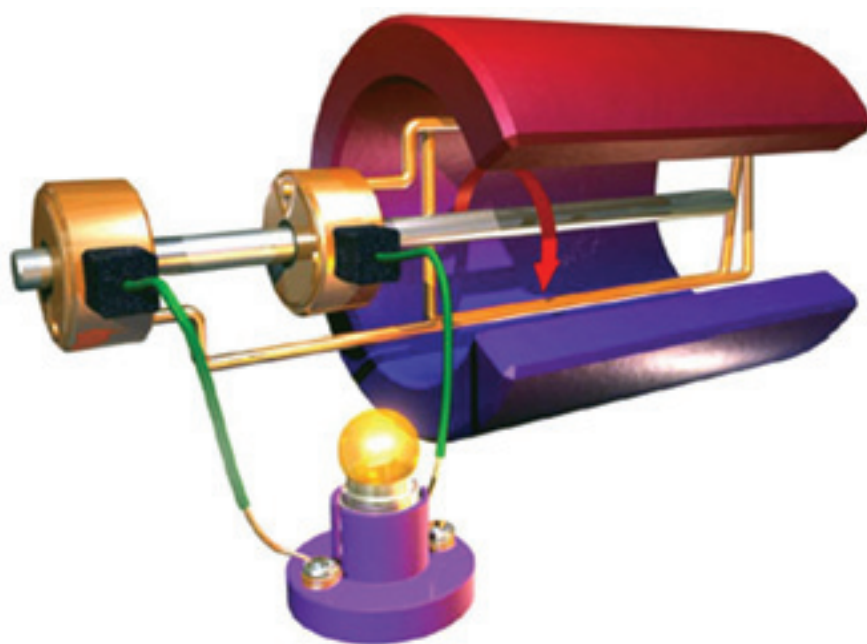


Симеон Гешоски • Фердинанд Нонкуловски

ФИЗИКА



осмо отделение

осумгодишно основно образование

Рецензенти:

Проф. д-р Невенка Андоновска
Валентина Поповска, проф.
Ѓорѓи Илиевски, наставник

Јазичен лектор:

Емилија Величкова

Илустратор:

Бобан Аврамоски

Компјутерска обработка и дизајн:

Бобан Аврамоски
д.и.е. Димче Гешоски
Милчо Аврамоски

Коректура:

Авторите

Издавач:

Министерство за образование и наука на Република Македонија

Печати:

Графички центар дооел, Скопје

Тираж:

16.500

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија
бр.22-2350/1 од 23.04.2010 година се одобрува употребата на овој учебник

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека “Св.Климент Охридски” , Скопје

373.3.016:53(075.2)=163.3

ГЕШОСКИ, Симеон

Физика : осмо одделение : осумгодишно основно образование / Симеон

Гешовски, Фердинанд Нонкуловски. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010.

- 159 стр. : илустр. ; 28 см

Величини, единици, поими: стр. 158

ISBN 978-608-4575-99-3

1. Нонкуловски, Фердинанд [автор]

COBISS.MK-ID 84086538

СОДРЖИНА

ЕЛЕКТРИЧНИ И МАГНЕТНИ ПОЈАВИ

5

ОСЦИЛАЦИИ И БРАНОВИ. ЗВУК

87

СВЕТЛИНСКИ ПОЈАВИ

107

АТОМСКА И НУКЛЕАРНА ФИЗИКА

143

РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

157

ВЕЛИЧИНИ, ЕДИНИЦИ, ПОИМИ

158

УЧЕНИЦИ!

Пред вас е учебникот по физика, за VIII одделение на основното осумгодишно образование, односно за IX одделение за деветгодишното основно образование, работен според новата наставна програма.

Во учебникот се обработени делови од физиката за кои имате скромни предзнаења.

Тоа се делови од електричество, магнетизам, осцилаторно и браново движење, звук, светлина како и дел од атомска физика.

Овој учебник, по својата концепција, припаѓа на оној вид литература кој поттикнува, поставува прашања и наведува на размислувања кои се поткрепени со цртежи, со сликовито поставени проблемски задачи и состојби, а овозможува и непосредно следење на вашиот напредок и развој преку сопствени постапки и инструменти.

Овој учебник по својата концепција е наменет за интерактивна настава, со посебен акцент на активности за барање и откривање на постапки и законитости, што треба да се решаваат мисловно и со обиди.

Физичките содржини не се воведуваат како збир на факти и дефиниции за кои не се гледа од каде доаѓаат. Напротив, тука се настојува да се воочат процесите преку кои се дошло до тие сознанија, при што се настојува учениците да бидат непосредно вклучени. Поради тоа, овој учебник е така организиран да нуди повеќе занимливи и применливи проблемски состојби. Од вас се очекува да се вклучите во процесот на нивното решавање, а со тоа и самите да учествувате во создавањето и усвојувањето на физичките знаења.

Дадени се голем број на обиди коишто вие во групи или индивидуално преку активна соработка со наставникот, како организатор и насочувач, ќе треба да ги изведете.

При истражувањето ќе набљудувате, мерите, предвидувате, размислувате и ќе доаѓате до одговори. Добиените решенија повторно ќе ги проверувате со обидите. Така стекнатите знаења се многу поквалитетни и потрајни, а вие побрзо ќе напредувате.

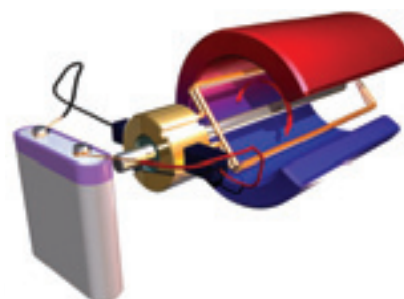
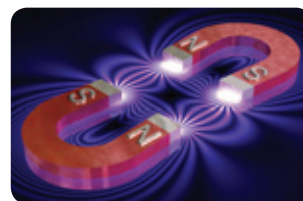
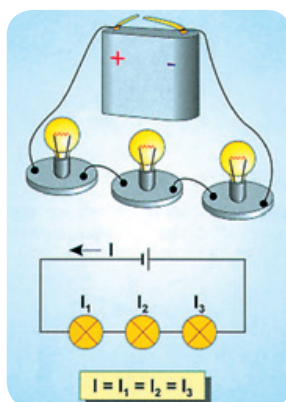
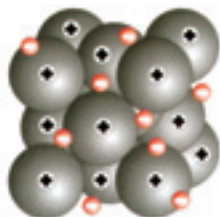
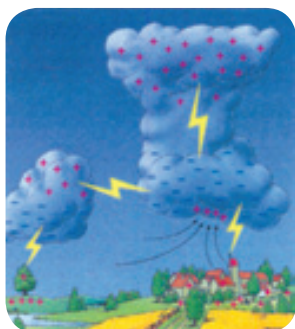
На крајот на секоја тематска целина дадени се тестови со прашања и задачи на кои може да се одговори, односно да се решат, со помош на стекнатите знаења.

