоћу тих правила долази се до коначног решења (резултата) једноставније и краћим путем.

Први корак је пажљиво читање (и више пута) да би се схватила суштина и смисао задатка.

Након тога се бележе познати подаци и величине које треба да се израчунају. За означавање физичких величине користе се одговарајући симболи. Уобичајена ознака за дужину је l , површину S , запремину V , брзину v , време t , масу m итд.

Некада је лакше уочити односе (везе) између величина у задатку ако се претходно направи одговарајућа слика.

По правилу, задатак се решава у општим бројевима. Непозната величина се изражава помоћу познатих, задатих величине. У следећем кораку општи бројеви се замењују бројним вредностима задатих величине са одговарајућим мерним јединицама. Из добијеног израза израчунавају се бројна вредност и мерна јединица тражене величине.

Решавање задатка потребно је пратити кратким објашњењима, а резултат или одговор, истаћи.

Треба имати на уму да се могу сабирати или одузимати само вредности истогодних величине и које су изражене у истим мерним јединицама. На пример, могу се сабирати или одузимати две вредности дужине ако су обе изражене у метрима или обе изражене у центиметрима.

Ако су те вредности изражене у различитим мерним јединицама, рецимо, једна у метрима, а друга у центиметрима, онда те мерне јединице треба усагласити. Не могу се сабирати (одузимати) разнородне величине – на пример, дужина и површина, запремина и време, маса тела и његова брзина...

Коначни резултат може да се провери посредством одговарајућих мерних јединица и димензија. На пример, резултат је изражен у јединицама брзине $v \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$, што и одговара условима (поставци) задатка. Ако се, уместо тога, добије резултат као неименован број или резултат изражен у другим мерним јединицама, то говори о неправилностима у поступку решавања задатка.

На крају долази дискусија добијеног резултата. Има ли тај резултат физичког (реалног) смисла? Како се тај резултат може уопштити, применити на сличне проблеме?



1.

ОСЦИЛАТОРНО И ТАЛАСНО КРЕТАЊЕ

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

1.1. Резиме

- Кретање које се после извесног времена понавља на исти начин, назива се *периодично кретање*.
Најједноставнији облик периодичног кретања је *осцилаторно кретање*.
 - Периодично кретање* које се врши по правој линији, наизменично на једну и другу страну око равнотежног положаја, зове се *осцилаторно кретање*. Као примери могу да се наведу: куглица обешена о металну опругу и изведена из равнотежног положаја врши осцилаторно кретање, кретање клипа у пумпи бицикла је пример осцилаторног кретања, итд.
 - Куглица (тело) закачена за металну опругу у хоризонталном положају и изведена из равнотежног положаја под дејством силе еластичности креће се лево-десно од равнотежног положаја. Куглица изврши једну осцилацију када из равнотежног положаја дође до најудаљеније тачке, тренутно се заустави, врати се у равнотежни положај, а затим услед инерције наставља да се креће до најудаљенијег положаја са друге стране и поново се врати у равнотежни положај.
 - Растојање тела које осцилује од равнотежног положаја зове се *елонгација*. Највећа вредност елонгације, односно највеће растојање тела од равнотежног положаја, назива се *амплитуда*.
 - Најмањи интервал времена после ког се осцилаторно кретање понавља на исти начин назива се *период осциловања*. Период осциловања одређује се формулом:
- $$T = \frac{t}{n}$$
- где је t време за које се изврши n осцилација.
- Број осцилација у јединици времена назива се *фrekвенција* (учесанос \bar{t}) осциловања. Веза између фrekвенције и периода осциловања дата је изразом:
- $$\nu = \frac{1}{T}$$
- Јединица фrekвенције је *херц* (Hz):
- $$\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$
- Појава наглог повећања амплитуде осциловања при изједначавању фrekвенција два тела која врше осцилаторно кретање (осцилатора) назива се *резонанција*.
 - Процес преношења осцилација од једне до друге честице даје средине, назива се *таласно кретање*, или *крайко, таласи*.
 - Када честице (делићи) средине осцилују нормално на правац кретања таласа, настају *поперечни (трансверзални) таласи*.
 - Таласи код којих честице осцилују у правцу простирања таласа називају се *уздужни (лонгитудинални) таласи*.
 - Растојање до којег се осциловање пренесе за време од једног периода назива се *таласна дужина*. Обично се обележава са λ .



- За честице које осцилују на исти начин (синхронизовано) кажемо да су у фази.
- Брзина таласа у хомогеној средини једнака је производу таласне дужине и фреквенције осциловања:

$$u = \lambda \cdot v = \frac{\lambda}{T}$$

1.2. Провера знања

1. Кретање Земље око Сунца је:
 - а) периодично;
 - б) осцилаторно.
2. Најмањи интервал времена после ког се осцилаторно кретање понавља на исти начин назива се :
 - а) амплитуда осциловања;
 - б) период осциловања;
 - в) фреквенција осциловања.
3. Осцилације које се одржавају деловањем спољашње силе, односно доношењем енергије осцилатору, називају се:
 - а) слободне осцилације;
 - б) пригушене осцилације;
 - в) принудне осцилације.
4. Осциловање математичког клатна врши се под утицајем:
 - а) Земљине теже;
 - б) силе затезања конца;
 - в) силе еластичности.
5. Жице музичких инструмената биће у резонанцији ако осцилују:
 - а) истом амплитудом;
 - б) истим периодом;
 - в) различитом фреквенцијом;
 - г) различитим периодом.
6. Растојање између два узастопна брега таласа је:
 - а) једнако амплитуди таласа;
 - б) једнако таласној дужини;
 - в) двоструко веће од таласне дужине.



1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

1.3. Примери

- Тениска лоптица се креће осцилаторно, од Новака Ђоковића ка Роџеру Фередеру који се приремају за меч на Отвореном првенству Аустралије. Од једног до другог играча лоптица стигне за 2 s. Колики је период кретања лоптице? Колика је фреквенција њеног кретања?

Подаци: $t = 2 \text{ s}$; $T = ?$; $\nu = ?$ *Решење:*

Период кретања лоптице је:

$$T = 2 \cdot t; T = 4 \text{ s}.$$

Фреквенција кретања лоптице је:

$$\nu = \frac{1}{T}; \nu = 0,25 \text{ Hz}.$$



- Велико клатно налази се у холу седишта Уједињених нација у Њујорку. Колики је период осциловања овог клатна ако оно за 95,1 s направи 15 осцилација.

Подаци: $t = 95,1 \text{ s}$; $n = 15$; $T = ?$ *Решење:*

Период осциловања великог математичког клатна у холу зграде УН је:

$$T = \frac{t}{n}; T = 6,34 \text{ s}.$$

- Љуљањем чамца дечак прави површинске водене таласе на језеру. Дечак уочава да чамац начини 10 осцилација за 20 s. Свака осцилација ствара по један брег воденог таласа чија висина у односу на ниво воде у мирном језеру износи 20 cm. Брег таласа стиже до обале удаљене 12 m за 6 s. Одредити:
 - период таласа;
 - брзину таласа;
 - таласну дужину;
 - амплитуду таласа.

Подаци: $n = 10$; $t = 20 \text{ s}$; $\Delta y = 20 \text{ cm}$; $l = 12 \text{ m}$; $\tau = 6 \text{ s}$; $T = ?$; $u = ?$; $\lambda = ?$; $A = ?$



Решење:

Период таласа је:

$$V = \frac{q}{n}; T = 2 \text{ s.}$$

$$\text{Брзина таласа је: } u = \frac{l}{T}; u = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Таласна дужина таласа је:

$$\lambda = u \cdot T; \lambda = 4 \text{ m.}$$

Амплитуда таласа је једнака висини брега таласа у односу на ниво воде у мирном језеру:

$$A = \Delta y; A = 0,2 \text{ m.}$$



4. Два гледаоца налазе се на фудбалској утакмици у тренутку када је изведен слободан ударац. Први гледалац чује да је лопта ударена 0,23 s, пошто је видео да је ударац изведен, а други чује ударац 0,12 s након што је видео његово извођење.

a) Колико су гледаоци удаљени од места где је изведен слободан ударац?

б) Ако правац који спаја првог гледаоца са местом извођења слободног удараца заклапа са правцем који спаја другог гледаоца са местом извођења слободног удараца угао од 90° , одредити растојање између гледалаца.

Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а брзина светlosti је $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Подаци: $\Delta t_1 = 0,23 \text{ s}$; $\Delta t_2 = 0,12 \text{ s}$; $u = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$;
 $d_1 = ?$; $d_2 = ?$; $d = ?$

Решење:

Време које протекне од тренутка у коме је лопта ударена, до тренутка када први гледалац види ударац је:

$$t_1' = \frac{d_1}{c}.$$



1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

Време које протекне од тренутка у коме је лопта ударена, до тренутка када први гледалац чује ударац је: $t_1'' = \frac{d_1}{u}$. Из условия задатка следи:

$$\Delta t_1 = t_1'' - t_1' = \frac{d_1}{u} - \frac{d_1}{c}.$$

Растојање између места извођења слободног ударца и првог гледаоца је:

$$d_1 = \frac{uc}{c-u} \cdot \Delta t_1; d_1 = 78,2 \text{ m}.$$

Аналогно се добија да је растојање између места извођења слободног ударца и другог гледаоца:

$$d_2 = \frac{uc}{c-u} \cdot \Delta t_2; d_2 = 40,8 \text{ m}.$$

Растојање између гледалаца се одређује применом Питагорине теореме:

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}; d = 88,2 \text{ m}.$$

1.4. Задаци за самосталан рад



1. Наведите пример периодичног кретања које није осцилаторно.
2. У којим тачкама тело причвршћено за еластичну опругу има брзину једнаку нули. Како се зове положај у коме је убрзање тела једнако нули?
3. Како се зову осцилације чија амплитуда се смањује у току времена?
4. Кошаркаш тапка лопту о под фискултурне сале. Ако је фреквенција осциловања лопте 1 Hz одредити период осциловања лопте. Одредити време за које лопта стигне од руке кошаркаша до пода фискултурне сале.
5. Током једног минута срце начини 70 откуцаја. Одредите фреквенцију срчаних откуцаја.
6. Метроном начини 20 осцилација за 5 s. Одредите период и фреквенцију осциловања метронома.
7. Фреквенција осциловања жилета у електричном апарату за бријање је 100 Hz. Одредите период осциловања жилета. Колико осцилација жилет начини за 10 s?
8. Куглица масе 0,01 kg, причвршћена за металну опругу осцилује у хоризонталној равни. При проласку кроз равнотежни положај брзина куглице је $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Колика је укупна механичка енергија куглице? Колика је максимална потенцијална енергија куглице која се постиже током кретања?



- 9.* Тег масе $0,1 \text{ kg}$ причвршћен је за металну опругу. Други крај опруге причвршћен је за кров лифта, који се креће константном брзином. Константа еластичности опруге је $50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Одредити издужење опруге када се куглица (у односу на лифт) налази у стању мировања. Ако куглицу изведемо из равнотежног положаја и она почне да осцилује, да ли ће период осциловања куглице зависити од брзине лифта? Како ће се променити период осциловања тега, ако лифт почне да се креће равномерно убрзано, убрзањем усмереним вертикално навише.
10. Сат са клатном показује тачно време у подножју планине. Да ли ће сат на врху планине журити или каснити?
11. Када бисте учествовали у првој научној експедицији која путује на Марс, да ли бисте са собом понели часовник са клатном, или са опругом?
12. Због чега одред војника прелази преко моста вољним кораком?
13. Који таласи настају када честице средине осцилују нормално на правца кретања таласа?
14. Талас се простире дуж затегнутог конопца. Хоризонтално растојање између врха брега и дна суседне доље је 25 cm . Одредити таласну дужину таласа. Колика је амплитуда таласа, ако је вертикално растојање између врха брега и дна доље 15 cm ?
15. Сурфер, који се држи за бову, уочио је да поред њега током једног минута прође 14 брегова таласа. Растојање између врхова суседних брегова износи 35 m . Одредите брzinu таласа, ако је први брег прошао поред сурфера у почетном тренутку.
16. Брзина таласа који се простиру на површини воде се смањује, ако се смањује дубина воде. Претпоставимо да је таласна дужина таласа који се брзином $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ простиру на површини језера $1,5 \text{ m}$. Када ти таласи нађу на плићи део језера њихова брзина се смањи на $1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, док фреквенција остаје непромењена. Одредите таласну дужину таласа када се они простиру на површини плићег дела језера.
17. Цунами је огроман талас који настаје приликом великих тектонских поремећаја, који се дешавају на дну океана. Овај талас понекад може да уништи читава насеља на обали. Ако је брзина цунамија $750 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а таласна дужина износи 310 km , одредити фреквенцију овог таласа.
18. Затегнута жица на гитари дуга је 64 cm . Када музичар „окине“ жицу долази до формирања стојећег таласа чија фреквенција је 400 Hz . Ако је таласна дужина стојећег таласа за $\frac{1}{3}$ мања од дужине жице, одредити брзину простирања таласа.
19. Због чега не можемо чути снажне експлозије које се дешавају на Сунцу?
20. Могу ли космонаути одржавати везу међу свемирским бродовима звучним таласима?
21. Утврђено је да звучни таласи чије су фреквенције мање од 20 Hz код људи изазивају осећај нелагодности. Како се називају ови звучни таласи?



1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

22. Зашто се звено слабије чује када пада снег?
23. У становима близу фабрика, или прометних улица, због рада тешких машина, или проласка теретних возила понекад се осећа подрхтавање разних предмета: стакла на лустеру, чаша у витрини, итд. Објасните ову појаву.
24. Колика је таласна дужина звучног таласа фреквенције 3400 Hz који се простире кроз ваздух. Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
25. Колика је фреквенција звучног таласа таласне дужине 0,5 m који се простире кроз воду? Брзина звука у води је $1460 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
26. Приликом радио-преноса митинга, да ли ће говорника први чути учесник митинга који се налази на растојању 50 m од бине, или слушалац који се налази поред радио-апарата у граду удаљеном 500 km од места одржавања митинга. Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а брзина радио-таласа је $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.
27. Слепи миш који се налази на растојању 100 m од стene емитује таласе, таласне дужине 4 mm. Колика је фреквенција ових таласа? Да ли човек може да чује те таласе? Одредити време након кога ће слепи миш регистровати ехо. Брзина ултразвука у ваздуху $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
28. Из светионика је истовремено одаслан звучни сигнал кроз воду и кроз ваздух. На прекоокеанском броду ови сигнали су примљени у размаку 15 s. Одредите растојање од брода до светионика. Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а брзина звука у води је $1460 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
29. Дечак је у бунар испустио камен. Ако је дубина бунара 15 m одредити време које протекне од тренутка када је камен испуштен, до тренутка када дечак чује звук пада камена у воду. Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
30. Зидар испусти чекић са скеле високе 62 m и истовремено узвикне „Пази се!”. Колико је времена раднику, који се налази испод скеле, од тренутка када чује глас, остало да се склони? Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



2.

СВЕТЛОСНЕ ПОЈАВЕ

2.1. Резиме

- Део оптике у којој се за описивање светлосних појава користе идеализовани појмови: **тачкасти извор светлости, светлосни зрак, светлосни сноп, сферни и раван талас** који имају геометријски карактер, назива се **геометријска оптика**. Помоћу тих појмова могу да се опишу природне појаве као што су **одбијање и преламање светлости** и функционисање **оптичких инструмената**.
- Када је светлосни извор много мањих димензија од осветљеног предмета или се његове димензије могу занемарити у односу на њихову међусобну удаљеност назива се **тачкасти светлосни извор**. То је обично мала сијалица у лабораторији, а у свемиру су то за човека Сунце, звезде...
- Под **светлосним зраком** подразумева се правац кретања светлости, или правац дуж кога се преноси светлосна енергија. Скуп светлосних зрака је **светлосни сноп**.
- Брзина светлости у вакууму највећа је могућа брзина у природи. Обично се обележава са c ($c = 300\ 000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$).
- Закон одбијања светлости:** Упадни угао при одбијању светлости једнак је одбојном углу. Упадни зрак, одбојни зрак и нормала леже у истој равни.
- Када светлосни зраци прелазе из једне у другу средину, они се преламају. Ту појаву називамо **преламање светлости**. Преламање светлости је последица различитих брзина светлости у разним срединама. При преласку из ређе у гушћу средину светлост се прелама ка нормали, а при преласку из гушће у ређу средину прелама се од нормале. Када светлосни зраци падају нормално на граничну површину две средине, не преламају се. Упадни зрак, преломни зрак и нормала налазе се у истој равни.
- Индекс преламања светлости** једнак је количнику брзине светлости у вакууму и брзине светлости у другој средини. Ово је апсолутни индекс преламања:

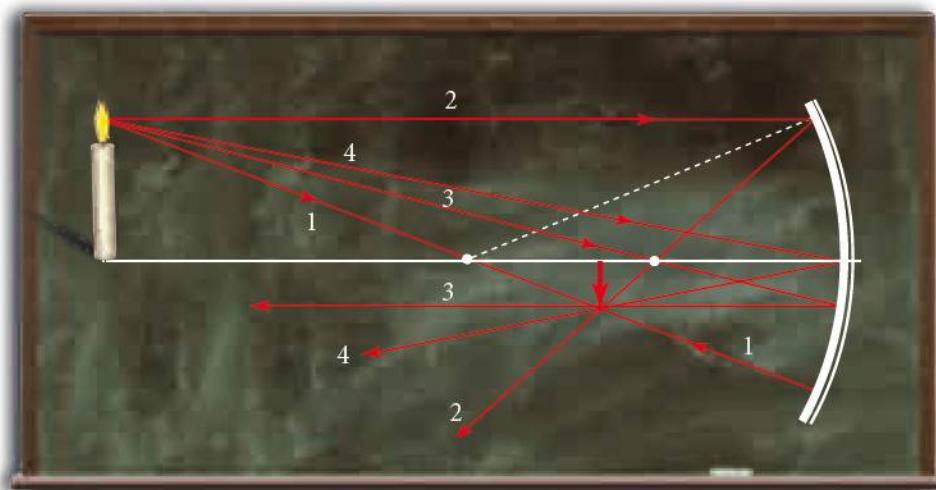
$$n = \frac{c_0}{c}.$$

Релативни индекс преламања одређује се односом брзина у двема срединама:

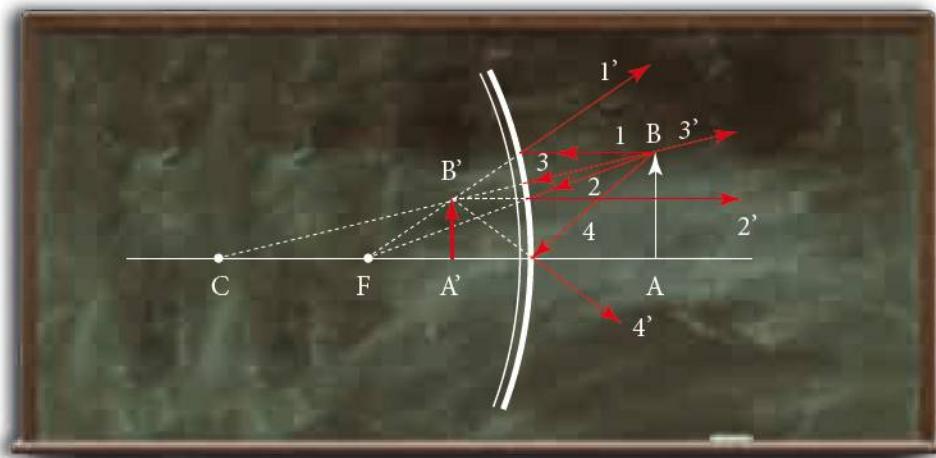
$$n_{1,2} = \frac{c_1}{c_2}.$$

- Лик предмета код **равног огледала** налази се са друге стране огледала, на истом растојању од огледала као и предмет. Усправан је, привидан и по величини једнак предмету.
- Сферна огледала** су делови (одсечци) сферних површина. Постоје **издубљена (конкавна)** и **испуочена (конвексна)** сферна огледала. Карактеристични зраци код издубљеног огледала приказани су на Сл. 2.1а, а код испупченог – на Сл. 2.1б. Жижа ових огледала се увек налази на половини растојања између темена огледала и центра кривине, тј.

$$f = \frac{r}{2}.$$



Слика 2.1а

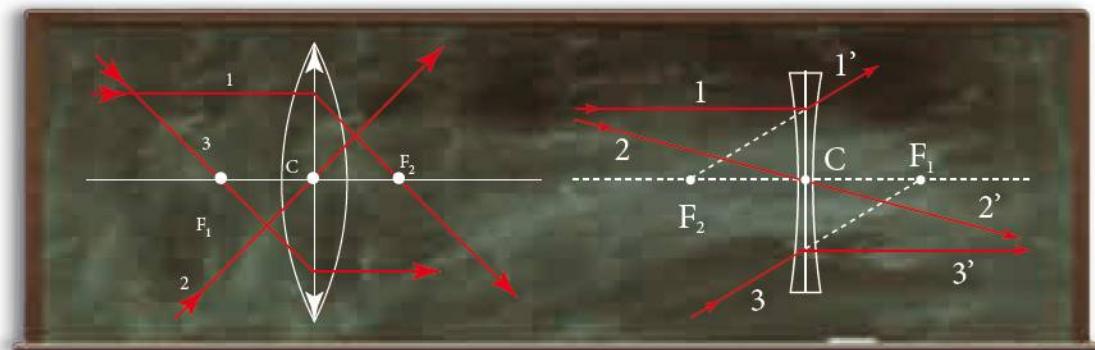


Слика 2.1б

- **Тотална рефлексија** настаје када светлосни зрак доспева из оптички гушће у оптички ређу средину (на пример из воде у ваздух) под упадним углом који је већи од граничног угла за те две средине. **Гранични угао за тоталну рефлексију** је онај упадни угао за који је преломни угао 90° .
- **Оптичка призма** је прозирно тело (изграђено од стакла или прозирног материјала) које има бар две углачане површине које се секу под одређеним углом (преломни угао призме). После преламања кроз призму светлост скреће ка њеном ширем крају. Угао скретања зрака кроз призму зависи од преломног угла призме, релативног индекса преламања призме и од упадног угла светлосног зрака.
- **Оптичка сочива** су прозирна тела чије су обе граничне површине сферног облика, или чија је једна гранична површина равна, а друга сферна. Према облику и својствима сочива могу бити: **сабирна** и **расипна**. Сабирна сочива су најдебља по средини, а расип-

на сочива по средини су најтања. После преламања кроз сабирна сочива светлост се скупља, а након преламања кроз расипна, она се расипа.

Карактеристични зраци код сабирног сочива приказани су на Сл. 2.2a, а код расипног на Сл. 2.2b.



Слика 2.2a

Слика 2.2б

- **Оптичка јачина (моћ) сочива** једнака је реципрочној вредности његове жижне даљине изражене у метрима:

$$\omega = \frac{1}{f}.$$

- Важна карактеристика сваког сочива је његово **увећање**:

$$u = \frac{L}{P} = \frac{l}{p}.$$

Увећање сочива једнако је количнику величине лика и величине предмета, односно удаљености лика и предмета.

- У оптичке инструменте спадају: **лупа, микроскоп, дурбин, телескоп, пројекциони апарат, фотоапарат, наочари** итд.

Најједноставнији оптички инструмент је **лупа** (увеличавајуће стакло). Састоји се само од једног сабирног сочива мале жижне даљине (неколико центиметара). Посматрани предмет поставља се између лупе и њене жиже (ближе жижи). Посматрач види привидан (имагинаран) усправан и увећан лик.

Два сабирна сочива или њихове комбинације смештена на крајевима једне цеви чине оптички инструмент који се зове **микроскоп**. Сочиво на доњем крају цеви (окренутом према посматраном предмету) је **објектив**. Друго сочиво на горњем крају цеви испред ока посматрача зове се **окулар**.