Авторите на учебникот, преку ваквата концепција, сакаат да ја поттикнат вашата љубопитност и фантазија, при што покрај тоа што ќе стекнувате знаења од физиката, ќе ги развивате вашите творечки способности, како и нивната применливост.

Ако во текот на учењето, после тематското запознавање со одредени содржини, можеби ќе пројавите интерес за понатамошно истражување и ќе одберете некој проект на кој ќе работите индивидуално или групно. Во ваков случај побарајте совет и помош од вашиот наставник.

ЕЛЕКТРИЧНИ И МАГНЕТНИ ПОЈАВИ

1	Електрични полнежи и нивно заемно дејство	6	Работа и моќност на електрична струја	39
2	Електрони, јони и електрична струја	11	Опасности и заштита од струен удар	42
3	Електрична струја. Спроводници, изолатори и полупроводници	15	Магнети и магнетно поле	48
4	Струен круг и неговите елементи	17	Магнетно дејство на електрична струја	53
5	Ефекти на електричната струја	20	Дејство на магнетно поле на спроводник низ кој тече електрична струја	62
6	Електричен напон	23	Електромагнетна индукција	66
7	Електричен отпор	27	Добивање на наизменична струја. Генератор	70
8	Омов закон	30	Трансформатори	75
9	Сврзување на потрошувачи во струен круг	33	Полупроводници	79
10	Електричен капацитет. Кондензатори	36	Полупроводнички уреди	82



Електрични полнежи и нивно заемно дејство

Што ќе забележите ако претходно измиената и исушена коса ја чешлате со пластичен чешел? Таа се подига кон чешелот. Ако чешелот го приближиме до ситни парчиња од хартија, тие се подигаат, а потоа целосно се одбиваат (сл. 1.1. и сл. 1.2).



Да испитае:

Истријте балон со чиста крпа. Доближете го до сидот, а друг исто така, истриен балон ставете го над вашата коса. Што забележувате? (сл. 1.3 и сл. 1.4)

Со триењето на балонот е создаден „статички“ електрицитет поради што се создава електрична сила поради која балонот се „залепува“ за сидот или привлекува лесни предмети, како на пример влакна од косата.



Обид 1:

Истријте чешел од пластика со волнена крпа и обесете го на конец како на сликата 1.5 а). Приближете друг чешел, исто така истриен со волнена крпа и забележете што се случува. Чешлите се одбиваат.



Обид 2:

Повторно наелектризирајте го чешелот со волнената крпа и обесете го на стативот (Сл. 1.5 б). Приближете му стаклена прачка протриена со свилена крпа. Забележете што се случува. Прачката и чешелот се привлекуваат. Од обидите 1 и 2 можеме да заклучиме дека со триење на материјалите тие можат да примаат особини на меѓусебно заемно дејство на привлекување или одбивање.

Особината за привлекување или одбивање Гилберт ја нарекол **електрицитет**.

Носители и причинители на електричните својства се **електричните полнежи**. Бидејќи овој електрицитет е во состојба на релативно мирување наречен е **статички електрицитет**.



Сл. 1.1



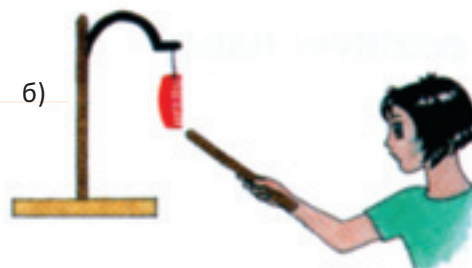
Сл. 1.2



Сл. 1.3



Сл. 1.4



Сл. 1.5



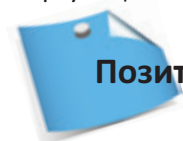
Обид 3:

Славината од градскиот водовод отворете ја само малку за да добиете тенок млаз вода (слика 1.6.). Истријте поливинилска прачка со волнена крпа и приближете ја до млазот. Забележувате дека меѓу наелектризираниот чешел и танкиот млаз на вода се јавува заемно дејство и затоа тенкиот млаз на вода се отклонува. Заемното дејство во овој случај е меѓу статичкиот електрицитет од чешелот и електрицитетот во движење од водата.

Што мислите: Дали телата можат да се наелектризираат само со триење? Не. Постојат и други начини како што се со допир и електрична инфлуенца.

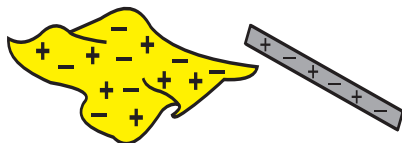


Сл. 1.6

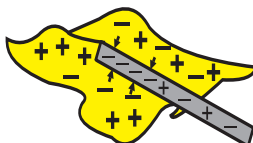


Позитивен и негативен електрицитет

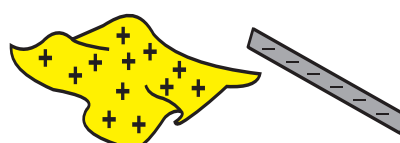
Протриената стаклена прачка со свилена крпа договорно е земена да е позитивно наелектризирана,, а поливинилската протриена со волнена крпа негативно (сл. 1.7).



а) пред триењето



б) за време на триењето



в) по триењето

Сл. 1.7

Да не заборавиме: При триењето важни се материјалите од коишто се направени телата.

Што се случува кога поливинилска прачка ќе протриеме со волнена крпа?

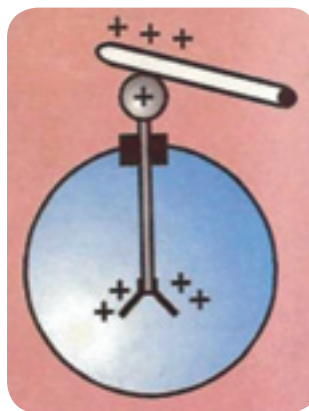
Ако поливинилската прачка ја протриеме со волнена крпа дел од електроните од крпата преминуваат на прачката и бидејќи таа има вишок на негативен електрицитет велиме дека е негативно наелектризирана.

А волнената крпа бидејќи изгубила дел од негативниот електрицитет, таа е позитивно наелектризирана.

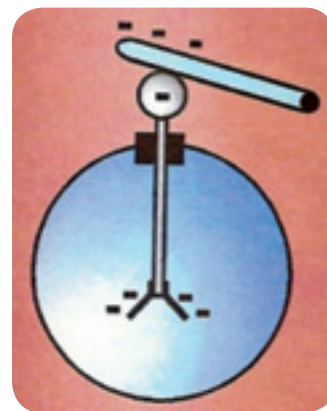


Електризирање со допир

Ако до ненаелектризиран електроскоп (сл. 1.8 и сл. 1.9) доближиме наелектризирана прачка (позитивно или негативно) ќе забележиме дека ливчињата на електроскопот ќе се отклонат, што значи дека во двата случаи сме ги наелектризирале со истиот електрицитет како електрицитетот од прачките.



Сл. 1.8

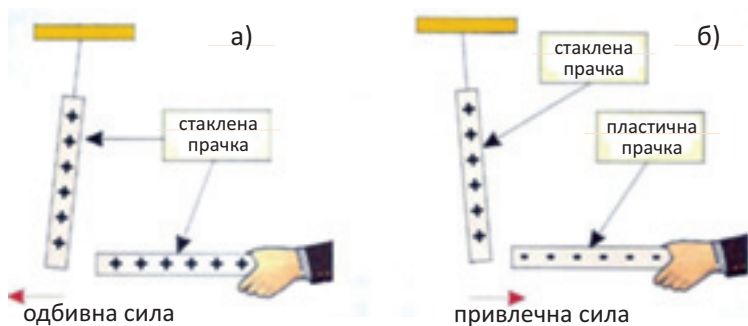


Сл. 1.9

Заемно дејство на наелектризирани тела

За да го испитаме какво е заемното дејство на наелектризирани тела, ќе го разгледаме следниот обид.

Земаме две позитивно наелектризирани стаклени прачки (сл. 1.10 а) и ги доближуваме една до друга. Забележуваме дека меѓу нив се појавува одбивна сила.

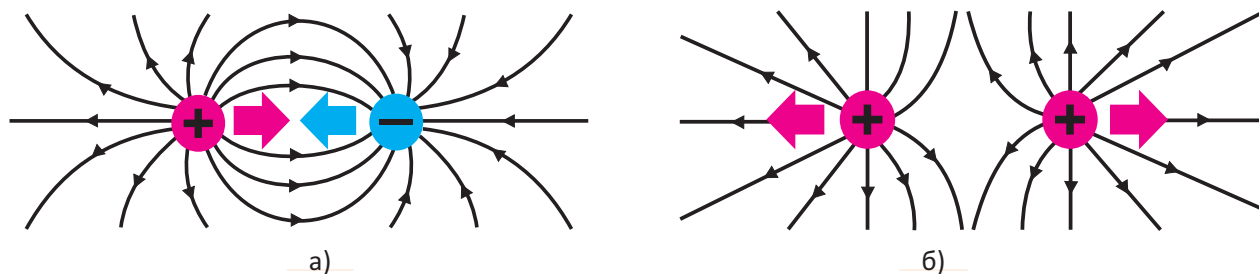


Сл. 1.10

Земаме две прачки (сл. 1.10 б) од коишто едната е стаклена и е позитивно наелектризирана, а другата пластична прачка негативно наелектризирана. Забележуваме дека во овој случај меѓу различно наелектризираните тела се појавува привлечна сила.

Од обидите заклучуваме дека: **Истоимено наелектризираните тела се одбиваат, а разноимено наелектризираните тела се привлекуваат.**

Заемното дејство на наелектризираните тела се одвива во одреден простор. Тој простор се вика електрично поле. Електричното поле графички се претставува со електрични силиви линии како на сликите 1.11 а) и 1.11 б).



Сл. 1.11

Електричните силиви линии нагледно го прикажуваат електричното поле и неговите карактеристики: јачина, правец и насока. Договорно е земено електричните силиви линии да излегуваат од позитивното количество електричество, а да влегуваат во негативното количество електричество. На сликата 1.11 е прикажано како изгледа електричното поле меѓу две разноимени количества електричества (слика 1.11 а) и електричното поле меѓу две истоимени количества на електричества (слика 1.11 б).

Ако станува збор за наелектризирани тела, електричните силиви линии излегуваат од површината на позитивно наелектризираното тело, а завршуваат на површината од негативно наелектризираното тело. Затоа се вели дека електричните силиви линии се отворени. Оваа состојба е последица на фактот дека електрицитетот кај наелектризираните тела се распоредува само на нивната плоштина.

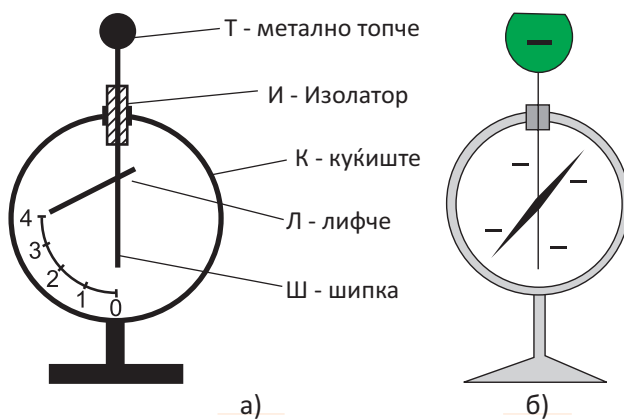
Електричното поле практично можете да го утврдите ако во стаклен сад ставите ричиновско масло и семки од сусам или афион. Во садот спуштете две жици сврзани со половите на електростатски извор на електрицитет.