Увећање микроскопа једнако је производу увећања окулара и објектива:

$$u = u_{ob} \cdot u_{ok}.$$

Удаљени предмети се посматрају **дурбином**, који се, као и микроскоп, састоји од објектива и окулара. Предмет је на много већем растојању од жиже објектива (код микроскопа предмет је био веома близу жиже са спољашње стране). Постоје астрономски дурбини и дурбини за посматрање удаљених предмета на Земљиној површини.



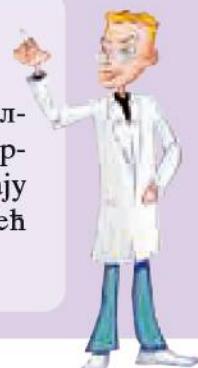


2.3. Примери

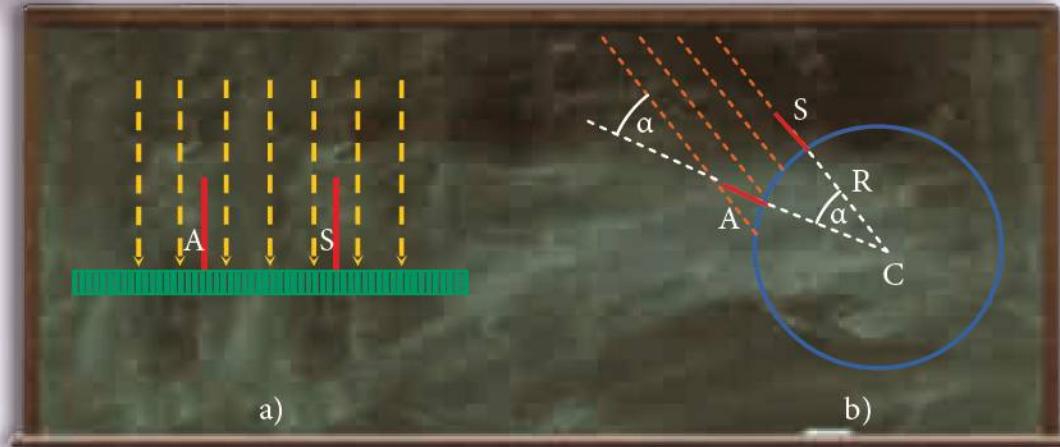
1. Полупречник Земље одредио је у III веку пре нове ере Александријски научник Ератостен. Он је био управник чувене Александријске библиотеке, где је у некој папирусној књизи прочитао да у египатској вароши Сијени, у подне 21. јуна штапови окомито побијени у земљу не бацају никакву сенку. Такође се истог дана лик Сунца може видети у води дубоког бунара. Ератостен је уочио да се исте појаве не догађају у Александрији. Како се на основу ове чињенице може закључити да Земља није равна плоча, како су тада претали египатски картографи? Сунчеви зраци у Александрији граде угао од $7,2^\circ$ са осом вертикалног обелиска на дан 21. јуна. Растанак између Александрије и Сијене, према Ератостеновој процени, износи 5000 стадија (стадиј приближно износи 157,5 m). Колики је полупречник Земље?

Подачи: $\alpha = 7,2^\circ$, n = 5000; R = ?

Решење: Сунце се налази толико далеко од Земље да су његови зраци паралелни када стигну до Земљине површине. Ако би Земља била равна плоча тада вертикални стубови не би требало да имају сенку ни у Александрији када је немају у Сијени, као што је приказано на слици 2.3а. Дакле, Земља није равна плоча већ је лоптаста.



Уколико Земља има облик кугле, тада се замишљени правци вертикалних штапова, који се налазе у Александрији и Сијени секу у центру Земље, као што је приказано на слици 2.3б.

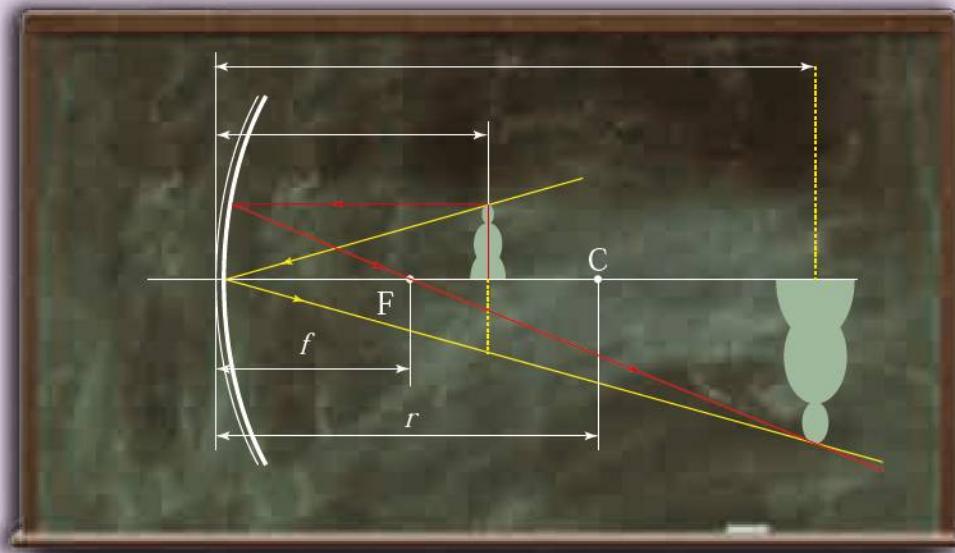


Слика 2.3

Правци SC и AC (A – Александрија, S – Сијена, C – центар Земље) заклапају та-које угао α . Ако растојање између Александрије и Сијене обележимо са d до-бија се:

$$\frac{2R\pi}{d} = \frac{360^\circ}{\alpha}; \quad R = \frac{d}{\pi} \cdot \frac{180^\circ}{\alpha}; \quad R = 6270 \text{ km.}$$

2. Шаховска фигура налази се испред издубљеног огледала, чији по-лупречник кривине износи 40 см. Ако је растојање између фигуре и темена огледала 30 см, одредите положај њеног лика. Ако је висина шаховске фигуре 9 см, одредите висину њеног лика.



Слика 2.4



Подаци: $r = 40 \text{ cm}$, $p = 30 \text{ cm}$, $P = 9 \text{ cm}$; $l = ?$, $L = ?$

Решење: Како је $r = 2f$, жижна даљина огледала је $f = \frac{r}{2}$.

Из сличности троуглова (Сл. 2.4) следи:

$$P:p = L:l \quad \text{и} \quad P:f = (L + P):l,$$

одакле су:

$$l = \frac{pr}{p - r}; \quad l = 60 \text{ cm}, \quad L = \frac{Pr}{2p - r}; \quad L = 18 \text{ cm}.$$



3. Једно од првих забележених физичких мерења извео је Клаудије Птоломеј око 150. године. Он је посматрао преламање светlostи на граници воде и ваздуха. У табели су дати Птоломејеви резултати за упадни угао α и преломни угао β .

α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
β	8°	$15^\circ 30'$	$22^\circ 30'$	29°	35°	$40^\circ 30'$	$45^\circ 30'$	50°

На основу ових резултата Птоломеј је извео закон преламања светlostи који гласи $\beta = k \cdot \alpha$, где је k – коефицијент пропорционалности који зависи од особина средина на чијој граници се светlost прелама. Да ли је Птоломеј био у праву?

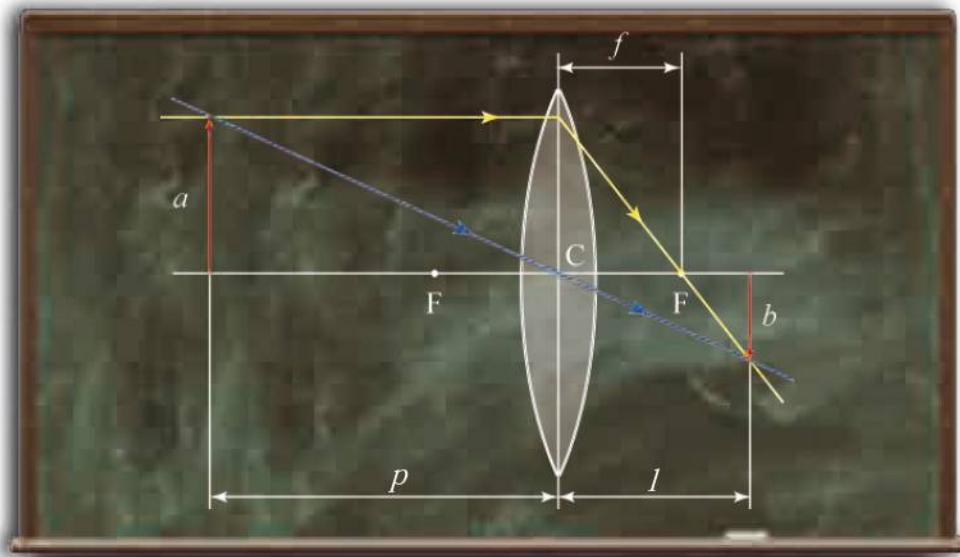
Решење: Из Птоломејевог закона преламања светlostи следи: $k = \frac{\beta}{\alpha}$. Дакле, вредност количника преломног и упадног угла би морала бити иста за све углове у табели.

α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
β	8°	$15^\circ 30'$	$22^\circ 30'$	29°	35°	$40^\circ 30'$	$45^\circ 30'$	50°
$\frac{\beta}{\alpha}$	0,8	0,775	0,75	0,725	0,7	0,675	0,65	0,625

Но, као што се види, из добијених резултата се не може извући такав закључак, па бисмо могли закључити да Птоломеј није био у праву. Ипак, из данас познатог закона преламања светlostи следи да се Птоломејев закон преламања може применити са великим тачношћу за мале упадне углове (до неколико степени).



4. Професионални фотограф је снимио слику дужине 2 м и ширине 2 м са растојања 4,5 м. На филму је добијен снимак (лик) димензије 5×5 см. Колика је оптичка јачина објектива фотографског апарате? Преламање је приказано на слици 2.5.



Слика 2.5



Подаци: $a = 2$ м, $b = 5$ см, $p = 4,5$ м; $\omega = ?$

Решење: Као објектив фотоапарата користи се сабирно сочиво. Увећање објектива је: $u = \frac{b}{a}$.

Даље је $l = u \cdot p$, а са Сл. 5.5 следи: $a : f = b : (l - f)$.

Једноставно, одатле се добија: $\omega = \frac{1}{f} = \frac{a + b}{b \cdot p}$; $\omega = 9,11$ Д.

2.4. Задаци за самосталан рад

1. Зашто се блесак муње види пре него што се чује прасак грома?
2. Која тела немају сенке?
3. Колико сенки од једног светлосног извора може да има једно тело истовремено?
4. Шта је тачкасти извор светлости?
5. Човек стоји иза угла и говори. Зашто га чујемо, а не видимо?
6. Да ли се помрачење Сунца истовремено може видети са свих места на Земљи?



8. Висину Кеопсове пирамиде одредио је у VII веку пре нове ере грчки филозоф Талес из Милета, користећи веома једноставан поступак. Он је уочио да је количник висине вертикално постављеног штапа и дужине његове сенке једнак количнику висине пирамиде и растојања од сенке врха пирамиде и подножја висине пирамиде. Ако је штап висок један корак и даје при Сунчевој светлости сенку дугу један и по корак, колика је висина Кеопсовой пирамиде, ако је растојање од сенке врха пирамиде до подножја висине 225 корака? Сматрати да је дужина Талесовог корака 1 м.

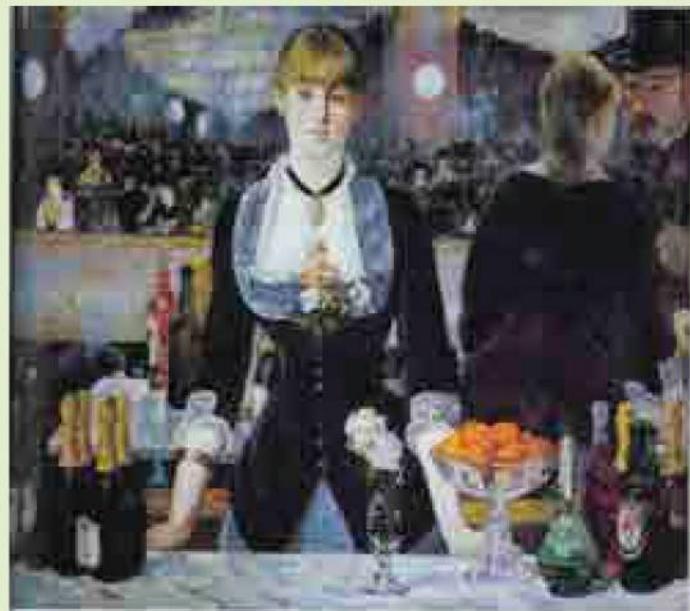
9. Светлосни зрак пада на хоризонталну површ залеђеног језера. Ако је угао између упадног и одбојног зрака 90° , колики је угао између упадног зрака и површине језера?
10. Које су основне карактеристике лика у равном огледалу?
11. Колика је удаљеност између глумице и њеног лика у равном огледалу, ако се глумица налази на растојању 1,5 м од огледала?
12. Вертикални штап дужине 60 см налази се испред равног огледала на растојању 0,4 м. Колико је растојање између највише тачке штапа и најниже тачке лика?

- 13.* Лептири лети ка равном огледалу брзином $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ако је правац кретања лептира нормалан на површину равног огледала, одредити брзину лика лептира у систему везаном за огледало. Колика је брзина лика лептира у систему везаном за лептира? Како би се променио резултат када би лептири променио правац свог кретања и наставио да лети непромењеном брзином, паралелно са површином огледала?

14. Чувена слика Едуара Манеа „Бар код Фоли-Бержера“ настала је 1882. године. На Сл. 2.7 се јасно уочава контраст између публике спремне за забаву, чији лик видимо у равном огледалу, и уморне и равнодушне конобарице. Слика је, између остalog, славна и због суптилне „деформације“ стварности коју је Мане вешто унео у композицију. Откријте детаље који се не слажу са законима одбијања светлости.



Слика 2.6



Слика 2.7

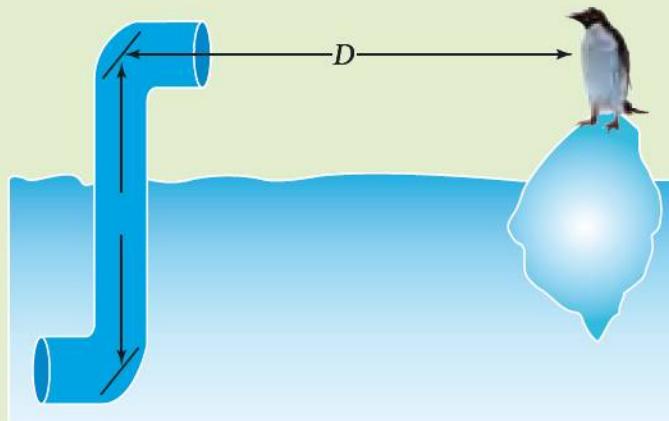


Слика 2.8

15. Глумица седи за тоалетним столом испред вертикално постављеног равног огледала. У „висини очију“ глумице лети мува. Ако је растојање муве од огледала 15 см, а глава глумице се налази на 45 см од огледала, одредити растојање између глумице и лица муве у огледалу.

- 16.* Кошаркаш висок 202 см стоји испред равног огледала. Огледало виси на вертикалном зиду. Да ли ће кошаркаш моћи да види у огледалу цело своје тело, ако је огледало дугачко 1 м?

17. На Сл. 2.9 приказан је поједностављен перископ подморнице. Перископ се састоји од два паралелна равна огледала која са осом перископа заклапају угао од 45° . Пингвин се налази на растојању $D = 100$ м од перископа, као што је приказано на слици. Нађите положај лица пингвина, ако је $L = 1,5$ м.



Слика 2.9

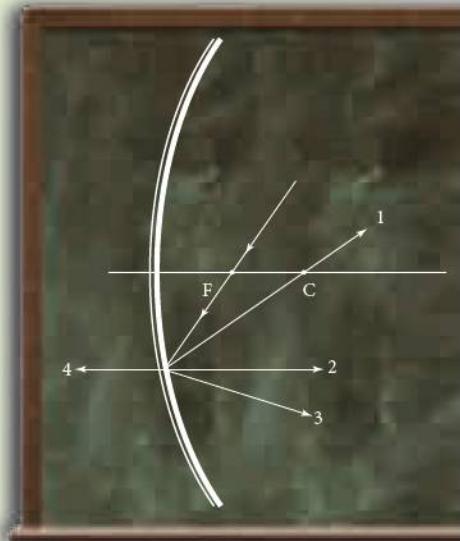
18. На Сл. 2.10 је приказан систем од два паралелна равна огледала O_1 и O_2 која се налазе на међусобном растојању 3 м. Тачкасти извор светлости се налази на растојању 1 м од огледала O_1 . У огледалу посматрач види на стотине ликова светлосног извора. Одредите положаје три најближа лица у огледалу O_1 .



Слика 2.10



19. На вертикално постављеној равни огледало пада зрак светlostи под углом од 60° у односу на површину огледала. Колики је угао између упадног и одбојног зрака? Колики ће бити угао између упадног и одбојног зрака ако се огледало заротира за угао од 45° око своје осе, тако да се угао између површине огледала и упадног зрака смањи?
20. Зашто при огледању у конкавном огледалу не видите верну слику свога лица?
21. Светлосни зрак пада на издубљено огледало (Сл. 2.11). Који правци имају светлосни зрак после одбијања од огледала?
22. Каква се огледала постављају на раскрсницама или окукама аутомобилских путева?
23. Полупречник кривине издубљеног сферног огледала за бријање је 30 см. Колика је жижна даљина овог огледала?
- 24.* Удаљеност предмета од темена издубљеног сферног огледала износи 15 см, а удаљеност лика 30 см. Одредити полупречник кривине огледала.
25. Радијус кривине издубљеног сферног огледала је 40 см. Ако се лице човека налази на растојању 20 см од огледала хоће ли он видети свој лик у огледалу?
- 26.* Новчић се налази испред конкавног огледала. Ако је удаљеност новчића од темена огледала 30 см одредити положај лика. Жижна даљина огледала је 25 см.
- 27.* Испред сферног огледала жижне даљине 12 см налази се предмет висине 1 см, удаљен од темена огледала 6 см. Где се налази лик и да ли је увећан или умањен, реалан или имагинаран?
28. Средње растојање између Земље и Месеца износи 380 000 km. Колико је времена потребно светlostи да пређе то растојање?
29. Астрономи за одређивање растојања између Земље и звезда узимају за јединицу дужине „светлосну годину“, тј. пут који светlost пређе за годину дана. Растојање између Земље и звезде Алфа Кентаура, износи 4,5 светлосне године. Изразите ово растојање у километрима.
30. Колики је апсолутни индекс преламања стакла унутар кога се светlost простире брzinom $200\ 000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$?
31. Апсолутни индекс преламања воде је 1,33. Колики је релативни индекс преламања воде у односу на лед? Апсолутни индекс преламања леда износи 1,31.
32. Зашто небеска тела видимо на већој висини него што она стварно износи?
33. Индијанац стоји на обали бистре реке на чијем дну се налази лосос. Да ли ће Индијанац уловити лососа, ако са обале гађа право копљем у рибу?
34. Зашто се испред сијалице електричне или цепне лампе ставља стакло које има облик сабирног сочива?



Слика 2.11

8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

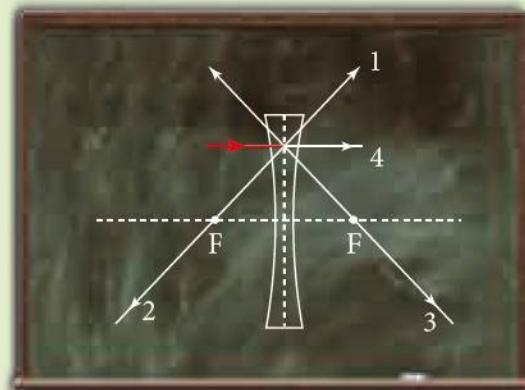
5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

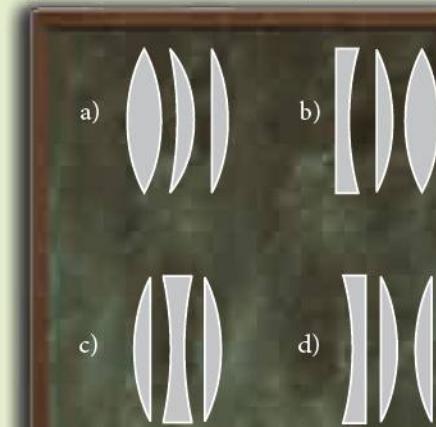
- 35.** Жижна даљина очног сочива је 2,5 см. Одредите оптичку јачину и полупречник кривине очног сочива.
- 36.** У табели су дати подаци који се односе на жижну даљину или оптичку јачину сочива наочара. Попуните празна места.

$f [cm]$	10		20		-50		100
$\omega [D]$		1		1,25		-2,5	

- 37.*** Колика је жижна даљина сабирног сочива, ако је предмет удаљен од његовог темена 50 см, а његов лик 75 см?
- 38.*** Помоћу танког сабирног сочива формира се лик сијалице на комаду хартије. Ако је жижна даљина сочива 40 см, а растојање сијалице од центра сочива је 60 см, где би требало поставити хартију да би се на њој опртао јасан лик сијалице?
- 39.** На Сл. 2.12 су приказане четири групе сочива. У којој групи су само сабирна сочива?
- 40.** Светлосни зрак пада на расипно сочиво (Сл. 2.13). Који правац има светлосни зрак након преламања?



Слика 2.13



Слика 2.12

- 41.** Која сочива увек дају имагинарне ликове?
- 42.** Помоћу микроскопа чији објектив увећава 70, а окулар 6 пута, биолог посматра бактерије. Колико пута ће бити увећан лик бактерије?
- 43.** Полупречник лика првеног крвног зрица у микроскопу износи 0,45 см. Ако је увећање објектива микроскопа 100, а увећање окулара 6, одредите полупречник првеног крвног зрица.



3.

ЕЛЕКТРИЧНО ПОЛЬЕ

3.1. Резиме

- Количина наелектрисања тела је:

$$q = n \cdot e,$$

где је n број који показује разлику броја протона и електрона у телу, e је елементарна количина наелектрисања (електрона или протона), која износи:

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$



- **Кулонов закон:**

Интензитет силе којом се привлаче или одбијају два тачкаста тела сразмеран је производу количине наелектрисања тих тела, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог међусобног растојања:

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

- Интензитет јачине електричног поља у датој тачки одређен је односом интензитета електричне силе и количине наелектрисања тела на које делује то поље:

$$E = \frac{F}{q}.$$

- Јединица јачине електричног поља дефинише се односом њутна и кулона $\left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$.

Електрично поље приказује се сликовито **линијама силе**. Смер линија силе електричног поља поклапа се са смером кретања позитивно наелектрисаног тела (честице). Стога линије силе поља позитивно наелектрисаног тела имају смер од тела, а негативно наелектрисаног ка телу.

- За описивање електричног поља користи се величина **електрични потенцијал поља**:

$$V = \frac{E_p}{q}.$$

Потенцијал електричног поља одређен је количником потенцијалне електричне енергије и количине наелектрисања тела.

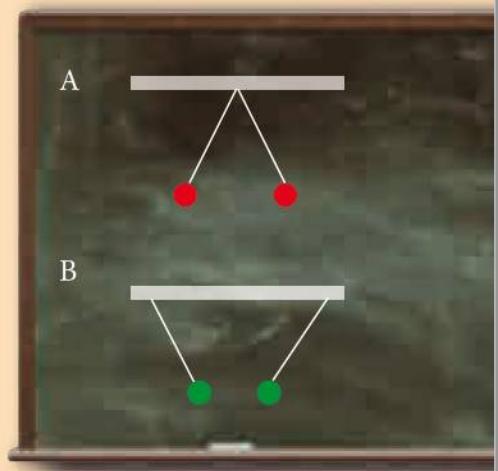
Јединица електричног потенцијала је **волт [V]**: $V = \frac{\text{J}}{\text{C}}$.