Електроскоп

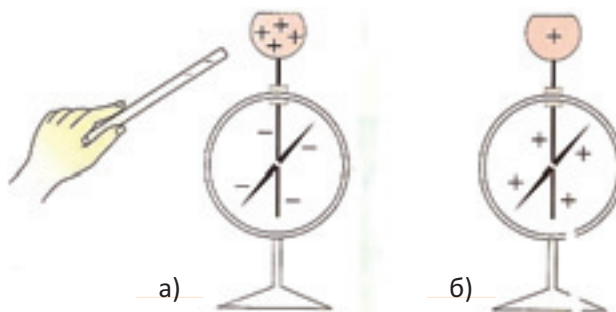
Со оваа направа можеме, главно да испитае кои тела се наелектризирани, кои тела го спроведуваат електрицитетот, како и степенот на наелектризираност на тие тела.

Од сликата 1.12 а) можете да го видите неговиот состав. Во праксата има електроскопи со многу различна градба. На местото на металната топка често пати се става метална плоча (сл. 1.12 б).

Ако се допре топката со наелектризирана прачка станиоловото ливче се отклонува. Можеш ли да претпоставиш која е причината за отклонот на ливчето? Истоимениот електрицитет се одбива. Отклонот на ливчето е мерка за големината на електрицитетот што се наоѓа на прачката.



Сл. 1.12



Сл. 1.13

Ако во близината на еден ненаелектризиран електроскоп (сл. 1.13 а) се донесе наелектризирана прачка, под дејство на нејзиното електрично поле ќе бидат привлечени спротивните електрични полнежи, а ќе бидат одбиени истоимените. Со тоа ќе настане раздвојување на електрицитетот.

Појавата на раздвојување на електричните полнежи кај неутралните тела под дејство на електричното поле се вика електрична инфлуенца.

Ако сакаме електроскопот трајно да го наелектризираме треба со прст да го допреме на металната топка при тоа го отстрануваме едниот електрицитет (во случајов негативниот) и ако прстот и прачката истовремено ги отстраниме електроскопот ќе остане трајно наелектризиран.

Појавата на електрична инфлуенца многу често се среќава во природата. Познато е дека многу тела на Земјата под дејство на електричната инфлуенца на полето од облакот се наелектризираат. Поради оваа појава често доаѓа до електрично празнење помеѓу облакот и земјата кое се вика гром.

Освен тоа, појавата на електрична инфлуенца се применува и кај машините за добивање на статички електрицитет.

Телата многу лесно се електризираат со помош на оваа машина (сл. 1.14). Нејзината работа во принцип се заснова на електричната инфлуенца, а се состои од: две диелектрични плочи на коишто радијално има залепено метални фолии.



Инфлуентна машина

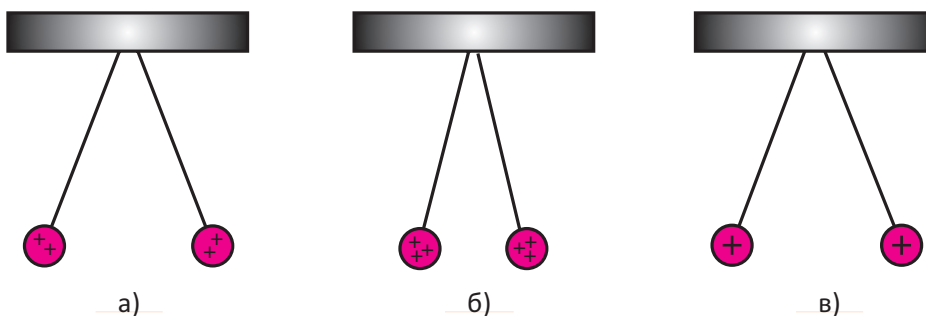
Сл. 1.14

Плочите се вртат околу заедничка оска во спротивна насока. На нив налегнуваат колекторски чешли, кои што „собираат“, едниот позитивно, а другиот негативно количество електричество и се прикачени на краевите од металните прачки.



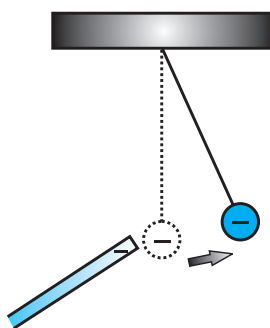
Провери колку си научил

1. Што ќе се случи ако стаклена прачка протриена со свилена крпа ја доближиме до ситни парчиња од хартија?
2. Како го викаме електрицитетот што не се движи?
3. За кое тело велиме дека е наелектризирано?
4. Како се наелектризираны телата на кои на некој начин им се доведени електрони?
5. Како ќе докажете дека телото што се трие и соодветната крпа со која се трие се спротивно наелектризираны?
6. Како може да докажеме дека две наелектризираны тела се истоимено наелектризираны?
7. Ако на дадените слики, сликата под а) е точна во споредба со неа какви се сликите под б) и в)?



Сл. 1.15

8. Објасни зошто: прво топчето го привлекува прачката, а после го одбива.



Сл. 1.16

Во овој случај ќе ги разгледаме преносителите на електричната струја кај различни супстанции.



Да ги испитае:

Преносителите на електричната струја кај металите;

Преносителите на електричната струја кај електролитите и преносителите на електрицитетот кај гасовите.

Преносители на електричната струја кај металите

Металите имаат кристална градба, кај којашто атомите се распоредени во правилни просторни решетки (слика 2.1).

По еден или повеќе електрони можат да се ослободат од секој атом и неограничено да „лутаат“ низ решетката на сите страни. Позитивните јони кај металите не се подвижни како електроните, но меѓусебно се поврзани и се „прицврстени“ за својата положба во металот. Единствено тие можат да треперат околу својата така да ја наречеме „рамнотежна положба“. Бидејќи позитивните јони не можат да се движат низ металот тие не можат да бидат преносители на електрицитетот.

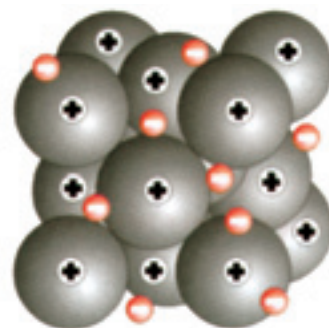
Кристалната решетка кај металите поедноставно можеме да ја споредиме со механичкиот модел (сл. 2.2) во кого позитивните јони од металот би одговарале на топчиња меѓусебно поврзани со еластични пружини. Наспроти тоа електроните коишто се ослободиле од атомите при создавањето на кристалната решетка не се веќе сврзани за поединечен атом. Тие електрони, како некој „гас“, хаотично се движат во сите правци во просторот меѓу позитивните јони во кристалната решетка. Велиме дека тие се **слободни електрони** во металот.

Слободните електрони се подвижни и можат да се движат и по сите димензии од металот (сл. 2.3).

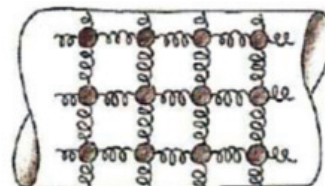
Ако метално тело, пример жица се најде во електрично поле на две разноимено наелектризираны количества електричества, тогаш слободните електрони, под дејство на електричното поле почнуваат да се движат во насока кон позитивно наелектризираното тело.

Насоченото движење на електричните полнежи (електроните) во електричното поле се вика електрична струја.

Преносители на електричната струја кај металите се електроните. Тие се означуваат со „ e^- “ и се смета дека ова количество електричество е најмало и затоа често се нарекува **елементарен електричен полнеж**.

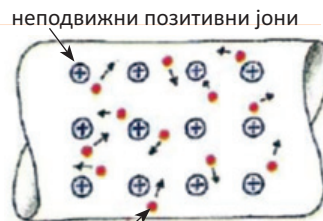


Сл. 2.1



Механички модел на кристална решетка кај металите

Сл. 2.2



слободни електрони

Сл. 2.3



Сл. 2.4

Бидејќи количеството на електрицитетот на елементарниот електричен полнеж е многу мало, се користи многу поголема мерна единица за електричен полнеж што се вика кулон (1 C).

Соодносот меѓу овие две мерни единици е:

$$1 \text{ C} = 6\,240\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ e}^- = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$$

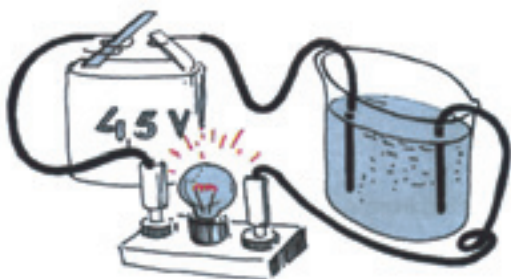
$$\text{односно: } 1 \text{ e}^- = 0,000\,000\,000\,000\,000\,00016 \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Мерната единица Кулон може да се дефинира на следниот начин:

Еден кулон (1 C) е количество електричество што содржи 6,24 трилиони елементарни количества електричество ($6,24 \cdot 10^{18}$).

Преносители на електричната струја кај електролитите

Електролитот настанува кога некоја супстанција, при растворањето во вода уште и се разложува на позитивни и негативни јони.



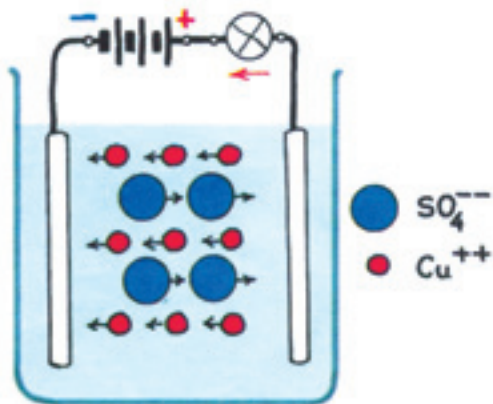
Сл. 2.5



Да испитаме:

- Што ќе се случи ако во еден сад со чиста вода ставиме две електроди и нив ги поврземе со позитивниот и негативниот пол на една батерија, а со нив поврземе и една сијаличка (сл. 2.5).

Забележуваме дека сијаличката не свети кога во садот има само чиста вода. Ако во садот ставиме бакарен сулфат по извесно време сијаличката ќе светне. Што се случило во садот?



Сл. 2.6

Познато ви е дека кога во чиста вода ќе се стави сол, база или киселина настанува т.н. електролитска дисоцијација. Тоа значи дека наведените соли, бази или киселини се распаѓаат на нивните составни делови. Ако се работи за бакарен сулфат тој се распаѓа на јон од бакар кој се однесува како позитивен и SO_4 група која се однесува како негативен јон (сл. 2.6). **Честичките на кои се распаѓаат базите, солите и киселините се викаат јони.** Тој процес го врши водата и се вика електролитска дисоцијација. Позитивните јони од бакарот под дејство на електричното поле ќе се придвижат кон негативната електрода, а негативните јони од SO_4 групата ќе се придвижат кон позитивната електрода.



Во овој случај позитивните јони од бакарот и негативните јони од SO_4 групата се преносители на електрицитетот во електролитот и можеме да заклучиме дека: **преносители на електричната струја кај електролитите се јоните.**

Електродата што е негативна се вика катода (K), а електродата што е позитивна се вика анода (A).

Преносители на електричната струја кај гасовите

Познато е дека гасовите, во основа, се изградени од неутрални молекули (еднаков позитивен и негативен електрицитет). Тие немаат преносители на електрицитетот.

- Под какви услови можеме во еден гас да создадеме преносители на електрицитет?



Да испитае:

Да направиме обид како што е прикажано на сликата 2.8. Плочите кои што се наелектризирани да ги сврземе со еден ненаелектризиран електрометар.

Стрелката на електрометарот се отклонува, а тоа ни покажува дека плочите се наелектризиани.

Ако меѓу наелектризираните плочи поставиме пламен (сл. 2.8), тогаш ќе забележиме дека стрелката на електрометарот се вратила на нула, значи електрометарот се разелектризира.