- Разлика потенцијала у двема тачкама поља је **електрични напон**. Јединица електричног напона, као и потенцијала је **волт**.



3.2. Провера знања

1. На Слици 3.1 су приказане наелектрисане куглице у два случаја А и Б, када су:
 - а) у оба случаја куглице наелектрисане разноименим врстама наелектрисања;
 - б) у случају А куглице наелектрисане истоименим врстама наелектрисања, а у случају Б разноименим врстама наелектрисања;
 - в) у случају А куглице наелектрисане разноименим врстама наелектрисања, а у случају Б истоименим врстама наелектрисања;
 - г) у оба случаја куглице наелектрисане истоименим врстама наелектрисања.
2. Два наелектрисана тела међусобно интерагују силом чији интензитет је:
 - а) сразмеран растојању између тела;
 - б) обрнуто сразмеран квадрату растојања између тела;
 - в) обрнуто сразмеран растојању између тела.
3. Интензитет јачине електричног поља унутар наелектрисане шупље кугле је:
 - а) једнак нули;
 - б) зависи од полупречника кугле;
 - в) зависи од количине наелектрисања кугле.
4. Раздвајање наелектрисања у неком телу које се налази у пољу другог наелектрисаног тела назива се:
 - а) електромагнетна индукција;
 - б) електрична кондукција;
 - в) електростатичка индукција.
5. Електростатичка потенцијална енергија наелектрисаног тела у једној тачки поља је:
 - а) сразмерна потенцијалу електричног поља у тој тачки;
 - б) сразмерна интензитету јачине електричног поља у тој тачки;
 - в) сразмерна електричној сили којом поље делује на тело.



Слика 3.1

3.3. Примери

1. Укупна количина позитивног наелектрисања коју садржи неутрални бакарни новчић износи $1,3 \cdot 10^5$ C. Колико протона садржи овај новчић? Колико електрона садржи овај новчић? Претпоставимо да је могуће све електроне из бакарног новчића „пренети“ на металну куглу и куглу удаљити на 100 m од новчића. Колики би, у том случају, био интензитет силе којом кугла привлачи новчић? (Константа $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$)

Подаци: $q = 1,3 \cdot 10^5$ C, $r = 100$ m; $N_p = ?$, $N_e = ?$, $F = ?$

Решење: Укупна количина позитивног наелектрисања које садржи бакарни новчић је $q = N_p \cdot e$, па је број протона које новчић садржи:

$$N_p = \frac{q}{e}; \quad N_p = 8,115 \cdot 10^{23}.$$

Како је бакарни новчић електронеутралан, број електрона које он садржи једнак је броју протона:

$$N_e = N_p; \quad N_e = 8,115 \cdot 10^{23}.$$

Када би било могуће да се сви електрони из бакарног новчића „пренесу“ на металну куглу, новчић би био позитивно наелектрисан количином наелектрисања q . Интензитет силе којом кугла привлачи новчић би био:

$$F = k \frac{q^2}{r^2}; \quad F = 1,52 \cdot 10^{16} \text{ N}.$$

2. Током олује наелектрисани облаци стварају електрично поље у близини Земље (Сл. 3.2). На честицу наелектрисану количином наелектрисања $2 \mu\text{C}$ делује електростатичка сила интензитета 3 mN. Одредити јачину електричног поља.



Слика 3.2



Подаци: $q = 2 \mu\text{C}$, $F = 3 \text{ mN}$; $E = ?$

Решење: Из дефиниције за јачину електричног поља следи:

$$E = \frac{F}{q}; E = 1500 \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$



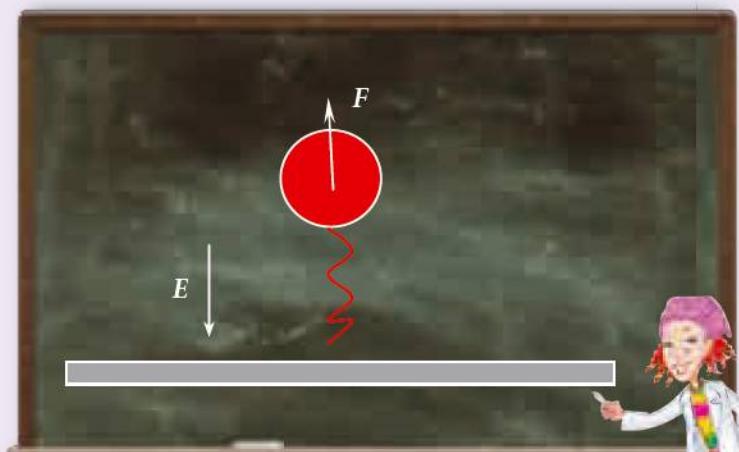
3. Балон напуњен хелијумом, који је на вашару испустило дете, креће се вертикално навише. У близини Земљине површине постоји хомогено електрично поље јачине $150 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ усмерено вертикално наниже. Балон је наелектрисан количином наелектрисања $-5,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Колики рад изврши електрично поље док балон пређе 100 m ?

Подаци: $E = 150 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, $q = -5,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $s = 100 \text{ m}$; $A = ?$

Решење: Електростатичка сила која делује на балон усмерена је вертикално навише, јер је балон негативно наелектрисан (Сл. 3.3).

Како се балон креће вертикално навише то поље врши позитиван рад, јер се правцац и смер електростатичке силе која делује на балон поклапа са правцем и смером кретања балона. Дакле:

$$A = F \cdot s; \quad A = |q| \cdot E \cdot s; \quad A = 0,825 \text{ mJ}.$$



Слика 3.3



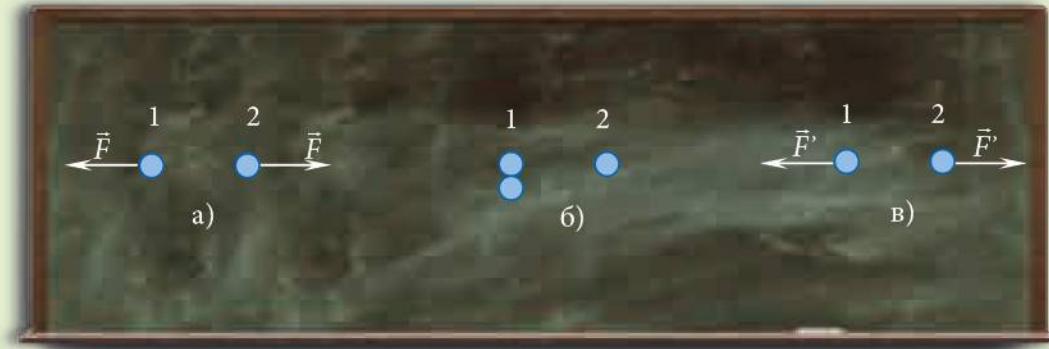
3.4. Задаци за самосталан рад

1. Да ли неутрално тело има наелектрисаних честица? Има ли позитивног наелектрисања на негативно наелектрисаном телу?
2. Да ли се проводник може наелектрисати трењем ако га додирујемо прстима, а нисмо изоловани од земље?
3. Зашто наелектрисана тела привлаче лакша тела, а после додира са њима их одбијају?
4. Зашто се при чешљању чешаль понекад лако наелектрише, а понекад теже?
5. Два једнака клатна су наелектрисана једнаким наелектрисањима супротних врста. Да ли ће се куглице клатна привлачити након њиховог међусобног додира?
6. Ако прстом додирнемо наелектрисану стаклену шипку, хоће ли шипка изгубити целокупно своје наелектрисање?
7. У којим случајевима важи Кулонов закон?
8. Како ће се променити интензитет електричне сile између два наелектрисана тела ако се растојање између њих смањи четири пута?
9. Може ли наелектрисано тело при додиру предати другом наелектрисаном телу цело своје наелектрисање?
10. Колико један кулон (1 C) има елементарних наелектрисања?
11. Зрнце прашине које је домаћица обрисала са креденца садржи 10^{17} електрона. Колика је укупна количина негативног наелектрисања које зрнце садржи?
12. Одредити укупно наелектрисање електронског гаса који садржи 50 kg електрона. Маса електрона је $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.
13. Колики је интензитет електростатичке сile којом интерагују електрон и протон у атому водоника? Средње растојање између електрона и протона у атому водоника износи $5,3 \cdot 10^{-11}$ m.

$$\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

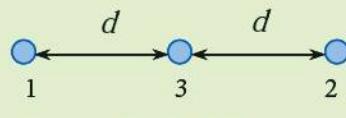


- 14.** Израчунати интензитет електростатичке сile којом се међусобно привлаче јони натријума (Na^+) и хлора (Cl^-) у молекулу кухињске соли, ако је растојање између јона $2,82 \cdot 10^{-10}$ m. $\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$
- 15.** Растојање између две сферне капљице воде је 1 cm. Капљице су наелектрисане једнаким количинама наелектрисања $-1 \cdot 10^{-16}$ C. Одредити интензитет електростатичке сile којом се капљице одбијају. $\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$
- 16.** Две честице наелектрисане једнаким количинама наелектрисања од по $1 \mu\text{C}$ одбијају се силом интензитета 10 N. Колико је растојање између честица? $\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$
- 17.** Растојање између два идентична позитивно наелектрисана јона је $5 \cdot 10^{-10}$ m. Ако је интензитет сile којом јони интерагују $3,7 \cdot 10^{-9}$ N, одредити њихово наелектрисање. $\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$
- 18.** Две идентичне металне куглице 1 и 2, наелектрисане једнаким количинама наелектрисања одбијају се електростатичком силом интензитета $F = 10$ N, као што је приказано на Сл. 3.4a. Ако се једна од куглица доведе у контакт са истом таквом неутралном куглицом (Сл. 3.4b), која се затим удаљи од система, колики ће бити интензитет сile F' којом интерагују куглице 1 и 2, (Сл. 3.4b)? $\left(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$



Слика 3.4

- 19.** На Слици 3.5 су приказане три наелектрисане честице које се налазе на истој прави. Ако је $q_1 = 5 \mu\text{C}$, $q_2 = 3 \mu\text{C}$, $q_3 = 1 \mu\text{C}$ и $d = 10$ cm одредити интензитет електростатичке сile која делује на честицу 3.



Слика 3.5

- 20.** Око ненаелектрисаног проводника нема електричног поља. Међутим, када се у близини овог проводника нађе наелектрисана куглица, образује се електрично поље које делује на ту куглицу. Откуда то поље?
- 21.** Две честице наелектрисане количинама наелектрисања $q_1 = 1 \text{ nC}$ и $q_2 = 4 \text{ nC}$ налазе се на међусобном растојању $r = 1 \text{ m}$. Одредити тачку на правој на којој се честице налазе у којој је електрично поље, које потиче од ових честица, једнако нули.
- 22.** За убрзавање електронског снопа у телевизору користи се поље јачине $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$. Колики је интензитет електростатичке сile којом ово поље делује на електрон?
- 23.** Електрон масе $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ креће се у хомогеном електричном пољу убрзањем $10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Одредити јачину електричног поља.
- 24.** Електрон почиње да се креће из стања мировања под дејством хомогеног електричног поља јачине $5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$. Колики пут ће прећи електрон током 1 ms ? Колика ће бити брзина електрона након тог временског интервала? Маса електрона је $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
- 25.** Кисела капљица запремине 10^{-9} mm^3 лебди у ваздуху под утицајем атмосферског електричног поља јачине $400 \frac{\text{N}}{\text{C}}$. Одредити тежину капљице. Коликом количином наелектрисања је капљица наелектрисана? Занемарити силу потиска која делује на капљицу.
- 26.** Да ли је електрични потенцијал једнак на свим местима наелектрисане стаклене шипке?
- 27.** Два лоптаста проводника имају једнаке пречнике. Један је хомогеног састава (пун) а други шупљи. Ако тим проводницима доведемо једнаке количине наелектрисања, да ли ће њихови потенцијали бити једнаки?
- 28.** Наелектрисано тело се премешта по сферној површини у чијем центру се налази тачкасто наелектрисање. Да ли се при томе врши рад?
- 29.** У двема тачкама електростатичког поља потенцијали износе 50 V и -30 V . Колики је напон између посматраних тачака?
- 30.** При премештању куглице наелектрисане количином наелектрисања $0,8 \text{ C}$ из једне у другу тачку електричног поља, изврши се рад од 200 J . Колика је разлика потенцијала између тих тачака?
- 31.** Електрични напон између тачака A и B је 110 V . Колики рад изврши сила, којом електрично поље делује на тело наелектрисано количином наелектрисања 11 C при померању из тачке A у тачку B.



32. Две размакнуте паралелне равне металне плоче наелектрисане су супротним количинама електричитета. Између њих „влада“ разлика електричних потенцијала од 200 V. Један електрон се одваја од негативне плоче и креће ка позитивној плочи. Колику ће брзину он имати непосредно пре удара о позитивну плочу?
33. Колики је напон између почетне и крајње тачке путање на којој протон повећа своју брзину од $500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ на $1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$? Маса протона износи $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
34. Две металне кугле различитог полуупречника, наелектрисане су једнаким количинама наелектрисања. Како ће се кретати носиоци наелектрисања када се кугле споје металним проводником?



8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике



- 35.** Потенцијал у некој тачки електричног поља потиче од два наелектрисана тела. Ако електрични потенцијал, који потиче од првог тела, износи 10 V , одредити вредност електричног потенцијала који потиче од другог тела. Укупни електрични потенцијал у посматраној тачки је 7 V .
- 36.** Разлика потенцијала између унутрашњег и спољашњег зида ћелијске мембрани износи $0,07\text{ V}$. Ако је дебљина ћелијске мембрани $0,1\text{ }\mu\text{m}$, одредите јачину електричног поља у ћелијској мембрани, претпостављајући да је оно хомогено.
- 37.** Јачина Земљиног електричног поља у близини тла износи $100\frac{\text{V}}{\text{m}}$. Одредите разлику потенцијала између тачака које се налазе на врху и подножју Авалског торња, ако његова висина износи $202,87\text{ m}$.
- 38.** Електрометар је уређај који се користи за мерење статичког наелектрисања. Колика је минимална количина наелектрисања која се може измерити електрометром капацитивности 50 pF , чија је напонска осетљивост $0,15\text{ V}$.



- 39.** Капацитивност металне кугле, наелектрисане количином наелектрисања $5\text{ }\mu\text{C}$, износи 10 nF . Колики је потенцијал кугле?



4.

ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

4.1. Резиме

- Усмерено кретање наелектрисаних честица (електрона, јона и других) кроз проводник назива се **електрична струја**. Електрична струја у проводницима (електричном колу) успоставља се и одржава помоћу **извора електричне струје**.
- Најједноставније електрично коло садржи: **извор струје, потрошач и прекидач** који су међусобно повезани проводницима. Јачина електричне струје у проводнику дефинише се односом количине наелектрисања које прође кроз попречни пресек проводника и времена његовог протицања:

$$I = \frac{q}{t}$$

Јединица јачине електричне струје је **ампер [A]**: $A = \frac{C}{s}$.

Јачина електричне струје се мери **амперметром** који се редно укључује са елементима електричног кола.

- Деловања електричне струје су:
 - топлотно деловање (решо, грејалица, електрични штедњак, електрични бојлер итд);
 - хемијско деловање (електролиза, галванизација);
 - магнетно деловање (електромагнет);
 - механичко деловање (користи се код електричних мотора и инструмената за мерење јачине електричне струје и напона);
 - светлосно деловање (разне врсте електричних сијалица).
- За мерење електричног напона на половима извора електричне струје или на неком другом делу електричног кола користи се **волтметар**. Волтметар се везује паралелно са елементима електричног кола.
- Електрична отпорност** проводника сразмерна је његовој дужини, а обрнуто сразмерна површини попречног пресека проводника:

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

где је ρ (ро) – специфична електрична отпорност.

- Омов закон за део електричног кола**

Јачина електричне струје у проводнику сразмерна је електричном напону на његовим kraјевима:

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

Одавде је $R = \frac{U}{I}$, па следи дефиниција **ома [Ω]** – јединице електричне отпорности: $\Omega = \frac{V}{A}$.





- **Омов закон за цело електрично коло**

Јачина електричне струје у електричном колу сразмерна је електромоторној сили извора:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$



- **Цулов закон**

Количина топлоте ослобођена у проводнику у току противцања електричне струје једнака је производу квадрата јачине те струје, електричне отпорности и времена за које протиче електрична струја:

$$Q = I^2 R t.$$

Пошто је снага електричне струје: $P = UI = RI^2$, то је: $Q = Pt$.

Електрични симболи – знаци у електричним (струјним) колима

Прекидач		Сијалица	
Отпорник		Амперметар	
Извор једносмерне електричне струје		Волтметар	

8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

4.2. Провера знања

1. Електропроводљивост у течним проводницима (електролитима) је условљена кретањем:
 - а) јона;
 - б) електрона;
 - в) протона.
2. Оловни акумулатор је:
 - а) механички;
 - б) хемијски;
 - в) светлосни.извор електричне струје.
3. Да ли су супстанције са мањом специфичном електричном отпорношћу бољи проводници електричне струје?
 - а) да;
 - б) не.
4. Потрошачи у кућној електричној инсталацији су повезани:
 - а) редно;
 - б) паралелно.
5. $1 \Omega \cdot A^2 \cdot s$ је
 - а) 1 J;
 - б) 1 W;
 - в) 1 C.



4.3. Примери

1. Одредити јачину електричне струје електронског спона који осветљава екран компјутера (Сл. 4.1), ако током 1 s у екран удари 10^{13} електрона.



Подаци: $n = 10^{13}$, $t = 1 \text{ s}$; $I = ?$;

Решење: Укупна количина наелектрисања која за једну секунду прође кроз попречни пресек електронског спона који осветљава екран компјутера је: $q = n \cdot e$, где је e елементарна количина наелектрисања. Дакле, јачина струје електронског спона је:

$$I = \frac{q}{t}; I = \frac{n \cdot e}{t}; I = 1,6 \mu\text{A}.$$



Слика 4.1



2. Димензије сребрне полуге су $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Колика је електрична отпорност полуге мерена између две квадратне стране? Одредити и електричну отпорност исте полуге између две њене правоугаоне стране. Специфична електрична отпорност сребра износи $1,62 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.



Подаци: $a = 1 \text{ cm}$, $b = 1 \text{ cm}$, $c = 10 \text{ cm}$, $\rho = 1,62 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$;
 $R_1 = ?$, $R_2 = ?$

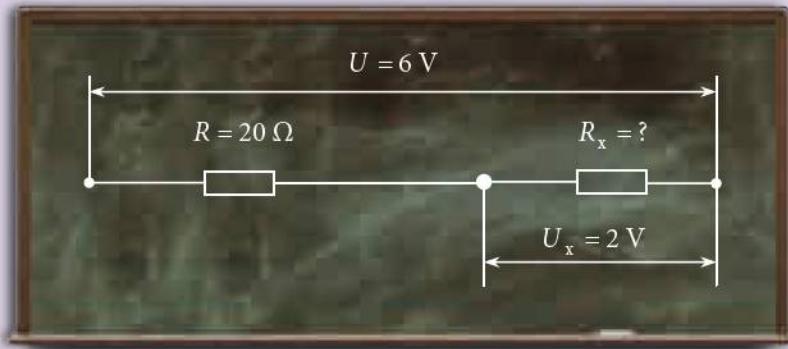
Решење: Електрични отпор полуге мерен између две квадратне стране је:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1}; R_1 = \rho \cdot \frac{c}{a \cdot b}; R_1 = 1,62 \cdot 10^{-5} \Omega.$$

Електрични отпор полуге мерен између две правоугаоне стране:

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2}; R_2 = \rho \cdot \frac{a}{c \cdot b}; R_2 = 1,62 \cdot 10^{-7} \Omega.$$

3. Према подацима са слике 4.2 израчунати вредност отпора R_x .



Слика 4.2



Решење: Обележимо са I јачину електричне струје која протиче кроз отпорнике у колу са слике. Из Омовог закона за део кола следи:

$$I = \frac{U_x}{R_x}.$$

Збир електричних напона на отпорницима једнак је укупном напону U , тј. применом Омовог закона за цело коло, следи:

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

Одатле је: $\frac{U_x}{R_x} = \frac{U}{R + R_x}$, па се решавањем добијене једначине добија:

$$U_x \cdot R + U_x \cdot R_x = U \cdot R_x \Rightarrow R_x = \frac{U_x}{U - U_x} \cdot R; R_x = 10 \Omega.$$

8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

4. Воду у бојлеру чија је запремина 80ℓ , загрева електрични грејач отпорности 100Ω . Колику ће температуру показивати термометар после једног сата загревања, ако је почетна температура воде била 10°C ? Грејач је прикључен на електрични извор напона 380 V . Специфична топлотна капацитивност воде је $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.



Подаци: $V = 80 \ell$, $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\tau = 1 \text{ h}$, $R = 100 \Omega$, $U = 380 \text{ V}$,
 $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$; $t_0 = 10^\circ\text{C}$, $t = ?$

Решење: Количина топлоте која се ослободи на грејачу је на основу Џул-Ленцогов законака:

$$Q = P \cdot \tau; \quad Q = \frac{U^2}{R} \cdot \tau. \quad (*)$$

Ако занемаримо топлотне губитке, ова количина топлоте се „троши“ на загревање воде у бојлеру. Дакле,

$$Q = m \cdot c \cdot (t - t_0). \quad (**)$$

Изједначавањем десних страна релација (*) и (**) добија се:

$$\frac{U^2}{R} \cdot \tau = \rho \cdot V \cdot c \cdot (t - t_0).$$

Дакле, температура воде у бојлеру након загревања је:

$$t = t_0 + \frac{\frac{U^2}{R} \cdot \tau}{\rho \cdot V \cdot c}; \quad t = 25,5^\circ\text{C}.$$



4.4. Задаци за самосталан рад

1. Како настаје електрична струја у металним проводницима?
2. Зашто топлотно кретање електрона у проводнику не може да „произведе“ електричну струју?
3. Које све честице могу бити носиоци електричне струје у разним срединама?
4. Које честице су носиоци електричне струје између полова акумулатора у његовој унутрашњости?
5. Током олује гром је ударио у метални стуб. Ако је електрично пражњење трајало $2\ \mu\text{s}$, одредити количину наелектрисања која је протекла кроз пресек стуба. Кроз стуб је током пражњења протицала електрична струја јачине $10\ 000\ \text{A}$.
6. У близини Земље јачина струје снопа протона који потичу са Сунцем износи $2\ \mu\text{A}$. Колико је времена потребно да прође да би укупна количина наелектрисања која „стигне“ на Земљу била $1\ \text{C}$.
- 7.* Кроз црево за заливање баште током $1\ \text{s}$ протекне $500\ \text{cm}^3$ воде. Одредити јачину струје негативних наелектрисања која протиче кроз црево. Један молекул воде садржи 10 електрона.
8. Зашто се усија само нит у електричној сијалици, а не усијају се дводимензијални проводници?
9. Да ли електрична отпорност проводника зависи од величине електричног напона на његовим крајевима и јачине електричне струје која протиче кроз коло?
10. Попречни пресек железничке шине је $50\ \text{cm}^2$. Одредити електричну отпорност шине, ако је њена дужина $20\ \text{m}$. Специфична електрична отпорност челика износи $3 \cdot 10^{-7}\ \Omega\cdot\text{m}$.
11. Попречни пресек проводне жице је круг пречника $2\ \text{mm}$. Ако је дужина жице $4\ \text{m}$, одредити специфичну електричну отпорност материјала од кога је жица начињена. Електрична отпорност жице износи $50\ \text{m}\Omega$.
12. Попречни пресек алуминијумске шипке, чија дужина износи $1\ \text{m}$, је квадрат странице $5\ \text{mm}$. Колика је електрична отпорност шипке? Колики мора бити пречник бакарне жице кружног попречног пресека, исте дужине, да би њена електрична отпорност била једнака електричној отпорности алуминијумске шипке? Специфичне електричне отпорности алуминијума и бакра су $2,75 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$ и $1,69 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$, респективно.
13. Електрична отпорност проводника је $10\ \Omega$. Колика је електрична отпорност проводника начињеног од истог материјала, чија дужина је 3 пута већа, а површина попречног пресека два пута мања?
14. Бакарна жица је истегнута тако да јој је дужина повећана два пута. Електрична отпорност те жице након истезања износи $8\ \Omega$. Колика је била електрична отпорност ове жице пре истезања, ако је њена запремина током истезања остала непромењена?