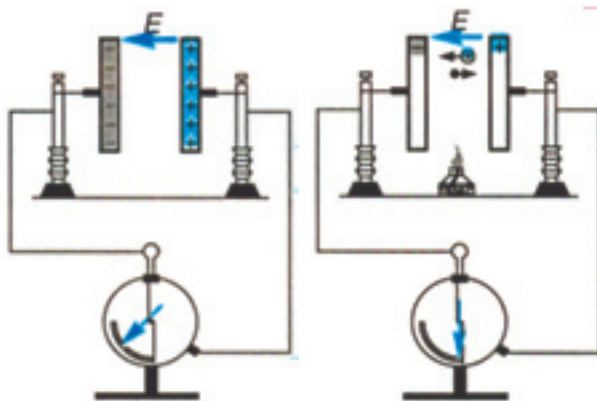
Причината којашто довела до разелектризирање на електрометарот се создадените преносители на електрицитет меѓу наелектризираните плочи под дејство на пламенот. Значи под дејство на пламенот хаотичното движење на молекулите од гасот се зголемува, а при тоа може да се ослободи некој електрон. Молекулата која изгубила електрон се однесува како позитивен јон. Значи, на тој начин се создадени позитивни јони и електрони во гасот.

Појавата на создавање позитивни јони и слободни електрони во гасот се вика јонизација.

Јонизацијата ќе биде многу поголема ако наместо пламенот ја предизвикаат многу посилни јонизатори како: рендгенски зраци, космички зраци, радиоактивни зраци и слично. При тоа меѓу наелектризираните плочи (сл. 2.9) се создава „лавина“ од позитивни јони и негативни електрони. При тоа електроните се движат кон позитивната електрода, а јоните кон негативната електрода.

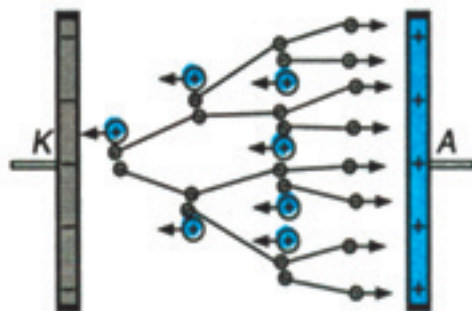
Преносители на електричната струја кај гасовите се јоните и електроните.

Во лабораториски услови создавањето на преносители на електрицитет може да се направи видливо со следниот обид (сл. 2.10). На позитивната топка од инфлуентната машина, на парче пластелин (во форма на топка) се прицврстува шилец од неколку сантиметри така што тој да биде неколку сантиметри подалеку од негативната топка.

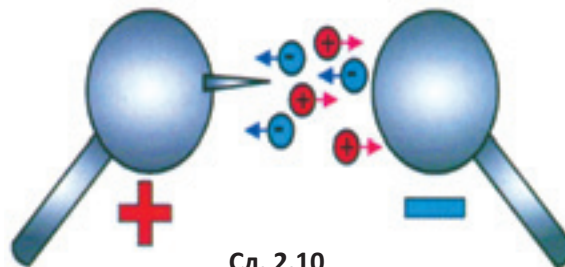


Сл. 2.7

Сл. 2.8



Сл. 2.9



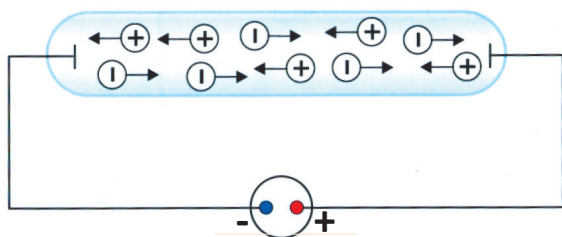
Сл. 2.10



Сл. 2.11

При одредена вредност на наелектризираноста на топките ќе забележиме од шилецот дека излегува светлина во правец кон топката. Велиме дека дошло до прескокнување на електрицитетот. Во овој случај во просторот меѓу топките создадено е многу јако електрично поле под чиешто дејство се создава лавина од јони и електрони. Така може да настане краткотрајна, но прилично јака електрична струја која на својот пат ослободува големо количество на топлина.

Ако овој процес се одвива во природата меѓу наелектризираните облаци и земјата, тогаш оваа искра се вика молња. Празнењето (искрата) меѓу облакот и земјата се вика гром.



Сл. 2.12

Појавата на создавање на преносители на електрицитетот кај гасовите многу полесно се постигнува, ако гасот е затворен и разреден (сл. 2.12). Во стаклена цевка се става разреден гас, а електродите се приклучуваат со извор што создава висок напон. Поради јакото електрично поле меѓу електродите наелектризираните честици (електрони и јони) добиваат голема енергија, а со тоа и нивната брзина на движење е голема. Притоа доаѓа до бројни интеракции меѓу наелектризираните честици и неутралните молекули и на тој начин се создава голем број на преносители на електрицитетот.

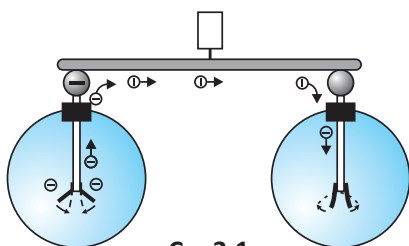


Размислете и одговорете

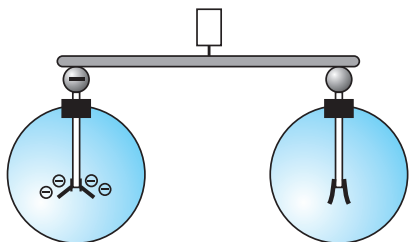
1. Под чие дејство се движат електричните полнежи кај металите и гасовите?
2. Кои се преносители на електрична струја кај гасовите?
3. Што е елементарен електричен полнеж?
4. Која е мерната единица електричниот полнеж?
5. Наброј ги преносителите на електричната струја кај металите, електролитите и гасовите?

Електрична струја. Спроводници, изолатори и полупроводници

На сликата ви е прикажано што се случува кога ќе се поврзат еден негативно наелектризиран електроскоп и еден ненаелектризиран електроскоп со метална жица.