8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике



Слика 4.3



Слика 4.4



Слика 4.5

- 15.* Колика је маса бакарног проводника површине попречног пресека 4 mm^2 , чија електрична отпорност износи $1,69 \Omega$? Густина бакра је $8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, док је специфична електрична отпорност $1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.
16. Наведите неке примере електричног извора и електричног потрошача.
17. Кроз електричну пеглу противе електрична струја јачине 2 A. Колика је електрична отпорност пегле, ако је она прикључена на напон од 220 V?
18. Електрична отпорност амперметра, који може да мери јачину електричне струје до 10 A, је $0,02 \Omega$. Да ли смо овај амперметар непосредно везати за полове акумулатора чији електрични напон износи 2 V?
19. Човек може да настрада чак и ако електрична струја јачине 50 mA прође у близини његовог срца. Неопрезни електричар је мокрим рукама ухватио два проводника између којих постоји разлика електричних потенцијала од 80 V. Ако је електрична отпорност његовог тела 4000Ω , да ли ће неопрезни електричар ипак остати неозлеђен?
20. Електрична отпорност проводника је 80Ω . Одредити јачину електричне струје која противе кроз проводник, ако је разлика потенцијала на његовим крајевима 220 V.
21. Одредити количину наелектрисања која, у току 2 минута, прође кроз попречни пресек проводника електричне отпорности 4Ω . Електрични напон између крајева проводника износи 12 V.
22. Кроз сијалицу цепне лампе противе електрична струја од 0,2 A. Ако је електрична отпорност сијалице 7Ω , одредити пад електричног напона на сијалици (Сл. 4.3).
23. Колики електрични напон влада на крајевима проводника електричне отпорности 100Ω , кроз који за 10 минута прође количина наелектрисања од 240 C?
24. Када настаје кратак спој у електричном колу? Чему служе електрични осигурачи?
25. Зашто није опасно стајати на трамвајским шинама, иако електрична струја из електромотора трамваја у покрету пролази кроз шине? (Сл. 4.4)
26. Зашто птице које стоје на проводницима са електричном струјом (Сл. 4.5) не добијају „удар“ те струје?
27. Зашто је веома опасно додирнути проводник са електричном струјом када смо у контакту са земљом?
28. Електромоторна сила аутомобилског акумулатора је 12 V. Кроз акумулатор противе електрична струја од 50 A. Одредити вредност електричног напона на акумулатору, ако је његова унутрашња отпорност $0,04 \Omega$.



29. Жица електричне отпорности 4Ω повезана је са батеријом чија електромоторна сила износи 2 V . Одредити јачину електричне струје која протиче кроз ово струјно коло, ако унутрашња отпорност батерије износи 1Ω .
30. Који мерни инструменти су потребни да би се одредио рад електричне струје?
31. Када су на аутобусу (Сл. 4.6) укључена позициона светла кроз сијалице уградене у фарове протиче стална електрична струја од 2 A . Колика је снага сијалица, ако је напон на крајевима акумулатора из кога се сијалице напајају 12 V ?
32. Турбина у хидроелектрани покреће генератор који производи електричну струју јачине 1000 A и напона 5kV . Колика је снага те хидроелектране?
33. Одредити јачину електричне струје која протиче кроз машину за веш снаге 400 W , која је прикључена на електрични извор напона 220 V .
34. Да ли се електрична тестера снаге 2 kW сме прикључити на напон од 220 V , ако највећа дозвољена струја кроз дато електрично коло износи $9,2 \text{ A}$?
35. Одредити количину наелектрисања која протекне кроз вокмен (Сл. 4.7) снаге 4 W који је прикључен на идеалну батерију чија је електромоторна сила 9 V , ако је вокмен био укључен од 8 до 12 часова пре подне.
36. Колико ће износити месечни рачун за коришћење фена снаге 400 W , који је просечно дневно укључен $0,5$ сати? Цена 1 kWh електричне енергије је $2,5$ динара. Урачунати да месец има 30 дана.
37. Колики месечни рачун за електричну енергију плати домаћинство које просечно употребљава електричну пеглу снаге 500 W у времену од 3 h на дан? Цена 1 kWh електричне енергије је $2,5$ динара. Урачунати да месец има 30 дана.
38. Колико електричне енергије утроши термоакумулациона пегла прикључена на електрични напон од 220 V када кроз њу протиче електрична струја јачине 10 A током 6 часова?
39. Отпорност електричне пегле је 40Ω . Одредити количину топлоте која се ослободи на пегли када кроз њу током 5 минута протиче електрична струја од 4 A .

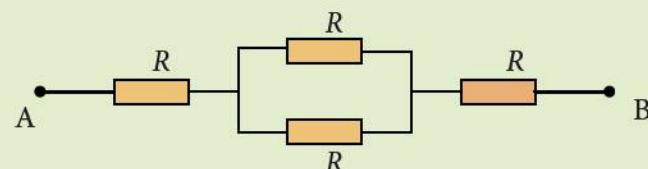


Слика 4.6

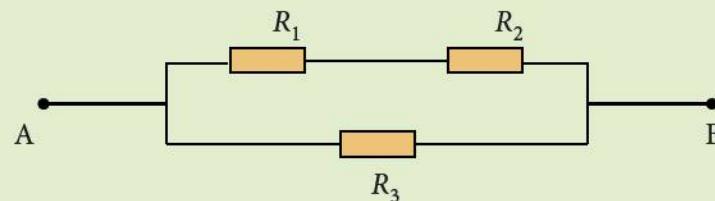


Слика 4.7

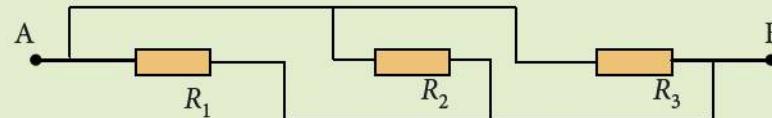
- 40.** Три отпорника чији електрични отпори су: $R_1 = 360 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$ и $R_3 = 40 \Omega$ везани су редно. Колики је еквивалентни отпор?
- 41.** Еквивалентни отпор два паралелно везана отпорника је 320Ω . Ако је електрични отпор једног отпорника 960Ω , колики је отпор другог отпорника?
- 42.** Отпорници једнаких електричних отпора $R = 100 \Omega$ везани су као на слици. Колики је еквивалентни отпор?



- 43.** Електрични отпорници отпора $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$ и $R_3 = 40 \Omega$ везани су као на слици. Одредити еквивалентни отпор.

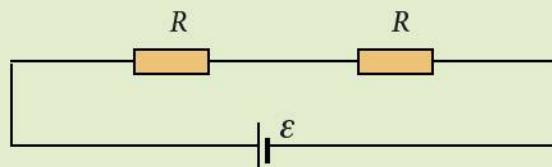


- 44.** Електрични отпорници су везани као на слици. Одредити еквивалентни отпор између тачака A и B, ако је $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$ и $R_3 = 400 \Omega$.

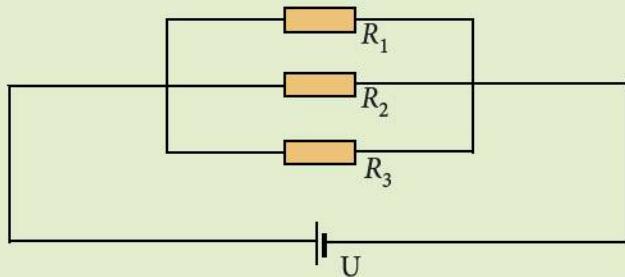




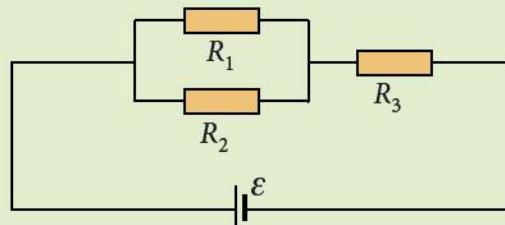
45. Два отпорника једнаких отпора везана су у струјно коло акумулатора чија електроморна сила износи 2 V , као што је приказано на слици. Ако је јачина струје у колу $0,1\text{ A}$, колики је отпор отпорника? Занемарити унутрашњи отпор акумулатора.



46. Три отпорника електричних отпора $R_1 = 10\text{ Ω}$, $R_2 = 22\text{ Ω}$ и $R_3 = 110\text{ Ω}$ везани су паралелно на напон од 220 V , као што је приказано на слици. Одредити струју која протиче кроз поједине гране кола.



47. Три отпорника везана су као што је приказано на слици. Ако је $R_1 = 3\text{ Ω}$, $R_2 = 6\text{ Ω}$ и $R_3 = 4\text{ Ω}$ и електромоторна сила извора износи 12 V , одредити струју која протиче кроз сваки од отпорника. Занемарити унутрашњи отпор извора.



48. Четири отпорника отпора R , $2R$, $4R$ и $8R$ везани су редно на извор напона. Кроз коло протиче струја јачине $0,2\text{ A}$. Колика ће бити јачина струје у колу ако се отпорници повежу паралелно?

49. Како се амперметар и волтметар укључују у електрично коло? Зашто отпор амперметра има малу вредност, а отпор волтметра много већу вредност?

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

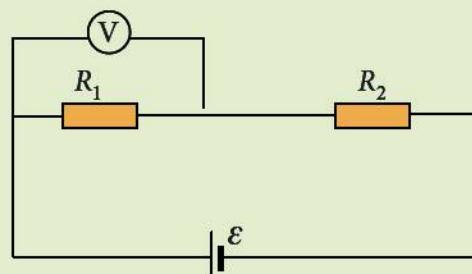
3. Електрично поље

4. Електрична струја

5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

50. Три отпорника електричних отпора $R_1 = 0,8 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$ и $R_3 = 0,5 \Omega$ везана су редно и прикључена на извор електромоторне сile $\mathcal{E} = 2,1 \text{ V}$ и унутрашњег отпора $r = 0,2 \Omega$. Одредити јачину струје коју ће показивати амперметар унутрашњег отпора $r_A = 0,05 \Omega$ када се редно веже у дато коло.
51. Одредити напон који показује волтметар уколуса слике, ако је $R_1 = 8 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$. Електромоторна сила извора је 11 V. Унутрашњи отпор извора је 1Ω . Претпоставити да је електрични отпор волтметра веома велики.





5.

МАГНЕТНО ПОЉЕ



5.1. Резиме

- Око сваког магнета и проводника кроз који протиче електрична струја постоји **магнетно поље**. Узајамно деловање магнета и проводника са струјом остварује се посредством магнетног поља. Основна карактеристика магнетног поља је **магнетна индукција**. То је векторска величина која се обично обележава са \vec{B} .
- Магнетно поље се сликовито приказује **линијама силе**. Споразумом је прихваћено да магнетне линије силе имају смер од северног ка јужном полу магнета. Смер линија силе магнетног поља праволинијског проводника одређује се помоћу **правила десне руке**: *ако се праволинијски проводник обухвати десном руком тако да палац показује смер електричне струје, линије силе магнетног поља имају правац и смер савијених прстију те руке.*
- Линије силе магнетног поља су концентричне кружнице, које леже у равни нормалној на тај проводник са струјом. Центар тих кружница налази се на оси проводника.
- Интензитет силе којом магнетно поље делује на праволинијски проводник са струјом једнак је производу интензитета магнетне индукције тог поља, јачине струје кроз проводник и његове дужине:

$$F_m = B \cdot I \cdot l.$$

- Интензитет индукције магнетног поља праволинијског проводника одређује се из тог израза:

$$B = \frac{F_m}{I \Delta l} .$$

Интензитет магнетне индукције већи је у областима магнетног поља где су линије сила поља гушће, а има мању вредност на местима где је густина линија сила мања.

- Јединица магнетне индукције је **тесла [T]**: $T = \frac{N}{Am}$.
- Магнетни флукс** хомогеног магнетног поља кроз површину нормалну на правац магнетне индукције једнак је производу интензитета магнетне индукције поља и површине:

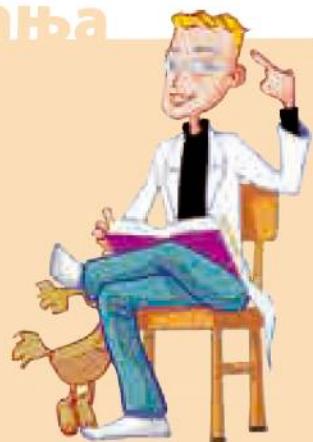
$$\Phi = B \cdot S.$$

- Јединица магнетног флуksа је **вебер [Wb]**: $Wb = T \cdot m^2$.
Одавде је: $T = \frac{Wb}{m^2}$.
- Већи број навојака изоловане проводне жице на неком изолатору или без изолатора чине **калем** или **соленоид**. Када кроз такав калем протиче електрична струја, он ће се понашати као магнет у облику шипке. Када се у калем (соленоид) кроз који протиче електрична струја увуче шипка од меког гвожђа добија се **електромагнет**. Електромагнет губи магнетна својства ако се искључи извор електричне струје.



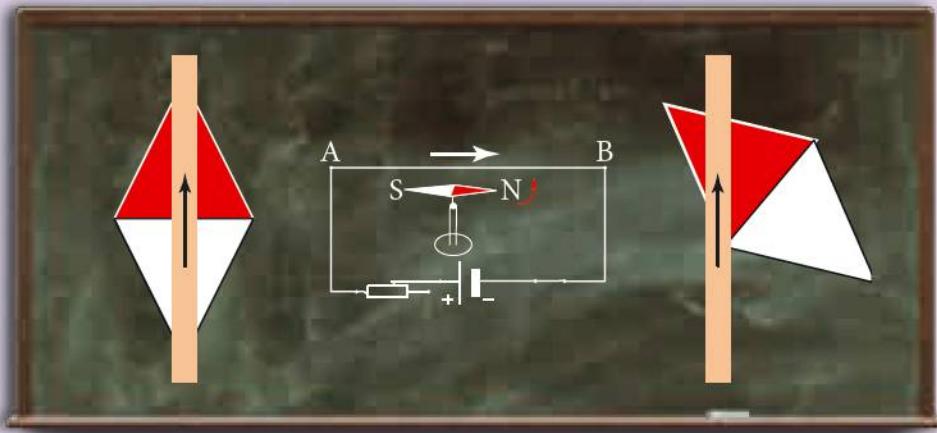
5.2. Провера знања

1. Да ли око наелектрисаних честица које се налазе у стању мирувања постоји магнетно поље:
 - а) да;
 - б) не.
2. Затворени кружни проводник са електричном струјом је:
 - а) магнетни дипол;
 - б) магнетни монопол;
 - в) електромагнет.
3. Која од следећих тврдњи је тачна?
 - а) Намагнетисано гвожђе и челик су стални магнети.
 - б) Намагнетисано гвожђе је привремени, а челик стални магнет.
 - в) Намагнетисано гвожђе је стални, а челик привремени магнет.
4. Број линија силе магнетног поља које пролазе кроз неку површину назива се:
 - а) магнетна индукција;
 - б) магнетни флукс;
 - в) јачина магнетног поља.
5. Да ли се магнетни и географски полови Земље поклапају?
 - а) да;
 - б) не.



5.3. Примери

1. Испод праволинијског проводника са електричном струјом налази се магнетна игла као што је приказано на Слици 5.1а. Како ће магнетна игла скренuti?



Слика 5.1

Решење: Правац скретања магнетне игле одређује се правилом десне руке. Ако се десна рука дланом окренута постави изнад проводника тако да испружени прсти показују смер електричне струје, онда ће палац показивати смер скретања северног пола магнетне игле, као што је приказано на Слици 5.1.

8 ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

3. Електрично поље

4. Електрична струја

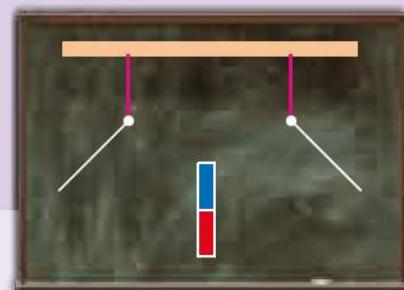
5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

2. Две гвоздене игле су окачене о конце једнаке дужине. Када се са доње стране приближи магнет у облику ширке игле се међусобно одбијају (Сл. 5.2). Зашто?



Решење: Игле се намагнетишу магнетном индукцијом, тако да се на њиховим крајевима образују истоимени полови. Услед тога се између њих јавља одбојна магнетна сила.



Слика 5.2

3. На једном месту на северној Земљиној хемисфери интензитет магнетне индукције која потиче од Земљиног магнетног поља износи $42 \mu\text{T}$. Колики је флукс Земљиног магнетног поља кроз површину 5 m^2 , кроз коју нормално пролазе линије силе магнетног поља?

Подаци: $B = 42 \mu\text{T} = 42 \cdot 10^{-6} \text{ T}$; $S = 5 \text{ m}^2$; $\Phi = ?$

Решење: На основу дефиниције флуksа магнетног поља добија се:

$$\Phi = B \cdot S; \quad \Phi = 210 \cdot 10^{-6} \text{ Wb} = 0,21 \text{ mWb.}$$

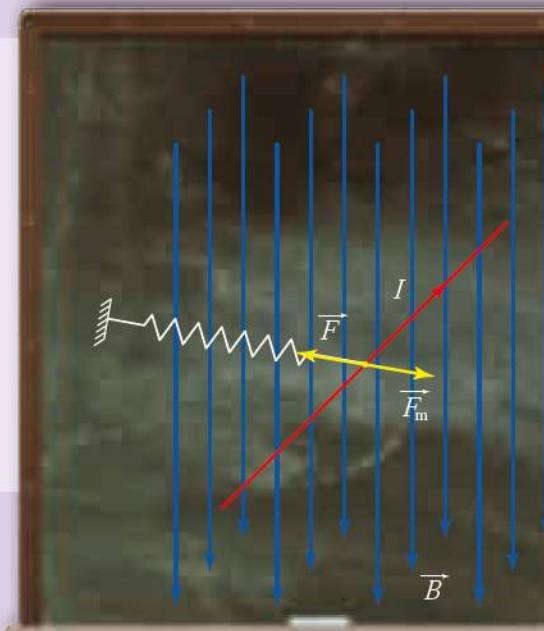


4. Колики је интензитет силе којом опруга (Сл. 5.3) „држи“ изоловани струјни проводник ($I = 20 \text{ A}$, $l = 20 \text{ cm}$) у магнетном пољу ($B = 20 \mu\text{T}$) и не дозвољава му покретање?

Подаци: $I = 20 \text{ A}$,
 $l = 20 \text{ cm}$,
 $B = 20 \mu\text{T}$,
 $F = ?$

Решење: Интензитет силе опруге једнак је интензитету силе којом магнетно поље „избацује“ проводник (само је смер супротан!):

$$F \equiv F_m = B \cdot I \cdot l; \quad F = 0,08 \text{ mN.}$$



Слика 5.3

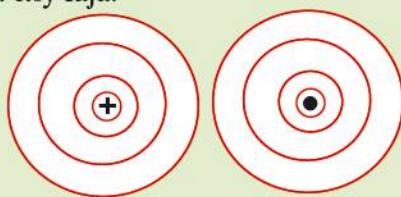


5.4. Задаци за самосталан рад

1. Магнетна игла која се налази у близини металног проводника скреће са свог правца када се кроз проводник пропусти електрична струја. На рачун које енергије је извршен рад потребан за закретање магнетне игле?
2. Да ли се гвоздена игла може извадити из епрувете, а да се епрувета не окрене?
3. Може ли се на Месецу оријентисати помоћу магнетног компаса?
4. Зашто железничке шине које су постављене у правцу север–југ временом постају намагнетисане?
5. Како су распоређене и усмерене линије силе магнетног поља око магнета на Слици 5.4?
6. На Слици 5.5 су приказане линије силе магнетног поља два паралелна праволинијска проводника нормалних на раван странице. Означите стрелицама смер линија силе магнетних поља, означивши претходно смер струја у оба случаја.

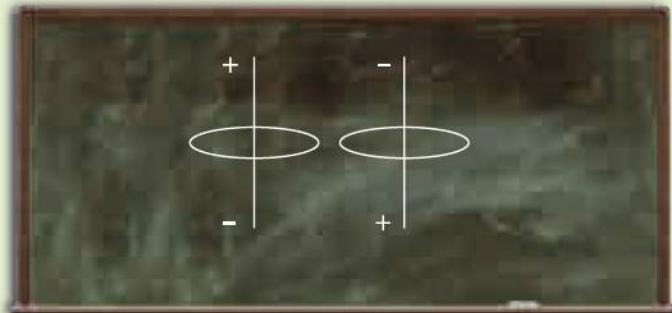


Слика 5.4

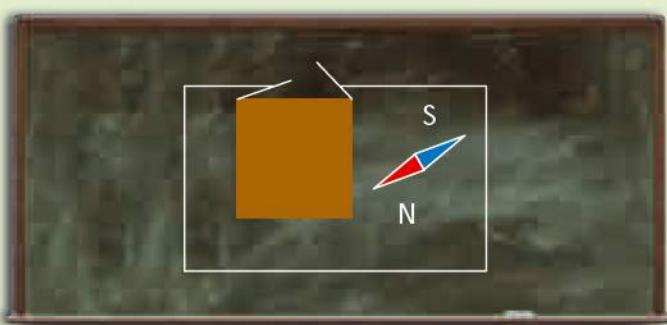


Слика 5.5

7. Означите стрелицама смер линија силе магнетног поља око два праволинијска проводника кроз које протиче електрична струја (Сл. 5.6).
8. Северни пол магнетне игле постављене испод проводника скреће при затварању електричног кола према посматрачу Слике 5.7. На основу тога означите полove употребљеног извора електричне струје.



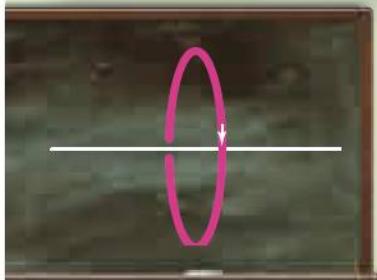
Слика 5.6



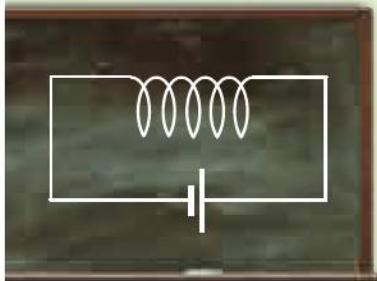
Слика 5.7

8 ФИЗИКА

- 1. Осцилаторно и таласно кретање
- 2. Светлосне појаве
- 3. Електрично поље
- 4. Електрична струја
- 5. Магнетно поље**
- 6. Елементи атомске и нуклеарне физике

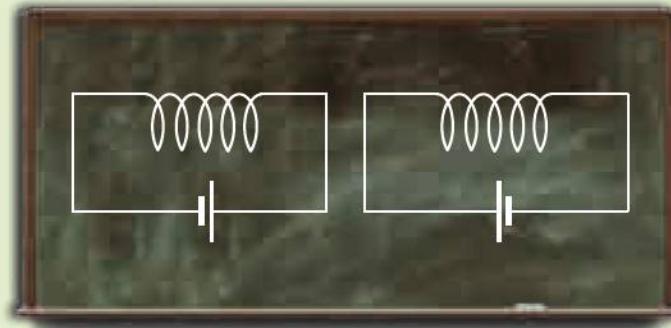


Слика 5.8



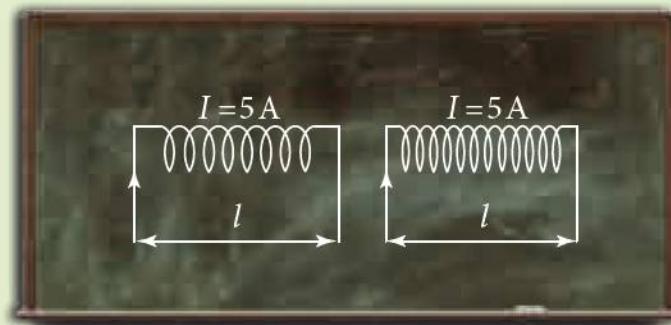
Слика 5.9

9. На Слици 5.8 је приказан смер линија силе магнетног поља право-линијског проводника са струјом. У ком смеру се крећу електрони у проводнику?
10. Означити магнетне полове калема са струјом приказаних на Слици 5.9.
11. На Слици 5.10 су приказана два калема са електричном струјом. Да ли се између тих калема јавља привлачна или одбојна сила?