Сл. 3.1



Сл. 3.2

Што забележуваш?

- Како се движат наелектризираните честици (од кој електроскоп кон кој)?
- Што ќе се случи со станиоловите ливчиња во едниот и другиот електроскоп?
- Што ќе се случи ако електроскопите се сврзат со дрвена прачка?

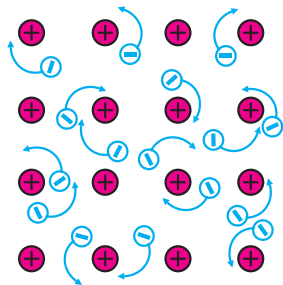
Наелектризираните честици почнуваат да се движат од наелектризираниот кон ненаелектризираниот електроскоп (сл. 3.1).

Станиоловите ливчиња кај наелектризираниот електроскоп ќе се соберат до одреден степен, а кај ненаелектризираниот ќе се рашират до истиот степен.

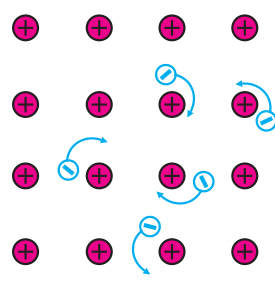
При сврзување со дрвена прачка електризираниот електроскоп ќе си остане електризиран, а другиот ненаелектризиран (сл. 3.2).

Насоченото движење на електричните полнежи (најчесто електрони) од едно на друго место го викаме **електрична струја**.

Материјалите коишто ги спроведуваат електричните полнежи се викаат **спроводници**, а тие што не ги спроведуваат се викаат **изолатори**. Сепак, некоја остра граница меѓу едните и другите не може да се повлече, затоа што при одредени услови некои изолатори можат да станат спроводници.



Сл. 3.3



Сл. 3.4

На сликата 3.3 шематски е прикажано каков е бројот на слободните електрони кај спроводниците, а на слика 3.4. каков кај изолаторите. Кај спроводниците е голем, а кај изолаторите многу мал.

Примери за добри спроводници се: среброто, бакарот, алуминиумот, златото, јагленот и други.

Примери за изолатори се: стакло, гума, пластични материјали, полиетилен и други.

Полупроводниците се материјали кои што специфично се однесуваат. Тоа се супстанции коишто се наоѓаат помеѓу металите како добри спроводници и изолаторите. При ниски температури полупроводниците имаат својство на изолатори, а ако температурата е висока тогаш тие се лоши спроводници.

Кај полупроводниците бројот на преносителите на електрицитетот е многу мал. Мошне е важно што кај полупроводниците може по желба да се прилагоди хемискиот состав на кристалната решетка. Оваа особина ја откриле група научници кои го истражувале кристалот на силициумот. Знаеле дека тој е лош спроводник, но откриле дека станува подобар



Сл. 3.5

спроводник ако му се стават примеси од елементот арсен. Таа особина на полупроводниците им дава голема предност при нивната примена. Примери на полупроводници се: силициум, германиум, некои оксиди, сулфиди и слично (сл. 3.5).



Електрична струја

Ако струјата постојано тече во иста насока ја викаме **еднонасочна** струја, а ако ја менува насоката ја викаме **наизменична** струја.

Основна величина којашто ја определува електричната струја е нејзината јачина. Ја означуваме со буквата I .

Јачината на струјата е правопрпорционална со количеството електричество што поминува низ напречниот пресек на спроводникот (сл. 3.6), а обратнопропорционална со времето на протекување

$$I = \frac{q}{t}, \text{ ако } q = 1 \text{ C}, t = 1 \text{ s}, I = 1 \text{ A}; 1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}.$$

Меѓународната единица за мерење на јачината е 1 ампер (A).

Јачина на струја од 1 ампер се добива ако количество електричество од 1 кулон ќе протече низ напречниот пресек од проводникот за време од 1 секунда. Од горната релација следува:

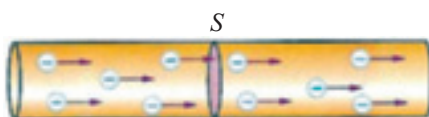
$$q = I \cdot t; \quad 1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}.$$

Поголеми и помали единици од ампер се:

1 kA = 1000 A (1 килоампер); 1 MA = 1 000 000 A (1 мегаампер)

1 mA = 0,001 A (1 милиампер); 1 μA = 0,000001 A (1 микроампер)

Јачината на електричната струја се мери со инструмент амперметар (сл. 3.7), а шематски се означува круг со буквата „A“. Колку изнесува јачината на струјата што ја покажува стрелката на амперметарот (сл. 3.7)? - Тој покажува 0,2 ампери.



Сл. 3.6



Сл. 3.7



Размисли и реши

1. Колку ампери покажува стрелката на сликата 3.8?

2. За две минути низ напречниот пресек на спроводникот поминува количество електричество од 240 C. Колкава е јачината на струјата?

3. Што е точно? Металите се спроводници на електрицитетот, затоа што имаат:

а) Слободни јони; б) Слободи електрони.

4. Колкаво количество електричество изразено во кулони, поминало за три секунди низ напречниот пресек на спроводникот низ кој тече струја со јачина од три ампери?

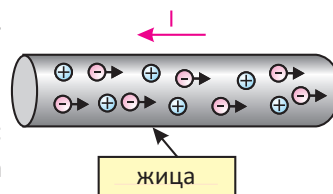
5. На сликата 3.9 прикажано е движењето на електричните полнежи.

Што мислите? Што е точно?

а) Електричните полнежи се движат по површината на спроводникот;
б) Електричните полнежи се движат во внатрешноста на спроводникот;
в) Електричните полнежи се движат низ целокупниот волумен на спроводникот.



Сл. 3.8



Сл. 3.9

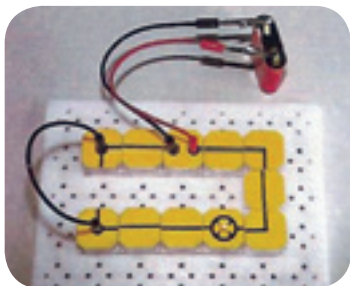
Струен круг и неговите елементи

Дали некогаш сте ја виделе електричната струја?

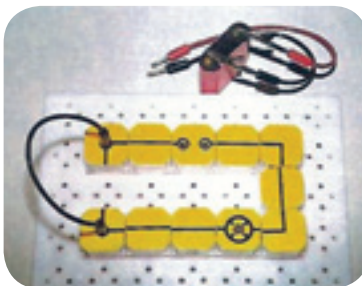
● Кога и каде таа тече? По што ја препознаваме?

Да побараме одговор на овие и слични прашања.

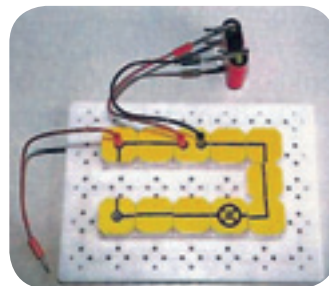
Земете батерија, спроводници и светилка и поврзете ги така што светилката ќе свети (слика 4.1).



а)



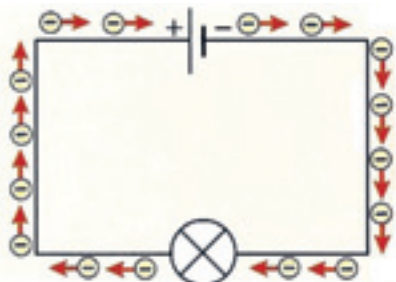
б)



в)

Сл. 4.1

Батеријата, светилка и двете жици се поврзани во струен круг како на слика 4.1 а) и затоа светилката свети. Ако ја извадиме батеријата (слика 4.1 б) и спроводниците ги сврземе такашто ќе добиеме круг, сепак сијалицата не свети. Повторно во струјниот круг (слика 4.1 в) ја ставаме батеријата, а во струјниот круг правиме прекин со тоа што вадиме еден од спроводниците. Сијалицата повторно не свети.

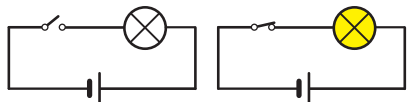


Сл. 4.2

Сијалицата свети само кога низ неа тече електрична струја односно движење на преносители на електрицитет од едниот пол кон другиот.

На сликата 4.2 прикажано е сликовито движењето на преносителите на електрична струја низ спроводникот (електроните).

Забележуваме дека електроните се движат од едниот пол на изворот, преку спроводниците и потрошувачот до другиот пол, а продолжуваат да се движат и во внатрешноста на изворот. Сликата 4.3 претставува шематски приказ на обидот прикажан на слика 4.1.



Сл. 4.3

Што се однесува на името струен круг, тоа е само сликовит начин на изразување. Вистински круг (кружница) ретко се среќава. Затоа велíme:

Струен круг е целина која што се состои од: извор на електрична струја и потрошувачи меѓусебно поврзани со спроводници.

Елементи на струен круг

Главни елементи на струјниот круг се:

- извор на електрична струја;
- потрошувачи и
- спроводници (сл. 4.4).



Елементи на струјниот круг

Сл. 4.4

Во струјниот круг за полесна и побезбедна работа најчесто се ставаат и: прекинувач, осигурувач и мерни инструменти. Извори на електрична струја коишто најчесто се користат се: батерија, акумулатори и генераторите во електричните централи.

Во изворите на електрична струја, механичката енергија, хемиската енергија или некој друг вид на енергија е претворена во електрична енергија.

Како потрошувачи има многу, а во овој случај ќе ги споменеме: светилки, телевизор, греалица, локомотива и слично.

За спроводници најчесто се користат спроводници од бакар или алуминиум, добро изолирани.

Насока на електричната струја

Насоката на електричната струја е прикажана на слика 4.5. Од сликата се гледа дека насоката на електричната струја е од позитивниот пол на изворот, низ потрошувачот кон негативниот пол на изворот. За оваа насока се вели дека претставува техничка насока. Овој израз доаѓа од далечните времиња кога се сметало дека знакот „+“ значи повеќе. На истата слика прикажано е движењето и на електроните и оваа насока обично се вели дека е вистинската насока.



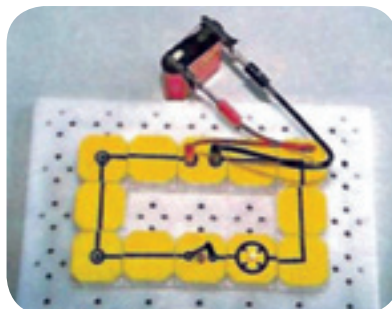
Сл. 4.5

Отворен и затворен струен круг

- Од сликите 4.6. и 4.7. јасно можеме да видиме дека во едниот случај сијалицата свети, а во другиот случај сијалицата не свети. Зошто е тоа така?



Сл. 4.6



Сл. 4.7

- Забележуваме дека во слика 4.6 прекинувачот е отворен, а во слика 4.7 прекинувачот е затворен. Значи, електрична струја тече само кога струјниот круг е затворен.

ЗАПАМТЕТЕ: Никогаш не смеете да станете дел од затворен струен круг!

Симболи и знаци



спроводник



сврзани жици



прекинувач



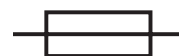
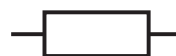
сијалица



отпорник



осигурувач



Сл. 4.8

За да не се цртаат струјните кругови со сите елементи (постапка која одзема многу време и простор) во практиката најчесто се користат симболи и знаци.

На слика 4.9. прикажани се шематските ознаки на некои инструменти и извори на електрична струја кои многу често се користат



амперметар

волтметар

галвански елемент

батерија

генератор



Сл. 4.9



Размислете и решете



Сл. 4.10

1. Нацртајте го со помош на симболи (шематски) струјниот круг прикажан на слика 4.10!

2. Ќе свети ли сијалицата ако е сврзана само со една жица со батеријата?

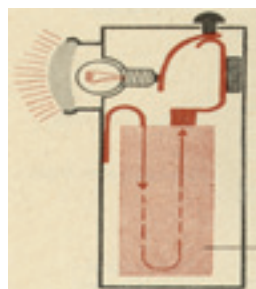
3. Зошто служи вториот спроводник?

4. Која