Слика 5.10

12. Када се једном од полова магнетне игле приближи челична шипка, онда он скреће према челичној шипци. Да ли је то доказ да је челична шипка намагнетисана?
13. Врло често се дешава да челични комади који се преносе електромагнетном дизалицом не отпадају од електромагнета и после искључења електричне струје из његових намотаја. Како то објаснити? Шта би требало урадити да би комади челика отпали?
14. Да ли се помоћу магнетне игле може утврдити да ли је струја у проводнику стална или променљива?
15. Који од калемова приказаних на Слици 5.11 има магнетно поље већег интензитета?



Слика 5.11

16. Колики је магнетни флукс кроз површину $0,3 \text{ m}^2$ кроз коју нормално пролазе линије силе магнетног поља чија је магнетна индукција $0,1 \text{ T}$?
17. Флукс магнетног поља чије су линије силе нормалне на површину $0,24 \text{ m}^2$ износи $0,48 \text{ Wb}$. Колики је интензитет магнетне индукције?



6.

ЕЛЕМЕНТИ АТОМСКЕ И НУКЛЕАРНЕ ФИЗИКЕ

6.1. Резиме

- Најмања честица хемијског елемента која може самостално постојати и има сва његова хемијска својства назива се **атом**. Састоји се од **језгра** и **омотача**. Атомско језгро састоји се од **нуклеона**: позитивних **протона** и неутралних **неутрона**. Масе протона и неутрона су приближно једнаке и око 1840 пута веће од масе електрона.
- Број протона у језгру једнак је броју електрона у омотачу када се атом налази у електрично неутралном стању. Тада се назива **атомски (редни) број**. Означава се са Z и одређује место хемијског елемента у Периодном систему.

Укупан број протона и неутрона у атомском језгру је **масени број** атома. Обележава се са A .

Језгро, на пример, угљеника може да се представи симболично: ${}_6C^{12}$, што значи да ово језгро садржи 6 протона и 6 неутрона, односно да је $Z = 6, A = 12$.

- Пречник језгра је око 10^5 пута мањи од пречника атома, а пречник атома водоника је 10^{-10} м.
 - Пошто је маса електрона знатно мања од масе нуклеона, може се сматрати да је целокупна маса атома концентрисана у његовом језгру.
 - Између позитивних протона у језгру и негативно наелектрисаних електрона у његовом омотачу делују електричне привлачне сile. Електричне сile, али одбојног карактера, делују и између протона у језгру. Ове електричне сile би нарушиле стабилност атомског језгра да њихово узајамно деловање није компензовано **нуклеарним силама** које делују између нуклеона.
 - Нуклеарне сile су привлачне и око 100 пута већег интензитета од интензитета електричне сile која делује између протона.
- Нуклеарне сile имају веома мали домет, реда величине 10^{-15} м. Практично, делују само у оквиру атомског језгра обезбеђујући његову стабилност.
- Радиоактивност је појава да неки хемијски елементи с краја Периодног система спонтано емитују **радиоактивно зрачење**. Радиоактивно зрачење чине: **алфа-честице**, **бета-честице** и **гама-зрачење**. Алфа честице се састоје од два протона и два неутрона (хелијумово језгро). Бета честице су спонови брзих електрона. Гама-зрачење је електромагнетно зрачење са веома малом таласном дужином.
 - Период полураспада** је време за које се почетни број атома неког радиоактивног елемента смањи на половину (друга половина се распала).
 - Нуклеарна физија** је деоба (депање) тежих језгара на два нова лакша језгра уз ослобађање фисионе енергије, која је у поређењу са енергијом ослобођеном приликом хемијских реакција око милион пута већа.
 - У одређеном смислу супротан фисији постоји процес **нуклеарне фузије**. Нуклеарна фузија је спајање лаких и формирање нових језгара. У процесу фузије ослобађа се фисиона енергија неколико пута већа од енергије ослобођене у фисионим процесима, рачунато по једном нуклеону.



- **Ланчана реакција** је врста нуклеарне реакције у којој се у кратком времену (реда величине једне микросекунде) остварује фисија огромног броја језгара атома у фисионом материјалу. Ланчана реакција може да одржава процес цепања језгара као што се једном запаљена ватра у ложишту одржава док гориво постоји. Наравно, за одржавање нуклеарне ланчане фисионе „ватре“ потребна су посебна ложишта, тј. **нуклеарни реактори**.

Нуклеарни реактори су машине у којима се фисиони процеси могу започети и контролисано одржавати.

Нуклеарни реактори користе се за научно-истраживачке сврхе, за погон бродова – посебно ледоломаца, у нуклеарним електранама, које већ у високом проценту подмирују растућу потребу за електричном енергијом савременог друштва.

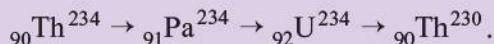


8 ФИЗИКА

- 1. Електростатика
- 2. Електрична струја
- 3. Магнетно поље
- 4. Електромагнетна индукција
- 5. Светлосне појаве
- 6. Елементи атомске и нуклеарне физике**

6.3. Примери

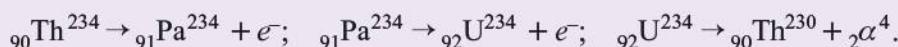
1. У датом низу изотопа сваки следећи изотоп се добија распадом претходног:



Које честице су емитоване у сваком од распада?



Решење: У прва два распада масени број се не мења, а атомски се повећава за 1. Дакле, у прва два распада емитоване су бета-честице. У трећем распаду масени број се смањује за 4, а атомски за 2, тј. у трећем распаду емитована је алфа-честица:



2. Радиоактивни изотоп јода ${}_{53}\text{J}^{128}$ користи се у медицини за проверу функционисања штитне жлезде. Период полураспада овог изотопа је 25 min . Ако је у почетном тренутку било $1,6 \cdot 10^{10}$ атома тог изотопа, одредити број нераспаднутих атома након 50 min .



Подаци: $T_{1/2} = 25 \text{ min}$, $N_0 = 1,6 \cdot 10^{10}$, $t = 50 \text{ min} = 2T_{1/2}$; $N = ?$

Решење: Након једног периода полураспада број нераспаднутих атома једнак је $\frac{N_0}{2}$. Након два периода полураспада број нераспаднутих атома ће бити половина од половине, тј.:

$$N = \frac{N_0}{4} = 4 \cdot 10^9.$$



6.4. Задаци за самосталан рад

1. Од којих честица се састоји атомско језгро?
2. Како се називају елементи чија атомска језгра имају исти број протона, а различит број неутрона?
3. Зашто се атоми не могу разбити чекићем?
4. Да ли гама-зраци имају већу или мању таласну дужину од видљиве светlosti?
5. Код којих елемената се запажа природна радиоактивност?
6. Наведите имена физичара који су посебно заслужни за проучавање радиоактивности.
7. Како се зову машине у којима се контролисано ослобађа нуклеарна енергија?
8. Наведите примере саобраћајних средстава за чији погон се користе нуклеарни реактори.
9. У чему је разлика између нуклеарних електрана и термоелектрана?
10. Колико електрона, протона и неутрона садржи атом олова $_{82}^{209}\text{Pb}$?
11. Одредити количину наелектрисања језгра уранијума $_{92}^{235}\text{U}$.
12. Радон $_{86}^{226}\text{Rn}$ је алфа-радиоактиван. Који елемент настаје као продукт распада?
13. Који елемент настаје бета-распадом фосфора $_{15}^{32}\text{P}$?
14. У радиоактивном низу, чији је почетни члан актинијум $_{89}^{226}\text{Ac}$ одиграла су се четири узастопна α -распада. Који хемијски елемент је настало на крају овог низа?
15. Који елементи настају β -распадом $_{38}^{90}\text{Sr}$ и $_{27}^{60}\text{Co}$?
16. Допуните следеће шеме распада радиоактивних изотопа:
 - a) $_{90}^{229}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{225}\text{Ra} + ?$;
 - b) $_{1}^{3}\text{H} \rightarrow {}_{2}^{3}\text{He} + ?$;
 - c) $_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + ?$;
 - d) $_{89}^{225}\text{Ac} \rightarrow ? + {}^4\alpha$;
 - e) $_{82}^{209}\text{Pb} \rightarrow ? + e^-$.





РЕШЕЊА

1. ОСЦИЛАТОРНО И ТАЛАСНО КРЕТАЊЕ

Провера знања

1. a; 2. б; 3. в; 4. а; 5. б; 6. б.

Задаци за самосталан рад

1. Типичан пример периодичног кретања, које није осцилаторно, је кретање Земље око Сунца.
2. Брзина тела, које је причвршћено за еластичну опругу, једнака је нули када се тело налази у амплитудним положајима. Убрзање тела једнако је нули у равнотежном положају.
3. Осцилације, чија се амплитуда смањује у току времена, зову се пригушене.
4. *Подаци:* $v = 1 \text{ Hz}$; $T = ?$; $t = ?$

Решење:

Период осциловања лопте је:

$$T = \frac{1}{v}; T = 1 \text{ s}$$

Време за које лопта стигне од руке кошаркаша до пода фискултурне сале једнако је полуperiоду осциловања:

$$v = \frac{c}{\lambda}; t = 0,5 \text{ s}$$

5. *Подаци:* $t = 1 \text{ min}$; $n = 70$; $v = ?$

Решење:

Фреквенција срчаних откуцаја је:

$$v = \frac{n}{t}; v = 1,17 \text{ Hz}$$

6. *Подаци:* $n = 20$; $t = 5 \text{ s}$; $T = ?$; $v = ?$

Решење:

Период осциловања метронома је

$$V = \frac{q}{C}; T = 0,25 \text{ s}$$

Фреквенција осциловања метронома:

$$v = \frac{c}{\lambda}; v = 4 \text{ Hz}$$

7. *Подаци:* $v = 100 \text{ Hz}$; $t = 10 \text{ s}$; $n = ?$

Решење:

Број осцилација које жилет начини је:

$$n = v \cdot t; n = 1000$$

8. *Подаци:* $m = 0,01 \text{ kg}$; $v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $E = ?$; $E_{p\max} = ?$

Решење:

Укупна механичка енергија куглице је:

$$x_2 = \frac{v^2 r}{3}; E = 0,08 \text{ J}$$

Максимална потенцијална енергија куглице која се постиже током кретања једнака је укупној механичкој енергији:

$$E_{p\max} = E; E_{p\max} = 0,08 \text{ J}$$



9. *Подаци:* $m = 0,1 \text{ kg}$; $k = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$; $x_0 = ?$
Решење:

Издужење опруге је:

$$x_0 = \frac{mg}{k}; x_0 = 1,96 \text{ cm}.$$

Период осциловања куглице зависи само од константе еластичности опруге и масе куглице. Према томе, период осциловања не зависи ни од брзине, ни од убрзања лифта.

10. Убрзање силе теже опада са надморском висином, па ће се на врху планине смањити период осциловања клатна. Према томе сат ће журити.
 11. Требало би понети сат са опругом, јер убрзање силе теже, а самим тим и период осциловања клатна, има различиту вредност на Марсу у односу на Земљу.
 12. Одред војника прелази преко моста вољним кораком, да услед механичке резонанције не би дошло до рушења моста.
 13. Када честице осцилују нормално на правац кретања таласа настају трансверзални таласи.
 14. *Подаци:* $\Delta x = 25 \text{ cm}$; $\Delta y = 15 \text{ cm}$; $\lambda = ?$; $A = ?$

Решење:

Таласна дужина таласа је:

$$\lambda = 2\Delta x; \lambda = 0,5 \text{ m}.$$

Амплитуда таласа је:

$$t_2 = \frac{A}{u}; A = 0,075 \text{ m}.$$

15. *Подаци:* $t = 1 \text{ min}$; $n = 14$; $\lambda = 35 \text{ m}$; $u = ?$

Решење:

Брзина таласа је:

$$u = \frac{(n-1) \cdot \lambda}{t}; u = 7,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

16. *Подаци:* $u_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\lambda_1 = 1,5 \text{ m}$; $u_2 = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\lambda_2 = ?$
Решење:

Из услова $v_1 = v_2$ следи:

$$\frac{u_1}{\lambda_1} = \frac{u_2}{\lambda_2}; \lambda_2 = \lambda_1 \cdot \frac{u_2}{u_1}; \lambda_2 = 1,2 \text{ m}.$$

17. *Подаци:* $u = 750 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; $\lambda = 310 \text{ km}$; $v = ?$
Решење:

Фреквенција цунамија је:

$$v = \frac{u}{\lambda}; v = 6,72 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}$$

18. *Подаци:* $\ell = 64 \text{ cm}$; $v = 400 \text{ Hz}$; $u = ?$

Решење:

Таласна дужина таласа је:

$$\lambda = \ell - \frac{\ell}{3} = \frac{2\ell}{3}.$$

Брзина простирања таласа је:

$$u = \lambda \cdot v; u = \frac{2\ell v}{3}; u = 170,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

19. Снажне експлозије које се дешавају на Сунцу не могу се чути на Земљи, јер звучни таласи не могу да се простиру кроз вакуум.
20. Космонаути не могу одржавати везу међу космичким бродовима звучним таласима, јер звучни таласи не могу да се простиру кроз вакуум.
21. Звучни таласи, чија фреквенција је мања од 20 Hz, зову се инфразвук.
22. Звоно се слабије чује када пада снег, јер се звучни таласи одбијају од пахуљица и делимично се (услед одбијања) поништавају.
23. Узрок подрхтавања је механичка резонанција која постоји између машина и разних предмета.

24. *Подаци:* $v = 3400 \text{ Hz}$; $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\lambda = ?$
Решење:

Таласна дужина звучног таласа је:

$$\lambda = \frac{c}{v}; \lambda = 0,1 \text{ m}.$$

25. *Подаци:* $\lambda = 0,5 \text{ m}$; $c = 1460 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v = ?$
Решење:

Фреквенција звучног таласа је:

$$v = \frac{c}{\lambda}; v = 2920 \text{ Hz}.$$

26. *Подаци:* $d_1 = 50 \text{ m}$; $d_2 = 500 \text{ km}$; $u = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{m}}$
Решење:

Време након кога учесник на митингу чује говорника:

$$I_3 = \frac{U}{R_3}; t_1 = 0,15 \text{ s}.$$

Време након кога слушалац поред радио-апарата чује говорника је:

$$I_3 = \frac{U}{R_3}; t_2 = 0,0017 \text{ s}.$$

Дакле, слушалац поред радио-апарата ће први чути говорника.

27. *Подаци:* $d = 100 \text{ m}$; $\lambda = 4 \text{ mm}$; $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v = ?$; $t = ?$
Решење:

Фреквенција овог таласа је:

$$v = \frac{c}{\lambda}; v = 85 \text{ kHz}.$$

Човек не може да чује ове таласе, јер је реч о ултразвуку ($v > 20 \text{ kHz}$).

Време након кога ће слепи миш регистровати ехо је:

$$t_2 = \frac{d}{u}; t = 0,59 \text{ s}.$$

28. *Подаци:* $\Delta t = 15 \text{ s}$; $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $u = 1460 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $d = ?$
Решење:

Време за које до брода стигне звучни талас који се простире кроз ваздух

је: $t_2 = \frac{d}{u}$

Време за које до брода стигне звучни талас који се простире кроз воду

је: $t_2 = \frac{d}{u}$

Из услова задатка је:

$$t_1 - t_2 = \Delta t.$$



Растојање од брода до светионика је:

$$d = \frac{uc}{u-c} \Delta t ; d = 6648 \text{ m.}$$

29. *Подаци:* $c = 340 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $h = 15 \text{ m}$; $\Delta t = ?$
Решење:

Камен до дна бунара стигне за време:

$$\tau = \frac{h}{c}.$$

Звук пада камена у воду стигне од дна до врха бунара за време:

$$\tau = \frac{h}{c}$$

Тражено време је:

$$\Delta t = t + \tau ; \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{h}{c}; \Delta t = 1,79 \text{ s.}$$

30. *Подаци:* $h = 62 \text{ m}$; $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\Delta t = ?$
Решење:

Време које је преостало раднику да се склони је:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{h}{c}; \Delta t = 3,37 \text{ s.}$$

2. СВЕТЛОСНЕ ПОЈАВЕ

Провера знања

1. б; 2. а; 3. а; 4. а; 5. а

Задаци за самосталан рад

- Блесак муње се види пре него што се чује удар грома зато што је брзина светlostи већа од брзине звука.
- Провидна тела немају сенке.
- Једно тело од датог извора светlostи истовремено може да има само једну сенку.
- Када је светlosни извор много мањи од осветљеног предмета или много удаљен од њега, кажемо да је то тачкасти извор светlostи.
- Таласна дужина светlostи је много мања од димензија препреке, па светlosни талас, за разлику од звучног, не може да „заобиђе“ препреку.
- Не, помрачење Сунца се може видети само са оних места на Земљи на која пада Месечева сенка.
- Дању се на прозорском стаклу одбија Сунчева светlost, па до ока посматрача не доспевају светlosни зраци од предмета у соби. С друге стране, посматрач из собе види спољашње предмете јер светlosни зраци који полазе од тих предмета пролазе кроз прозорско стакло.

8. *Подаци:* $h = 1 \text{ m}$, $d = 1,5 \text{ m}$, $D = 225 \text{ m}$; $H = ?$

Решење: Из релације $h : d = H : D$, следи да је висина Кеопсове пирамиде:

$$H = D \cdot \frac{h}{d}; \quad H = 150 \text{ m}.$$

9. *Подаци:* $\alpha = 90^\circ$; $\beta = ?$

Решење: Угао између упадног зрака и површине језера је:

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}; \quad \beta = 45^\circ.$$

10. Лик у равном огледалу је имагинаран (неестваран), симетричан предмету у односу на огледало као раван симетрије, једнак по величини предмету, усправан и на истом растојању иза огледала као и предмет испред огледала.

11. *Подаци:* $p = 1,5 \text{ m}$; $d = ?$

Решење: Удаљеност девојчице од њеног лика у равном огледалу је:

$$d = p + l; \quad d = 2p; \quad d = 3 \text{ m}.$$

12. *Подаци:* $P = 60 \text{ cm}$, $p = 0,4 \text{ m}$; $d = ?$

Решење: Растојање између највише тачке штапа и најниже тачке лика добија се из Питагорине теореме:

$$d = \sqrt{P^2 + (p+l)^2}; \quad d = \sqrt{P^2 + 4p^2}; \quad d = 1 \text{ m}.$$

13. *Подаци:* $v_p = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $u_p = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v_1 = ?$, $v_1' = ?$, $u_1 = ?$, $u_1' = ?$

Решење: Брзина лика лептира у систему везаном за огледало је:

$$v_1 = v_p; \quad v_1 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Брзина лептировог лика у систему везаном за лептира је:

$$v_1' = v_p + v_1; \quad v_1' = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Када би лептир променио правац свог кретања и почeo да лети паралелно са површином огледала, тада би брзина лептировог лика у односу на огледало била:

$$u_1 = u_p; \quad u_1 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Брзина лептировог лика у односу на лептира би била:

$$u_1' = u_1 - u_p; \quad u_1' = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

14. На слици „Бар код Фоли-Бержера“ постоје три детаља који нису у складу са законом одбијања светлости. Ликови боца, који се налазе у левом доњем углу слике, су „измештени“, тј. налазе се ближе предњем делу бара него што би требало. Друго, жена на слици се налази тачно испред посматрача, па би њен лик морао да буде иза ње и требало би да готово у потпуности буде заклоњен телом жене. Такође, лик посматрача, чији се одраз (лик) види у огледалу, је помеђен сувише удесно.



15. Подаци: $p_1 = 15$ см, $p_2 = 45$ см; $d = ?$

Решење: Растојање између глумице и лица муве у огледалу је:

$$d = l_1 + p_2; \quad d = p_1 + p_2; \quad d = 60 \text{ см.}$$

16. Подаци: $H = 202$ см, $l = 1$ м

Решење: Да би кошаркаш у огледалу могао да види своја стопала, светлосни зрак 1 треба да се одбије од доње ивице огледала право „у очи“ кошаркашу (очи су на слици обележене тачком O, Сл. 2.1.). Да би кошаркаш у огледалу могао да види своје теме, светлосни зрак 2 мора да се одбије од горње ивице огледала право у „очи“ кошаркашу. На основу геометријских односа са слике добија се да је минимална дужина огледала у којем кошаркаш може да види цело своје тело:

$$l_{\min} = CF = \frac{AO + OB}{2}; \quad l_{\min} = \frac{H}{2}; \quad l_{\min} = 101 \text{ см.}$$

Како је $l < l_{\min}$, то кошаркаш у овом огледалу неће моћи да види цело своје тело.

17. Подаци: $D = 100$ м, $L = 1,5$ м; $l = ?$

Решење: Положај лица пингвина је приказан на слици 2.2:

Дакле: $l = L + D; \quad l = 101,5 \text{ м.}$

18. Подаци: $d = 3$ м, $p = 1$ м; $l_1 = ?, \quad l_2 = ?, \quad l_3 = ?$

Решење: Растојања најближих ликова од огледала A су:

$$l_1 = p; \quad l_1 = 1 \text{ м.}$$

$$l_2 = d + \frac{2d}{3}; \quad l_2 = \frac{5d}{3}; \quad l_2 = 5 \text{ м.}$$

$$l_3 = \frac{d}{3} + d + d; \quad l_3 = \frac{8d}{3}; \quad l_3 = 8 \text{ м.}$$

19. Подаци: $\alpha = 60^\circ$, $\delta = 45^\circ$; $\beta_1 = ?, \quad \beta_2 = ?$

Решење: Угао између упадног и одбојног зрака је једнак двострукој вредности угла између упадног зрака и нормале:

$$\beta_1 = 2 \cdot (90^\circ - \alpha); \quad \beta_1 = 60^\circ.$$

Ако се огледало заротира око своје осе угао између упадног и одбојног зрака је:

$$\beta_2 = 2 \cdot (90^\circ - \alpha + \delta); \quad \beta_2 = 150^\circ.$$

20. При огледаљу у конкавном огледалу не види се верна слика лица, јер величина лица у конкавним огледалима зависи од даљине предмета од огледала и жижне даљине огледала. Облик лица зависи од облика огледала.

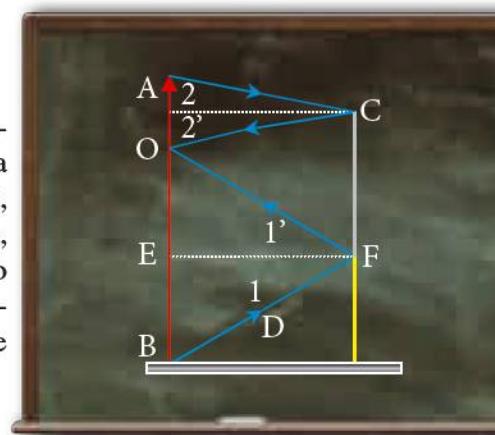
21. Након одбијања од огледала светлосни зрак има правац 2.

22. На раскрсницама или окукама аутомобилских путева постављају се испупчена огледала.

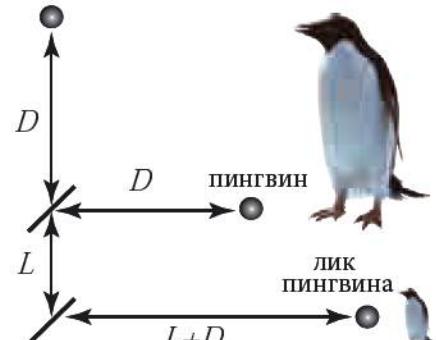
23. Подаци: $r = 30$ см; $f = ?$

Решење: Жижна даљина издубљеног огледала за бријање је:

$$f = \frac{r}{2}; \quad f = 15 \text{ см.}$$



Слика 2.1



Слика 2.2

24. Потаџи: $p = 15 \text{ cm}$, $l = 30 \text{ cm}$; $r = ?$
 Решење: На основу Слике 2.3 следи:

$$P:f = (P + L) : l; \quad \frac{P}{L} = \frac{p}{l}.$$

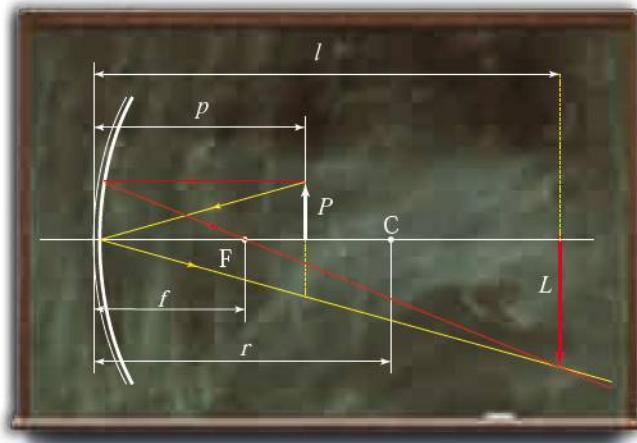
Радијус кривине огледала је:

$$r = 2f; \quad r = \frac{2pl}{p+l}; \quad r = 20 \text{ cm}.$$

25. Потаџи: $r = 40 \text{ cm}$, $p = 20 \text{ cm}$, $f = ?$
 Решење: Жижна даљина огледала је:

$$f = \frac{r}{2}; \quad f = 20 \text{ cm}.$$

Како је $p = f$, лик ће се налазити „у бесконачности“, па човек неће моћи да види свој лик у огледалу.



Слика 2.3

26. Потаџи: $p = 30 \text{ cm}$, $f = 25 \text{ cm}$; $l = ?$

Решење: На основу Слике 2.3 слично се добија да је удаљеност лица новчића од темена огледала:

$$l = \frac{pf}{p-f}; \\ l = 1,5 \text{ m}.$$

27. Потаџи: $f = 12 \text{ cm}$, $p = 6 \text{ cm}$, $P = 1 \text{ cm}$; $l = ?$, $L = ?$

Решење: Као и у претходном задатку удаљеност лица од темена огледала је:

$$l = \frac{pf}{p-f}; \quad l = -12 \text{ cm}.$$

Како је $l < 0$, лик предмета је имагинаран.

Висина лица је:

$$L = u \cdot P; \quad L = \frac{|l|}{p} \cdot P; \quad L = 2 \text{ cm},$$

одакле следи да је лик увећан.

28. Потаџи: $d = 380\,000 \text{ km}$; $t = ?$

Решење: Време које је потребно светlostи да пређе растојање од Земље до Месеца је:

$$t = \frac{d}{c}; \quad t = 1,27 \text{ s}.$$

29. Потаџи: $n = 4,5$; $d = ?$

Решење: Удаљеност између звезде Алфа Кентаура и Земље је:

$$d = n \cdot c \cdot t; \quad d = 4,26 \cdot 10^{13} \text{ km}.$$



30. *Подаци:* $c_s = 200\ 000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; $n_s = ?$

Решење: Индекс преламања стакла је:

$$n_s = \frac{c}{c_s}; \quad n_s = 1,5.$$

31. *Подаци:* $n_v = 1,33$, $n_l = 1,31$; $n_r = ?$

Решење: Релативни индекс преламања воде у односу на лед је:

$$n_r = \frac{n_v}{n_l}; \quad n_r = 1,015.$$

32. Светлост која доспева са небеских тела на Земљу пролази кроз слојеве ваздуха различитих густине, па се прелама на границама ових слојева. Зато посматрач види небеска тела на већој висини од one на којој се она стварно налазе. Ово се једино не дешава када се небеско тело налази у зениту изнад посматрача.

33. Индијанац неће уловити лососа, јер се због преламања светлости Индијанцу „чини“ да се риба налази ближе површини воде.

34. Сабирно сочиво се ставља испред сијалице електричне или цепне лампе, да би се светлосни зраци сакупили у светлосни спон.

35. *Подаци:* $f = 2,5 \text{ cm}$; $\omega = ?, r = ?$

Решење: Оптичка јачина очног сочива је:

$$\omega = \frac{1}{f}; \quad \omega = 40 \text{ D}.$$

Полупречник кривине очног сочива је:

$$r = 2f; \quad r = 5 \text{ cm}.$$

36.

$f [\text{cm}]$	10	100	20	80	-50	-40	100
$\omega [\text{D}]$	10	1	5	1,25	-2	-2,5	1

37. *Подаци:* $p = 50 \text{ cm}$, $l = 75 \text{ cm}$; $f = ?$

Решење: Из сличности треуглава (Слика 2.4) следи:

$$\frac{L}{P} = \frac{l}{p}; \quad \frac{P}{f} = \frac{L}{l-f}.$$

Комбиновањем ових једначина добија се да је тражена жижна даљина:

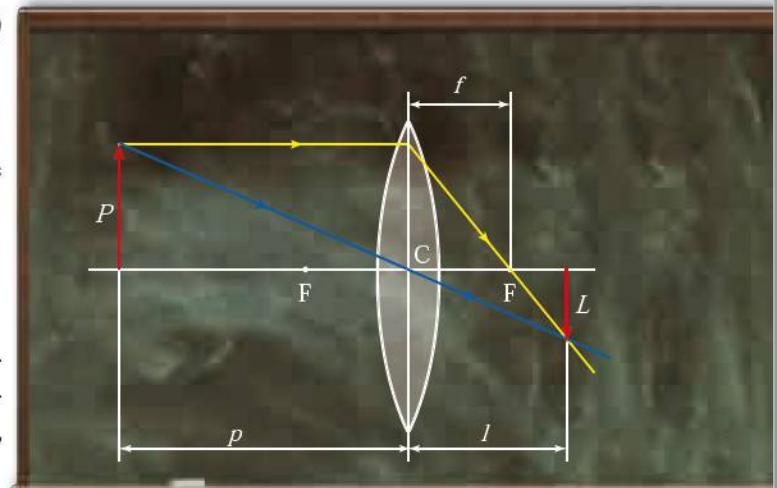
$$f = \frac{pl}{p+l}; \quad f = 30 \text{ cm}.$$

38. *Подаци:* $f = 40 \text{ cm}$, $p = 60 \text{ cm}$; $l = ?$

Решење: Растојање на које би требало поставити хартију да би се на њој добио јасан лик сијалице добија се слично као у пређашњем задатку, па је:

$$l = \frac{pf}{p-f}; \quad l = 120 \text{ cm}.$$

39. Слика 2.12а приказује само сабирна сочива.



Слика 2.4

40. Након преламања кроз сочиво светлосни зрак има правац 1 (Сл. 2.13).

41. Расипна сочива дају имагинарне ликове.

42. *Подаци:* $u_{\text{об}} = 70$, $u_{\text{ок}} = 6$; $u = ?$

Решење: Увећање микроскопа је:

$$u = u_{\text{об}} \cdot u_{\text{ок}}; \quad u = 420.$$

43. *Подаци:* $R = 0,45 \text{ cm}$, $u_{\text{об}} = 100$, $u_{\text{ок}} = 6$; $r = ?$

Решење: Полупречник црвеног крвног зрица је:

$$r = \frac{R}{u}; \quad r = \frac{R}{u_{\text{об}} \cdot u_{\text{ок}}}; \quad r = 0,0075 \text{ mm}.$$

3. ЕЛЕКТРИЧНО ПОЉЕ

Провера знања

1.б; 2.б; 3.а; 4.в; 5.а; 6.б.

Задаци за самосталан рад

1. Да, неутрално тело садржи позитивно наелектрисане протоне и негативно наелектрисане електроне. Позитивно наелектрисано тело такође поседује негативно наелектрисане електроне, али је њихов број мањи од броја протона које тело садржи.

2. Не може, пошто је људско тело проводник, па би носиоци наелектрисања били одведени у земљу.

3. Наелектрисана тела имају својство да привлаче лакша тела. После додира лакша тела се наелектришу и настаје одбијање.

4. Када је коса сува и чиста чешаљ се лако наелектрише, у противном ће се наелектрисати теже. На процес наелектрисавања знатно утиче и влажност ваздуха.

5. Не, кугле се неће привлачiti након њиховог додира, јер ће се при додиру кугле разелектрисати.

6. Неће, зато што је стакlena шипка изолатор.

7. Кулонов закон у строгом смислу важи само у случају тачкастих и сферних тела.

8. Интензитет електричне сile између два наелектрисана тела ће се повећати 16 пута, ако се растојање између тела смањи 4 пута.

9. Може, уколико се неутрално тело доведе у контакт са земљом.

10. *Подаци:* $q = 1 \text{ C}$; $N = ?$

Решење: Број елементарних наелектрисања које садржи 1 C је:

$$N = \frac{q}{e}; \quad N = 6,24 \cdot 10^{18}.$$

11. *Подаци:* $N = 10^{17}$; $q = ?$

Решење: Укупна количина негативног наелектрисања које зрице садржи је:

$$q = -N \cdot e; \quad q = -0,016 \text{ C}.$$



12. *Подаци:* $m = 50 \text{ kg}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = ?$

Решење: Број електрона које гас садржи је:

$$N = \frac{m}{m_e}.$$

Укупна количина негативног наелектрисања које гас садржи је:

$$q = -N \cdot e; q = -\frac{m \cdot e}{m_e}; q = -8,80 \cdot 10^{12} \text{ C.}$$

13. *Подаци:* $r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $F_e = ?$

Решење: Интензитет електростатичке силе којом интерагују електрон и протон је:

$$F_e = k \frac{e^2}{r^2}; F_e = 8,22 \cdot 10^{-8} \text{ N.}$$

14. *Подаци:* $r = 2,82 \cdot 10^{-10} \text{ m}$; $F = ?$

Решење: Интензитет електростатичке силе којом се привлаче јони натријума и хлора у молекулу кухињске соли је:

$$F = k \frac{e^2}{r^2}; F = 2,90 \cdot 10^{-9} \text{ N.}$$

15. *Подаци:* $r = 1 \text{ cm}$, $q = -1 \cdot 10^{-16} \text{ C}$; $F = ?$

Решење: Интензитет електростатичке силе којом се капљице одбијају је:

$$F = k \frac{q^2}{r^2}; F = 9 \cdot 10^{-19} \text{ N.}$$

16. *Подаци:* $q = 1 \mu\text{C}$, $F = 10 \text{ N}$; $r = ?$

Решење: Растојање између честица је:

$$r = \sqrt{\frac{kq^2}{F}}; r = 3 \text{ cm.}$$

17. *Подаци:* $r = 5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $F = 3,7 \cdot 10^{-9} \text{ N}$; $q = ?$

Решење: Наелектрисање јона је:

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{k}}; q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

18. *Подаци:* $F = 10 \text{ N}$; $F' = ?$

Решење: Нека је $q_1 = q_2 = q$. Тада је:

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

Након довођења у контакт куглице 1 са истом таквом неутралном куглицом, наелектрисање куглице 1 је:

$$q_1' = \frac{q}{2}.$$

Интензитет силе којом куглице интерагују је:

$$F' = k \frac{q_1' \cdot q_2}{r^2}; F' = k \frac{q^2}{2r^2}; F' = \frac{F}{2}; F' = 5\text{N}.$$

19. *Подаци:* $q_1 = 5 \mu\text{C}$, $q_2 = 3 \mu\text{C}$, $q_3 = 1 \mu\text{C}$, $d = 10 \text{ cm}$; $F_3 = ?$

Решење: Интензитет силе која делује на честицу 3 је:

$$F_3 = F_{13} - F_{23}; F_3 = k \frac{q_1 q_3}{d^2} - k \frac{q_2 q_3}{d^2}; F_3 = 1,8 \text{ N}.$$

20. Наелектрисана куглица електростатичком индукцијом раздваја позитивно и негативно наелектрисање на проводнику, па се око њега образује електрично поље које делује на наелектрисану куглицу.

21. *Подаци:* $q_1 = 1 \text{ nC}$; $q_2 = 4 \text{ nC}$; $r = 1 \text{ m}$; $x_1 = ?$, $x_2 = ?$

Решење: Да би електрично поље било једнако нули резултујућа сила која делује на пробно наелектрисање које се налази на правој која спаја честице мора бити једнак нули:

$$F = 0.$$

Пробно наелектрисано тело се мора налазити на дужи која спаја честице 1 и 2, јер су само у том случају силе којима честице 1 и 2 делују на пробно наелектрисање супротно усмерене. Дакле, интензитети сила којом честице 1 и 2 делују на пробно наелектрисано тело морају бити међусобно једнаки:

$$F_1 = F_2.$$

Ако са x_1 и x_2 обележимо растојања пробног наелектрисаног тела од честица 1 и 2 следи:

$$\frac{q_1}{x_1^2} = \frac{q_2}{x_2^2}; x_2^2 = 4x_1^2, x_2 = 2x_1.$$

где је q количина наелектрисања којом је наелектрисано пробно наелектрисано тело. Даље је:

$$k \frac{q q_1}{x_1^2} = k \frac{q q_2}{x_2^2},$$

Како је: $x_1 + x_2 = r$,
следи:

$$x_1 = \frac{r}{3}; x_1 = 0,33 \text{ m} \text{ и } x_2 = \frac{2r}{3}; x_2 = 0,67 \text{ m}.$$



22. Погаџи: $E = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$; $F = ?$

Решење: Интензитет електростатичке силе која делује на електрон је:

$$F = e \cdot E; \quad F = 1,60 \cdot 10^{-14} \text{ N.}$$

23. Погаџи: $a = 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; $E = ?$

Решење: Из другог Њутновог закона следи:

$$m_e \cdot a = F; \quad m_e \cdot a = e \cdot E, \text{ па је јачина електричног поља:}$$

$$E = \frac{m_e \cdot a}{e}; \quad E = 5,69 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

24. Погаџи: $E = 5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $t = 1 \text{ ms}$; $s = ?$, $v = ?$

Решење:

Интензитет електростатичке силе која делује на електрон је:

$$F = eE.$$

Електрон се креће равномерно убрзано, убрзањем a , које одређујемо применом Другог Њутновог закона:

$$F = ma.$$

Даље је:

$$a = \frac{eE}{m}, \text{ па електрон за дато време пређе пут:}$$

$$s = \frac{1}{2}at^2; \quad s = \frac{eEt^2}{2m}; \quad s = 44 \text{ m.}$$

Брзина електрона на крају датог временског интервала износи:

$$v = at; \quad v = \frac{eEt}{m}; \quad v = 8,8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

25. Погаџи: $V = 10^{-9} \text{ mm}^3$, $E = 400 \frac{\text{N}}{\text{C}}$; $Q = ?$, $q = ?$

Решење: Тежина капљице је:

$$Q = mg; \quad Q = \rho V g; \quad Q = 9,81 \cdot 10^{-15} \text{ N.}$$

Како капљица лебди у ваздуху то је резултантна сила која на њу делује једнака нули, па је количина наелектрисања којом је капљица наелектрисана:

$$q \cdot E = mg; \quad q = \frac{mg}{E}; \quad q = 2,45 \cdot 10^{-17} \text{ C.}$$

26. Због правилног распореда наелектрисања стаклена шипка на свим местима има исти електрични потенцијал.

27. Потенцијали проводника ће бити једнаки јер су капацитети проводника међусобно једнаки.

28. Не, при томе се не врши рад, јер се наелектрисано тело креће по површини у чијим тачкама су потенцијали једнаки.

29. *Подаци:* $V_1 = 50 \text{ V}$, $V_2 = -30 \text{ V}$; $U = ?$
Решење: Напон између посматраних тачака је:

$$U = V_1 - V_2; \quad U = 80 \text{ V}.$$

30. *Подаци:* $q = 0,8 \text{ C}$, $A = 200 \text{ J}$; $U = ?$
Решење: Тражена разлика потенцијала је:

$$U = \frac{A}{q}; \quad U = 250 \text{ V}.$$

31. *Подаци:* $U_{AB} = 110 \text{ V}$, $q = 11 \text{ C}$; $A = ?$
Решење: Извршени рад је:

$$A = U_{AB} \cdot q; \quad A = 1210 \text{ J}.$$

32. *Подаци:* $U = 200 \text{ V}$; $v = ?$
Решење: Из закона одржања енергије следи:

$$E_k = A; \quad \frac{m_e v^2}{2} = U \cdot e.$$

Брзина електрона је:

$$v = \sqrt{\frac{2U \cdot e}{m_e}}; \quad v = 8,39 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

33. *Подаци:* $v_1 = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_2 = 1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $m = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $U = ?$

Решење: Из закона одржања енергије следи:

$$A = E_{k2} - E_{k1}; \quad A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}; \quad e \cdot U = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}; \quad U = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2e}; \\ U = 391,9 \text{ MV}.$$

34. Кугла која има већи полупречник има мањи електрични потенцијал, па ће се позитивно наелектрисање кретати од мање кугле ка већој док се потенцијали не изједначе.

35. *Подаци:* $V_1 = 10 \text{ V}$, $V = 7 \text{ V}$; $V_2 = ?$

Решење: Потенцијал који потиче од другог тела је:

$$V_2 = V - V_1; \quad V_2 = -3 \text{ V}.$$

36. *Подаци:* $U = 0,07 \text{ V}$; $d = 0,1 \mu\text{m}$; $E = ?$

Решење: Јачина електричног поља унутар ћелијске мембране износи:

$$E = \frac{U}{d}; \quad E = 7 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$$

37. *Подаци:* $E = 100 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $h = 202,87 \text{ m}$; $U = ?$

Решење: Разлика потенцијала између врха и подножја Авалског торња износи:

$$U = Eh; \quad U = 20,29 \text{ kV}.$$

38. *Подаци:* $C = 50 \text{ pF}$, $U_{\min} = 0,15 \text{ V}$; $q_{\min} = ?$

Решење: Минимална количина наелектрисања која се може измерити овим електрометром је:

$$q_{\min} = C \cdot U_{\min}; \quad q = 7,5 \cdot 10^{-12} \text{ C}.$$

39. *Подаци:* $q = 5 \mu\text{C}$; $C = 10 \text{ nF}$; $V = ?$

Решење: Потенцијал металне кугле је: $V = \frac{q}{C}$; $V = 500 \text{ V}$.



4. ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

Провера знања

1.a; 2.б; 3.a; 4.б; 5.a.

Задаци за самосталан рад

1. Електрична струја у металним проводницима је усмерено кретање електрона изазвано електричним пољем.
2. Топлотно кретање електрона у металним проводницима није усмерено, већ хаотично кретање. Такво кретање електрона не може да „произведе“ струју.
3. Електрони и позитивни и негативни јони могу бити носиоци електричне струје у разним срединама.
4. Носиоци електричне струје између полова акумулатора у његовој унутрашњости су јони.
5. *Подаци:* $t = 20 \mu\text{s}$, $I = 10\,000 \text{ A}$; $q = ?$

Решење: Количина наелектрисања која је протекла кроз стуб је:

$$q = I \cdot t; \quad q = 0,2 \text{ C}.$$

6. *Подаци:* $I = 2 \mu\text{A}$, $q = 1 \text{ C}$; $t = ?$

Решење: Тражено време је:

$$t = \frac{q}{I}; \quad t = 138,89 \text{ h}.$$

7. *Подаци:* $t = 1 \text{ s}$, $V = 500 \text{ cm}^3$; $I = ?$

Решење: Укупан број молекула воде који за дато време прође кроз попречни пресек црева је:

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M}; \quad N = N_A \cdot \frac{\rho \cdot V}{M},$$

где је N_A Авогадров број, а M молска маса воде. Како један молекул воде садржи 10 електрона то је тражена јачина струје негативних наелектрисања:

$$I = \frac{q}{t}; \quad I = \frac{10 N_A e}{t}; \quad I = \frac{10 N_A \frac{\rho \cdot V}{M} e}{t}; \quad I = 26,79 \text{ MA}.$$

Присуство струје негативних наелектрисања се не опажа због тога што су молекули воде електронеутрални, па у истом смеру противе струја позитивних наелектрисања која има исту вредност.

8. Доводни проводници имају мању електричну отпорност, односно већи попречни пресек и у њима се ослобађа мања количина топлоте.
9. Не, електрична отпорност проводника зависи од његовог попречног пресека, дужине и специфичне отпорности материјала од кога је проводник начињен.
10. *Подаци:* $S = 50 \text{ cm}^2$, $l = 20 \text{ m}$, $\rho = 3 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$; $R = ?$

Решење: Електрична отпорност шине је:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad R = 1,2 \text{ m}\Omega.$$

11. *Подаци:* $d = 2 \text{ mm}$, $l = 4 \text{ m}$, $R = 50 \text{ m}\Omega$; $\rho = ?$

Решење: Специфична електрична отпорност материјала од кога је жица начињена је:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}; \quad \rho = \frac{R \cdot \frac{d^2 \pi}{4}}{l}; \quad \rho = 3,93 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}.$$

12. *Подаци:* $l = 1 \text{ m}$, $a = 5 \text{ mm}$, $\rho_{\text{Al}} = 2,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$,

$$\rho_{\text{Cu}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}; \quad R = ?, \quad d = ?$$

Решење: Електрична отпорност алуминијумске шипке је:

$$R = \rho_{\text{Al}} \cdot \frac{l}{a^2}; \quad R = 1,1 \text{ m}\Omega.$$

Пречник бакарне жице је:

$$d = \sqrt{\frac{4\rho_{\text{Cu}} l}{\pi R}}; \quad d = 4,42 \text{ mm}.$$

13. *Подаци:* $R_1 = 10 \Omega$, $l_2 = 3l_1$, $S_2 = \frac{S_1}{2}$; $R_2 = ?$

Решење: Електрична отпорност другог проводника је:

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2}; \quad R_2 = 6 \rho \frac{l_1}{S_1}; \quad R_2 = 6R_1; \quad R_2 = 60 \Omega.$$

14. *Подаци:* $l_2 = 2l_1$, $R_2 = 8 \Omega$, $V_2 = V_1$; $R_1 = ?$

Решење: Како је запремина жице остала непромењена то је:

$$S_1 l_1 = S_2 l_2; \quad S_2 = \frac{S_1}{2}.$$

Електрична отпорност жице након истезања је:

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} \text{ и } R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2}, \text{ односно: } R_1 = R_2 \cdot \frac{1}{4} = 2 \Omega.$$

15. *Подаци:* $S = 4 \text{ mm}^2$, $R = 1,69 \Omega$, $\rho_m = 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

$$\rho_e = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}; \quad m = ?$$

Решење: Маса бакарног проводника је:

$$m = \rho_m \cdot V; \quad m = \rho_m \cdot S \cdot l; \quad m = \rho_m \cdot S \cdot \frac{R \cdot S}{\rho_e}; \quad m = \frac{\rho_m S^2 R}{\rho_e}; \\ m = 14,24 \text{ kg}.$$

16. Примери електричних извора су галвански елемент, акумулатор, а потрошачи су решо, пегла, бојлер итд.

17. *Подаци:* $I = 2 \text{ A}$, $U = 220 \text{ V}$; $R = ?$

Решење: Електрична отпорност пегле је:

$$R = \frac{U}{I}; \quad R = 110 \Omega.$$

18. *Подаци:* $r_A = 0,02 \Omega$, $I_{\max} = 10 \text{ A}$, $U = 2 \text{ V}$;

Решење: Јачина електричне струје, која би у том случају протицала кроз акумулатор износи:

$$I = \frac{U}{r_A}; \quad I = 100 \text{ A}.$$

Како је $I > I_{\max}$, то се овај амперметар не сме непосредно везати за полове акумулатора.



19. *Подаци:* $I_{\min} = 50 \text{ mA}$, $U = 80 \text{ V}$, $R = 4000 \Omega$;

Решење: Електрична струја која протиче кроз тело електричара има јачину:

$$I = \frac{U}{R}; \quad I = 20 \text{ mA.} \quad \text{Како је } I < I_{\min} \text{ неопрезни електричар ће ипак остати неозлеђен.}$$

20. *Подаци:* $R = 80 \Omega$, $U = 220 \text{ V}$; $I = ?$

Решење: Јачина електричне струје која протиче кроз проводник је:

$$I = \frac{U}{R}; \quad I = 2,75 \text{ A.}$$

21. *Подаци:* $R = 4 \Omega$, $U = 12 \text{ V}$, $t = 2 \text{ min}$; $q = ?$

Решење: Количина наелектрисања која протекне кроз попречни пресек проводника:

$$q = I \cdot t; \quad q = \frac{U}{R} \cdot t; \quad q = 360 \text{ C.}$$

22. *Подаци:* $I = 0,2 \text{ A}$, $R = 7 \Omega$; $U = ?$

Решење: Пад напона на сијалици је: $U = R \cdot I$; $U = 1,4 \text{ V}$.

23. *Подаци:* $R = 100 \Omega$, $t = 10 \text{ min}$, $q = 240 \text{ C}$; $U = ?$

Решење: Напон на крајевима отпорника је:

$$U = R \cdot I; \quad U = R \cdot \frac{q}{t}; \quad U = 40 \text{ V.}$$

24. Електрична кола су увек прорачуната за дозвољену вредност електричне струје. Ако се, из било ког разлога, струја у колу повећа изнад дозвољене вредности, потрошач се прекомерно загрева, што може довести до оштећења. Да би се те незгоде спречиле у електрично коло се везују осигурачи.

25. Електрична струја која протиче кроз трамвајске шине има незнатну јачину и није опасна по здравље.

26. Када птице стоје на проводницима са електричном струјом, оне не затварају електрично коло. У случају да „премошћавају“ проводне жице са електричном струјом, оне доживљавају електрични удар.

27. При додиру проводника са електричном струјом када стојимо на земљи нашим телом затварамо електрично коло.

28. *Подаци:* $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$, $I = 50 \text{ A}$, $r = 0,04 \Omega$; $U = ?$

Решење: Напон на акумулатору је:

$$U = \mathcal{E} - rI; \quad U = 10 \text{ V.}$$

29. *Подаци:* $R = 4 \Omega$, $\mathcal{E} = 2 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$; $I = ?$

Решење: Електрична струја која протиче кроз коло има јачину:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; \quad I = 0,4 \text{ A.}$$

30. Да би се одредио рад електричне струје потребни су амперметар, волтметар и мерац времена.

31. *Подаци:* $I = 2 \text{ A}$, $U = 12 \text{ V}$; $P = ?$

Решење: Снага сијалица је:

$$P = U \cdot I; \quad P = 24 \text{ W.}$$

32. *Подаци:* $I = 1000 \text{ A}$, $U = 5 \text{ kV}$; $P = ?$

Решење: Снага хидроелектране износи:

$$P = U \cdot I; \quad P = 5 \text{ MW.}$$

33. *Подаци:* $P = 400 \text{ W}$, $U = 220 \text{ V}$; $I = ?$
Решење: Јачина електричне струје која протиче кроз машину за веш је:

$$I = \frac{P}{U}; \quad I = 1,82 \text{ A.}$$

34. *Подаци:* $P = 2 \text{ kW}$, $U = 220 \text{ V}$, $I_{\max} = 9,2 \text{ A}$;
Решење: Јачина електричне струје која би протицала кроз тестеру је:

$$I = \frac{P}{U}; \quad I = 9,09 \text{ A.}$$

Како је $I < I_{\max}$ тестера се сме прикључити на извор напона.

35. *Подаци:* $P = 4 \text{ W}$, $\varepsilon = 9 \text{ V}$, $t = 4 \text{ h}$; $q = ?$
Решење: Количина наелектрисања која протекне кроз вокмен је:

$$q = I \cdot t; \quad q = \frac{P}{E} t; \quad q = 6400 \text{ C.}$$

36. *Подаци:* $P = 400 \text{ W}$, $\tau = 0,5 \text{ h}$, цена = $2,5 \frac{\text{din}}{\text{kWh}}$; $\text{рачун} = ?$
Решење: Месечни рачун за коришћење фена је:
 рачун = $P \cdot t \cdot \text{цена}$; рачун = $P \cdot 30\tau \cdot \text{цена}$; **рачун = 15 дин.**

37. *Подаци:* $P = 500 \text{ W}$, $\tau = 3 \text{ h}$, цена = $2,5 \frac{\text{din}}{\text{kWh}}$; $\text{рачун} = ?$
Решење: Месечни рачун за коришћење пегле је:
 рачун = $P \cdot t \cdot \text{цена}$; рачун = $P \cdot 30\tau \cdot \text{цена}$; **рачун = 112,5 дин.**

38. *Подаци:* $U = 220 \text{ V}$, $I = 10 \text{ A}$, $\tau = 6 \text{ h}$; $Q = ?$
Решење: Електрична енергија коју утроши термоакумулациона пегла је:

$$Q = P \cdot t; \quad Q = U \cdot I \cdot t; \quad Q = 13,2 \text{ kWh.}$$

39. *Подаци:* $R = 40 \Omega$, $t = 5 \text{ min}$, $I = 4 \text{ A}$; $Q = ?$
Решење: Количина топлоте која се ослободи на пегли је:

$$Q = RI^2t; \quad Q = 192 \text{ kJ.}$$

40. *Подаци:* $R_1 = 360 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$, $R_3 = 40 \Omega$; $R_e = ?$



Решење: Еквивалентни отпор је:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 : R_e = 580 \Omega.$$

41. *Подаци:* $R_e = 320 \Omega$, $R_1 = 960 \Omega$; $R_2 = ?$

Решење:

Како је:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ то је: } R_2 = \frac{R_1 R_e}{R_1 - R_e} ; R_2 = 480 \Omega.$$

42. *Подаци:* $R = 100 \Omega$; $R_e = ?$

Решење:

Еквивалентни отпор је :

$$u = \frac{(n-1) \cdot t}{t} ; R_e = 250 \Omega.$$

43. *Подаци:* $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 40 \Omega$; $R_e = ?$

Решење:

Еквивалентни отпор је:

$$R_e = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} ; R_e = 33,33 \Omega.$$

44. *Подаци:* $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 400 \Omega$; $R_e = ?$

Решење:

Електрични отпорници су везани паралелно, па је :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} ; R_e = 923,1 \text{ m}\Omega.$$

45. *Подаци:* $\varepsilon = 2 \text{ V}$, $I = 0,1 \text{ A}$; $R = ?$

Решење:

Отпор отпорника је:

$$R = \frac{\varepsilon}{2I} ; R = 10 \Omega.$$

46. *Подаци:* $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 22 \Omega$, $R_3 = 110 \Omega$, $U = 220 \text{ V}$; $I = ?$, $I_1 = ?$, $I_2 = ?$, $I_3 = ?$

Решење:

Јачина струје која протиче кроз неразгранати део кола је :

$$I = \frac{U}{R_e} ; I = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) ; I = 34 \text{ A.}$$

Кроз отпорнике протичу струје јачина:

$$I_3 = \frac{U}{R_3} ; I_1 = 22 \text{ A}; I_3 = \frac{U}{R_3} ; I_2 = 10 \text{ A}; I_3 = \frac{U}{R_3} ; I_3 = 2 \text{ A.}$$

47. *Подаци:* $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $\varepsilon = 12 \text{ V}$; $I_1 = ?$, $I_2 = ?$, $I_3 = ?$

Решење:

Еквивалентни спољашњи отпор у колу је : $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$

Струја која протиче кроз отпорник R_3 је:

$$I_3 = \frac{\varepsilon}{R} ; I_3 = \frac{\varepsilon}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3} ; I_3 = 2 \text{ A}.$$

Напон на отпорницима R_1 и R_2 је:

$$U_1 = U_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_3,$$

Струје које протичу кроз отпорнике R_1 и R_2 су:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} ; I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_3 ; I_1 = 1,33 \text{ A}.$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} ; I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_3 ; I_2 = 0,67 \text{ A}.$$

48. *Подаци:* $I_1 = 0,2 \text{ A}$; $I_2 = ?$

Решење:

Када су отпорници везани редно еквивалентни отпор је:

$$R_1 = R + 2R + 4R + 8R ; R_1 = 15R.$$

Када су отпорници везани паралелно еквивалентни отпор је:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} + \frac{1}{8R} ; R_2 = \frac{8}{15} R.$$

Јачина струје која протиче кроз коло када су отпорници везани паралелно је:

$$I_2 = \frac{U}{R_2} ; I_2 = \frac{15U}{8R}. (*)$$

Јачина струје која протиче кроз коло када су отпорници везани редно је:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} ; I_1 = \frac{U}{15R}. (**)$$

Из релација (*) и (**) следи:

$$I_2 = \frac{255}{8} I_1 ; I_2 = 5,625 \text{ A}.$$

49. Амперметар се укључује редно у електрично коло да би кроз њега протицала иста струја као кроз потрошач. Волтметар се укључује паралелно у електрично коло да би напон који показује волтметар био једнак напону на потрошачу. Електрични отпор амперметра је мали, да се укључивањем амперметра струја у колу не би много променила. Електрични отпор волтметра је велики због тога што се у том случају напони на потрошачу пре и после укључивања волтметра много не разликују.

50. *Подаци:*

$$R_1 = 0,8 \Omega, R_2 = 1 \Omega, R_3 = 0,5 \Omega, \varepsilon = 2,1 \text{ V}, r = 0,2 \Omega, r_A = 0,05 \Omega ; I_A = ?$$

Решење: Јачина струје коју ће показивати амперметар је :

$$I_A = \frac{\varepsilon}{R + r + r_A} ; I_A = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3 + r + r_A} ; I_A = 0,82 \text{ A}.$$



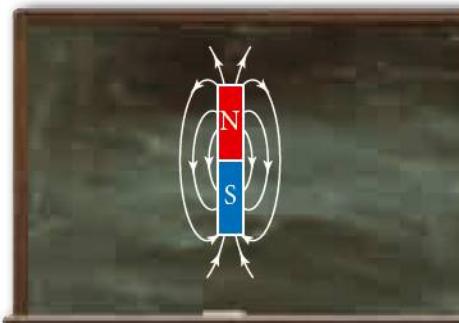
5. МАГНЕТНО ПОЉЕ

Провера знања

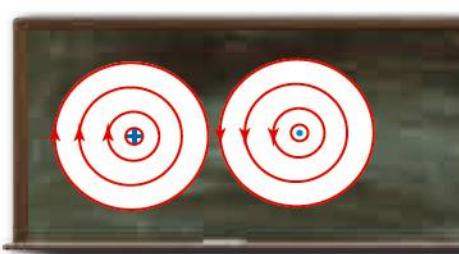
1.б; 2.а; 3.б; 4.б; 5.б.

Задаци за самосталан рад

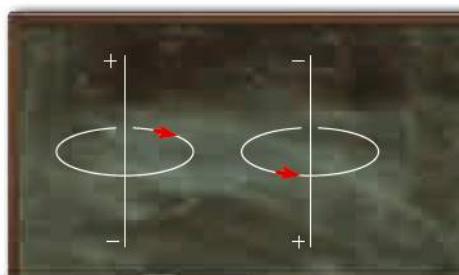
- Рад на окретању магнетне игле извршен је на рачун електричне енергије у проводнику.
- Гвоздена игла се може извадити из епрувете, а да се епрувeta не окрене, ако делујемо на иглу магнетом кроз стакло.
- Не, на Месецу се не може оријентисати помоћу магнетног компаса, зато што Месец нема магнетно поље.
- Железничке шине се налазе у Земљином магнетном пољу и оне се намагнетишу магнетном индукцијом.
- Линије силе магнетног поља су приказане на Слици 5.1.
- Смер линија сила магнетног поља приказан је на Слици 5.2.
- Смер линија сила магнетног поља одређује се правилом десне руке (Сл. 5.3).
- Правилом десне руке утврђује се да електрична струја у колу има смер од левог ка десном полу извора. На основу тога следи да је леви пол позитиван, а десни негативан, као што је приказано на Слици 5.4.
- Електрична струја има смер с лева на десно, а слободни електрони се крећу у супротном смеру.
- Према правилу десног завртња на левом крају калема је северни, а на десном јужни пол (Сл. 5.5).
- На ближим крајевима индукују се истоимени (јужни) полови (Слика 5.6) због чега између њих постоји одбојна магнетна сила.



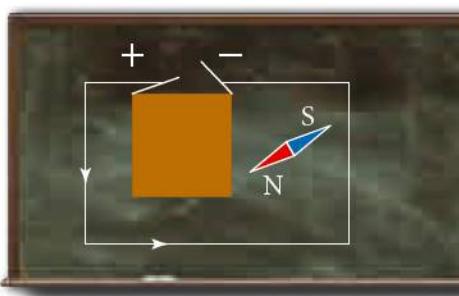
Слика 5.1



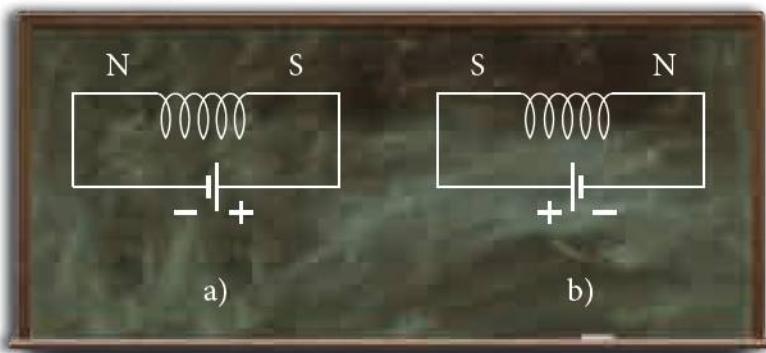
Слика 5.2



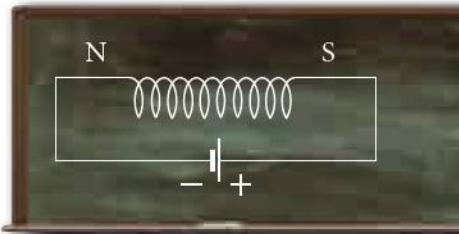
Слика 5.3



Слика 5.4



Слика 5.6



Слика 5.5

12. Привлачење између магнетне игле и челичне шипке је узајамно, а последица је магнетне индукције у шипци од челика. На основу тога не може се закључити да је шипка трајно намагнетисана. Шипка испољава магнетна својства док је у близини магнетне игле.
13. Челик је стални магнет и задржава магнетна својства и након искључења електричне струје из намотаја дизалице. Да би комади челика отпали, требало би променити смер електричне струје у намотајима електромотора.
14. Ако магнетна игла скрене и задржи одређен угао, кроз проводник противе струја сталне јачине. Ако магнетна игла непрекидно скреће (трепери), кроз проводник противе струја променљиве вредности.
15. Интензитет магнетног поља има већу вредност у другом калему, јер има већи број навојака.
16. *Подаци:* $S = 0,3 \text{ m}^2$, $B = 0,1 \text{ T}$; $\Phi = ?$
Решење: Флукс магнетног поља је:

$$\Phi = B \cdot S; \quad \Phi = 0,03 \text{ Wb.}$$
17. *Подаци:* $S = 0,24 \text{ m}^2$, $\Phi = 0,48 \text{ Wb}$; $B = ?$
Решење: Интензитет магнетне индукције је:

$$B = \frac{\Phi}{S}; \quad B = 2 \text{ T.}$$

6. ЕЛЕМЕНТИ АТОМСКЕ И НУКЛЕАРНЕ ФИЗИКЕ

Провера знања

1.б; 2.б; 3.б; 4.б; 5.б.

Задаци за самосталан рад

1. Атомско језгро се састоји од позитивно наелектрисаних протона и неутралних неутрона.
2. Хемијски елементи чија језгра имају исти број протона, а различите бројеве неутрона називају се изотопи.
3. Ударамо ли снажно чекићем, на пример зрно песка, никада нећемо погодити ни атоме ни молекуле јер су веома ситни (зрно песка садржи милијарде атома).
4. Гама-зраци имају много већу енергију, тј. знатно мању таласну дужину од видљиве светlostи.
5. Природна радиоактивност се првенствено опажа код тешких елемената, као што су уран, полонијум, торијум, као и неких лакших елемената (калијум).



6. Природну радиоактивност открио је Бекерел (1896). Марија Кири са супругом Јаном Киријем установила је природу радиоактивности и изоловала радиоактивне елементе радијум и полонијум. Истраживања Марије и Јана Кирија наставила је њихова ћерка Ирена Жолио-Кири.
7. машине у којима се контролисано ослобађа нуклеарна енергија зову се нуклеарни реактори.
8. Нуклеарни реактори се користе код атомских подморница и бродова (посебно ледоломаца).
9. Класична термоелектрана састоји се од парног котла, турбине и електричног генератора. У ложишту парног котла ослобађа се хемијска енергија угља и претвара у топлотну. Добијена пара води се у турбину где се врши претварање топлотне енергије у механички рад, који се најзад, у генератору претвара у електричну енергију. Код нуклеарне електране улогу ложишта парног котла има реактор. У њему се ослобађа енергија атомских језгара и претвара у топлоту. Даљи процес претварања топлотне енергије сличан је процесу као код термоелектране.
10. Атом олова $_{82}\text{Pb}^{209}$ садржи 82 протона, 127 неутрона и 82 електрона.
11. *Подаци:* $Z = 92$; $q = ?$
Решење: Количина наелектрисања језгра уранијума је:
$$q = Z \cdot e; q = 1,47 \cdot 10^{-17} \text{ C.}$$
12. Продукт α -распада $_{86}\text{Rn}^{226}$ је елемент полонијум $_{84}\text{Po}^{222}$.
13. Продукт β -распада фосфора $_{15}\text{P}^{32}$ је сумпор $_{16}\text{S}^{32}$.
14. После 4 α -распада настаје елемент чији је редни број мањи за 8, а масени за 16 од $_{89}\text{Ac}^{226}$. Елемент са редним бројем 81 у периодном систему је талијум $_{81}\text{Ti}^{210}$.
15. Бета-распадом настају итријум $_{39}\text{Y}^{90}$ и никл $_{28}\text{Ni}^{60}$?
16. Шеме распада радиоактивних изотопа су:
 - a) $_{90}\text{Th}^{229} \rightarrow {}_{88}\text{Ra}^{225} + {}_2\alpha^4$;
 - b) ${}_{1}\text{H}^3 \rightarrow {}_2\text{He}^3 + e^-$;
 - c) ${}_{6}\text{C}^{14} \rightarrow {}_7\text{N}^{14} + e^-$;
 - d) ${}_{89}\text{Ac}^{225} \rightarrow {}_{87}\text{Fr}^{221} + {}_2\alpha^4$;
 - e) ${}_{82}\text{Pb}^{209} \rightarrow {}_{83}\text{Bi}^{209} + e^-$.





ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ

УВОД

Лабораторијски рад (вежбе) има велики образовно-васпитни значај. Предавања, уџбеник (књиге), експерименти и лабораторијске вежбе су основни извори сазнања у физици. Лабораторијски радови на једноставним примерима показују како се посматрају поједине појаве и њихови закони, како се мере вредности поједињих физичких величина и како се на основу резултата мерења изводе закључци и тумачења.

У процесу реализације лабораторијских вежби стичу се умеће и вештина коришћења мерних уређаја и одређених апаратова, што знатно доприноси формирању навика, одговорности, озбиљности и тачности у раду, подизању техничке културе на виши ниво.

Приликом израде лабораторијских вежби утврђује се пређено градиво и учи како се стечена знања могу примењивати у пракси и свакодневном животу.

При изради сваке лабораторијске вежбе, треба:

1. Поновити наставно градиво, које обухвата вежбу. Обратити пажњу на појмове, величине и њихове мерне јединице.
2. Упознati и кратко описати прибор који се користи при изради лабораторијске вежбе.
3. У току рада користити опште упутство које је дато на почетку књиге.
4. Мерне податке представити табеларно. Ако постоји могућност, добијене резултате и графички приказати.
5. Направити анализу добијених резултата и донети одговарајући закључак.

1. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

МЕРЕЊЕ ПЕРИОДА ОСЦИЛОВАЊА КЛАТНА

Одредити период осциловања математичког клатна под утицајем Земљине теже.

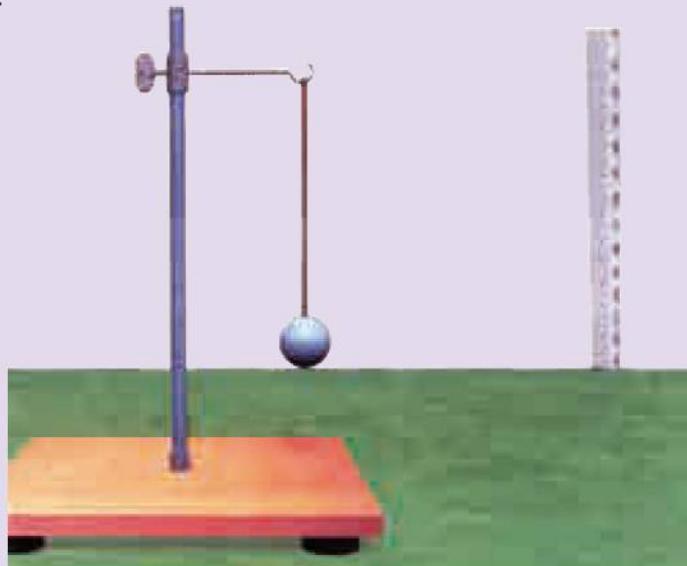
Задатак вежбе

- Сталак
- Конац
- Куглица
- Хронометар
- Метарска трака

Прибор

- 1► Поставити сталак и за њега везати конац са куглицом. Након тога измерити дужину клатна што представља дужину конца од тачке вешања до средине куглице (слика) и овај податак унети у табелу.

Ток рада



- 2► Период осциловања клатна (T) мери се хронометром на следећи начин:

Куглица се изведе из равнотежног положаја и пусти да слободно осцилује. Једна пунна осцилација је кад куглица из почетног положаја от克лона (1) прође кроз равнотежни положај (2), оде у положај отклона на другој страни клатна (3) и опет се врати кроз равнотежни положај (4) у почетну тачку отклона (5) (слика).

- 3► Време мерити за одређени број оваквих осцилација (n), на пример 10. Избројати 10 осцилација, искључити хронометар и очитати време (t).

4► Период осциловања се рачуна на следећи начин:

$$T = \frac{t}{n}.$$

5► Мерење поновити три пута за две дужине клатна и резултате унети у табелу.

6► Дужина клатна представља дужину нити (конца) о коју је окачено кратно l_0 (од тачке вешања до куглице), увећана за полуупречник куглице R :

$$l = l_0 + R.$$



Редни број мерења	Дужина клатна l [cm]	Време осциловања t [s]	Број осцилација n	Период осциловања T [s]
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
Средња вредност периода $T_{\text{ср}} =$				

2. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ УБРЗАЊА ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ ПОМОЋУ МАТЕМАТИЧКОГ КЛАТНА

Ова вежба је, заправо, само наставак претходне вежбе.

На основу измерених вредности дужина и одређене средње вредности периода осциловања математичких клатана у претходној вежби, одредити убрзање Земљине теже.

Ток рада

- 1► Одредити средње вредности дужина клатана из претходних мерења:

$$l_{sr1} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3}; \quad l_{sr2} = \frac{l_4 + l_5 + l_6}{3}.$$

- 2► Период осциловања математичког клатна зависи од дужине тог клатна:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Јасно је да се, мерењем дужине клатна и одређивањем периода осциловања тог клатна, може одредити вредност убрзања Земљине теже.

- 3► За сваку мерену и одређену средњу вредност дужине клатна (l_{sr1} и l_{sr2}) и на основу податка о средњој вредности периода осциловања тог клатна (из претходне вежбе), одредити:

$$g_1 = 4\pi^2 \frac{l_{sr1}}{T_{sr}^2}; \quad g_2 = 4\pi^2 \frac{l_{sr2}}{T_{sr}^2}.$$

Попунити табелу:

	T_{sr} [s]	l_{sr} [m]	g_{sr} m/s ²
1.			
2.			

Упоредити добијене резултате мерења са убрзањем Земљине теже код нас ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

Продискутовати овај резултат.

3. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ПРОВЕРА ЗАКОНА ОДБИЈАЊА СВЕТЛОСТИ КОРИШЋЕЊЕМ РАВНОГ ОГЛЕДАЛА

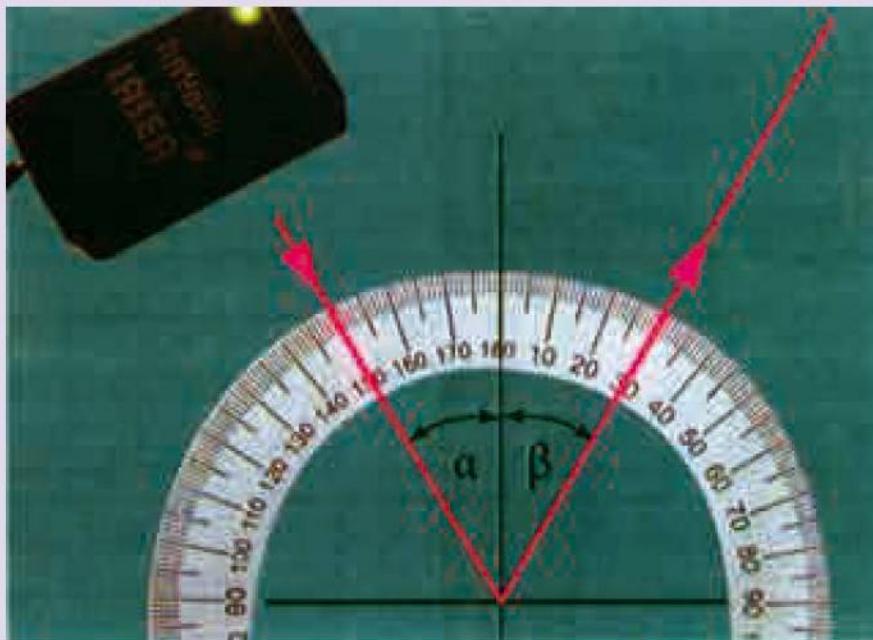
Проверити закон одбијања светлости.

Задатак вежбе

- Равно огледало
- Угломер
- Извор ласерске светлости

Прибор

- 1► Посматраћемо равно огледало на које пада ласерски зрак. Ласерски зрак се одбија (рефлектује) од огледала. Угломер, извор ласерске светлости и огледало поставимо у положај као на слици.



Ток рада

- 2► На равну површину најпре поставимо лист папира на којем је нацртан угломер. Затим поставимо равно огледало на средину угломера, тако да је површина огледала паралелна са једном од две међусобно нормалне дужи које су нацртане унутар угломера. Потом се поставља извор ласерске светлости тако да ласерски зрак пада у центар угломера.

После такве припреме врло је једноставно одредити угао између нормале на површину огледала и упадног зрак (угао α) и угао између нормале и одбојног зрака (угао β). Према закону одбијања светlostи важи:

$$\alpha = \beta.$$

- 3►** Мерење се понавља за бар пет различитих вредности упадног угла. Подаци се уносе у табелу. На основу измерених углова рачуна се разлика углова α и β .

Редни број мерења	$\alpha [^{\circ}]$	$\beta [^{\circ}]$	$(\alpha - \beta)[^{\circ}]$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Напомена: Грешке које се начине при мерењу углова α и β су једнаке половини вредности најмањег подеока на угломеру и износе $\Delta\alpha = \Delta\beta = 0,5^{\circ}$, тако да је апсолутна грешка разлике $\alpha - \beta$ једнака збиру апсолутних грешака $\Delta\alpha$ и $\Delta\beta$, односно $\Delta(\alpha - \beta) = 1^{\circ}$.

4. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ЖИЖНЕ ДАЉИНЕ САБИРНОГ СОЧИВА

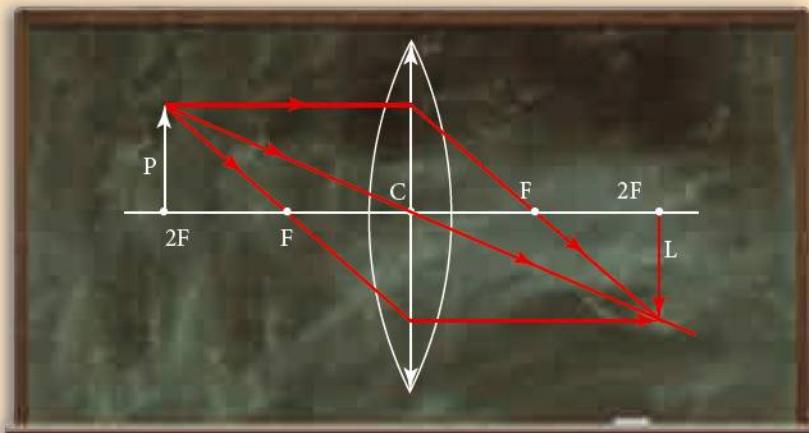
Из опште теорије конструкције ликова код танких сабирних сочива, зна се да ако се предмет налази тачно на удаљености:

$$p = 2f,$$

лик ће се формирати на растојању од

$$l = 2f.$$

При томе, величине предмета и лика су исте (Сл. 3.1)



Слика 3.1

Одређивање жижне даљине сабирног сочива проналажењем положаја у којем је: $p = l = 2f$, тј. $P = L$.

Подешавањем растојања предмета p и даљине лика l , може се израчунати жижна даљина сочива и његова оптичка моћ: $\omega = \frac{1}{f}$ у диоптријама, ако се жижна даљина сочива изрази у метрима.

Увод

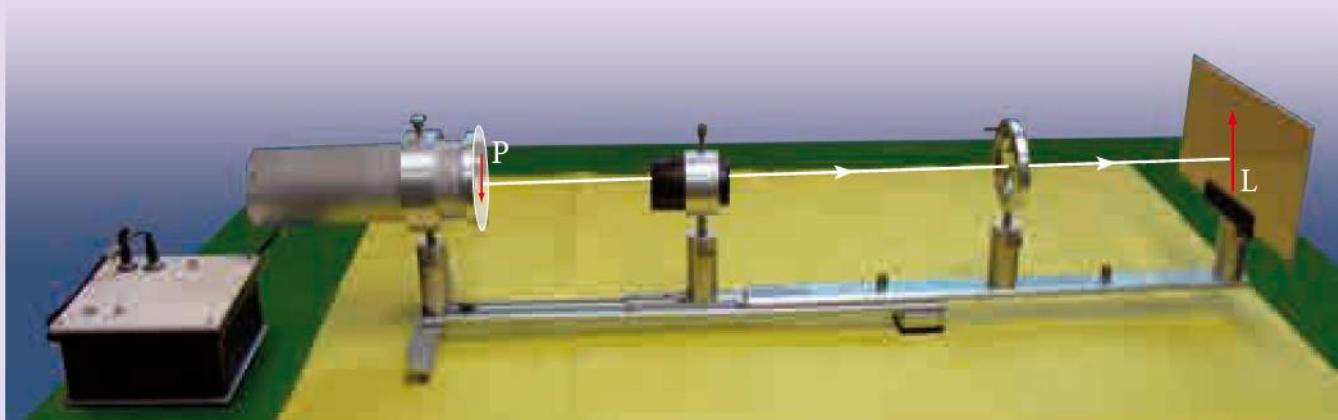


Задатак вежбе

- Оптичка клупа на којој је обележена (изгравирана) милиметарска подела
- Неколико танких сабирних сочива жижних даљина између 10 см и 40 см
- Сијалица смештена у кутији са прорезом у облику стрелице (или неког другог облика)
- Заклон од прозирног материјала
- Покретни држачи кутије са сијалицом, сочива и заклона.

Прибор

Ток рада



Слика 3.2

- 1► Поставити оптичку клупу на радни сто и учврстити на њој помоћу покретних држача кутију са сијалицом, сочиво и заклон, тако да средишне тачке предмета (прореза на поклопцу кутије), сочива и заклона буду на истом нивоу (слика). Ради једноставнијег израчунавања жижне даљине сочива, држач (клизач) поставити на почетак скале (нулти подељак).
- 2► Упалити светлосни извор (сијалицу) и померати заклон иза сочива све док се на њему не добије оштар лик предмета (прореза у облику стрелице, или неког другог облика).
- 3► Када се добије јасан и увећан лик предмета на заклону, извршити мерење даљине предмета p и даљине његовог лика l од темена сочива. Ако се разликују, померити сочиво и поновити радње. Ово се чини све док се не добије $p = l$.
- 4► Добијене вредности за даљину p предмета и даљину лика l уврстити у формулу за танко сабирно сочиво и израчунати жижну даљину датог сочива $\left(f = \frac{p}{2} = \frac{l}{2} \right)$.
- 5► Исти поступак рада поновити за више различитих сочива.

Редни број мерења	Удаљеност предмета од сочива p [cm]	Удаљеност лика од сочива l [cm]	Жижна даљина сочива f [cm]
1.			
2.			
3.			
4.			

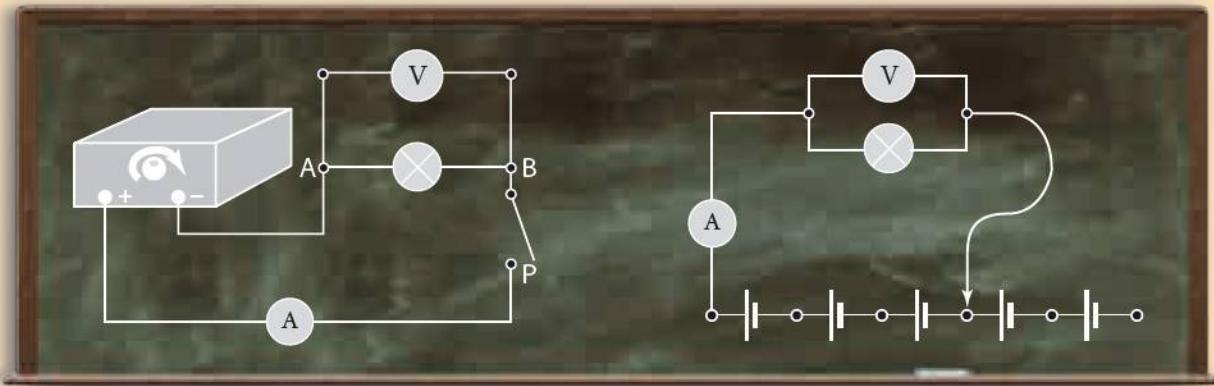
5. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ЗАВИСНОСТ ЈАЧИНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ ОД НАПОНА НА ПРОВОДНИКУ

Зависност јачине електричне струје у проводнику (отпорнику, потрошачу) од електричног напона на његовим крајевима тачније (прецизије) ћемо испитати огледом приказаним на слици. На крајевима проводника (отпорника), на пример сијалице (Сл. 5.1), између тачака А и В равномерно се повећава напон од 0 до 12 волти, што се контролише (мери) волтметром (V). Промена електричне струје у колу (сијалици) чита се на амперметру (A).

Мерни подаци потврђују да двоструком, троструком и сваком даљем повећању напона одговара двострука, трострука и даље вишеструка јачина струје.

Уместо извора једносмерне струје помоћу кога се може мењати напон на сијалици у опсегу од 0 до 12 волти, може се користити одговарајући број галванских елемената везаних серијски у батерију (Сл. 5.2).



Слика 5.1

Слика 5.2

Утврђивање зависности јачине електричне струје од напона и графичко приказивање те зависности.

Задатак вежбе

- Извор електричне струје са опсегом од 0 до 12 V (или галвански елементи)
- Амперметар (милиамперметар)
- Волтметар
- Сијалица (потрошач)
- Каблови
- Прекидач

Прибор

Ток рада

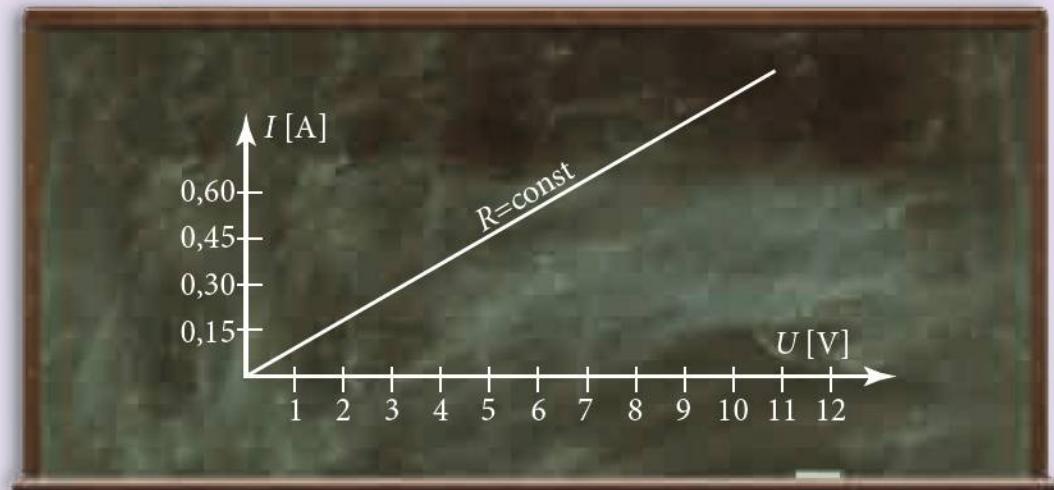
- 1► Повезати елементе електричног кола према приказаној шеми. Исправност повезивања проверава наставник.
- 2► Краткотрајно укључити прекидач Р и проверити исправност повезивања полова инструмената.
- 3► Измерити јачину електричне струје у колу амперметром (милиамперметром) за сваку вредност напона која се очитава на волтметру.
- 4► Измерене податке унети у табелу.

Напон U [V]	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12
Јачина електричне струје I [A] или I [mA]									

- 5► Податке из табеле приказати графички (Сл. 5.3). На апсису (x осу) уписати вредности електричног напона, а на ординату (y осу) вредности јачине електричне струје. Кроз добијене тачке, које одговарају мереним подацима повући праву линију.

Сматра се да се током времена није мењала вредност електричне отпорности. При тим условима важи Омов закон:

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



Слика 5.3

Упознавање зависности јачине електричне струје од напона у колу са сталном електричном отпорношћу, у ствари је и потврда Омовог закона једносмерне струје.

6. ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

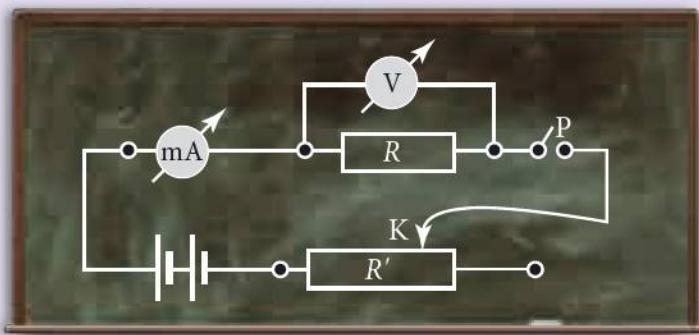
ОДРЕЂИВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ОТПОРНОСТИ ПРОВОДНИКА ПОМОЋУ АМПЕРМЕТРА И ВОЛТМЕТРА

Одредити електричну отпорност проводника (потребача) мерењем јачине електричне струје која протиче кроз њега и напона на његовим крајевима.

Задатак вежбе

- Волтметар мањег мерног опсега (око 10 V)
- Милиамперметар мерног опсега 300 mA
- Отпорник R реда величине око 10Ω (сталне вредности)
- Регулациони отпорник R' од неколико десетина ома којим се регулишу вредности струје и напона помоћу клизача К
- Прекидач Р
- Извор електричне струје
- Проводници (каблови)

Прибор



Ток рада

- 1► Повезати елементе струјног кола према приказаној шеми. Промена електричног напона на отпорнику R , може се вршити променом броја серијски везаних галванских елемената у електричном колу.
- 2► Пошто је наставник проверио исправност повезаности елемената у колу, постави се клизач К на регулационом отпорнику R' у положај у коме је електрична отпорност највећа. Тада се затвара коло прекидачем Р и подеси јачина електричне струје кроз коло на 100 mA. Измери се напон на отпорнику R и вредности јачине електричне струје и напона уносе се у табелу. Померањем клиза-

ча на отпорнику R' подеси се јачина електричне струје на 200 mA, измери се напон на отпорнику R и њихове вредности се такође уносе у исту табелу. Исто се понови и за јачину електричне струје од 300 mA, измерена вредност електричног напона на отпорнику R се уноси у дату табелу.

Јачина електричне струје I [mA]	100	200	300
Електрични напон U [V]			
Електрична отпорност R [Ω]			

Из три паре вредности јачина електричне струје и електричног напона (могао је да буде и већи број мерења) на основу Омовог закона за део електричног кола, израчунају се вредности електричне отпорности:

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

Све израчунате вредности електричних отпорности треба да буду скоро потпуно једнаке, што и следи из Омовог закона.

Када су крајеви отпорника (потрошача) R у датом електричном колу на напону U , кроз њега ће пролазити струја I , која се може констатовати амперметром. Ако би на крајевима отпорника (потрошача) постојао напон $2U; 3U; 4U\dots$ констатовано би се да је јачина електричне струје у колу $2 I; 3 I; 4 I\dots$, то јест да је два, три, четири... пута већа. За дати електрични отпорник (потрошач) R у електричном колу однос напона на његовим крајевима и јачине електричне струје, остаје сталан (константан):

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

Овај однос квантитативно одређује електричну отпорност проводника (отпорника, потрошача) R .

У којим случајевима (условима) електрична отпорност датог проводника (отпорника, потрошача), ипак зависи од повећања напона? Шта је, на пример са отпорношћу влакна сијалице чија се температура знатно мења са променом величине прикљученог електричног напона? Да ли електрична отпорност влакна сијалице расте ако се напон повећава? Ако не можете дати одговарајуће објашњење, потражите помоћ наставника.

ПРИЛОЗИ

Изведене физичке величине које се користе у Збирци и њихове јединице

Величина	Ознака	Јединица	Ознака	Јединица изражена преко основних
Сила	F	њутн	N	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
Јачина електричног поља	E	њутн по кулону волт по метру	$\frac{\text{N}}{\text{C}}$ $\frac{\text{V}}{\text{m}}$	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$
Електрични потенцијал, напон	V U	волт	V	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$
Рад, енергија	A E	џул	J	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$
Електрични капацитет	C	фарад	F	$\frac{\text{A}^2 \cdot \text{s}^4}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$
Количина наелектрисања	q	кулон	C	As
Електрични отпор	R	ом	Ω	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^3}$
Специфични отпор	ρ	ом метар	Ωm	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^3}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^3}$
Магнетна индукција	B	тесла	T	$\frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$
Магнетни флукс	Φ	вебер	Wb	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$
Фреквенција	ν	херц	Hz	$\frac{1}{\text{s}}$

Специфичне електричне отпорности неких материјала

Врста материјала	$\rho [\Omega \text{m}]$
Сребро	$1,6 \times 10^{-8}$
Бакар	$1,7 \times 10^{-8}$
Алуминијум	$2,8 \times 10^{-8}$
Волфрам	$5,5 \times 10^{-8}$
Гвожђе	$1,0 \times 10^{-7}$
Никелин	$4,2 \times 10^{-7}$
Константан	$5,0 \times 10^{-7}$
Цекас	11×10^{-7}
Жива	$95,8 \times 10^{-8}$
Манган	$45,0 \times 10^{-8}$
Платина	$10,0 \times 10^{-8}$

Префикси за образовање умножака и делова мерних јединица

Назив префикса	Ознака	Однос према основној јединици
пико	p	$0,000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$
нато	n	$0,000\ 000\ 001 = 10^{-9}$
микро	μ	$0,000\ 001 = 10^{-6}$
мили	m	$0,001 = 10^{-3}$
центи	c	$0,01 = 10^{-2}$
деки	d	$0,1 = 10^{-1}$
дека	da	$10 = 10^1$
хекто	h	$100 = 10^2$
кило	k	$1000 = 10^3$
мега	M	$1\ 000\ 000 = 10^6$
гига	G	$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$
тера	T	$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко Капор,
Физика за 8. разред основне школе, Завод за уџбенике и наставна средства,
Београд, 2006.
2. Милан Распоповић, Бојана Никић, Драгиша Ивановић и др.,
Физика за 8. разред основне школе, Завод за уџбенике и наставна средства,
Београд, 2002.
3. Милан О. Распоповић, Јован П. Шетрајчић, Бранислав Цветковић,
Драгољуб Пећанац, Драгољуб Мирјанић,
*Физика. Збирка задатака са лабораторијским вежбама за осми разред
основне школе*, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево, 2002.
4. Милан О. Распоповић, Ненад Головић, Бранислав Цветковић,
Задаци из физике за самостално вежбање и проверу знања (тесетови)
за 8. разред основне школе, Просветни преглед, Београд, 1999.
5. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker,
Fundamentals of Physics, John Wiley & Sons, New York, 1993.
6. James S. Walker,
Physics, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
7. Randal Henly,
Physics Today, CJ Fallon, Dublin, 2000.
8. Милан О. Распоповић, Бранко Радивојевић, Јездимир Тошић,
*Збирка задатака из физике са лабораторијским вежбама за осми разред
основне школе*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2002.
9. Јелена Саџак, Томислав Сенђански, Драгиша Марковић,
Збирка задатака из физике за VII и VIII разред основне школе,
Завод за издавање уџбеника СР Србије, Београд, 1969.
10. *Млади физичар*,
часопис за ученике основне школе, Друштво физичара Србије, Београд



Др Бранислав Цветковић
Др Јован Шетрајчић
Др Милан Распоповић

Физика

Збирка задатака са лабораторијским вежбама

за 8. разред основне школе

Прво издање, 2021. године

Издавач

Завод за уџбенике, Београд
Обилићев венац 5
www.zavod.co.rs

Ликовни уредници

Александар Стојшић
Биљана Савић

Графички уредник

Мирослав Радић

Илустрације

Зоран Пешкан
Игор Милентијевић

Лекцијор

Јелица Недић

Корекцијор

Маријана Васић Стјепановић

Формат

20,5 × 26,5 cm

Обим: 13,5 штампарских табака

Рукопис предат у штампу 2021. године
Штампање завршено 2021. године

Штампа:

CIP – Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад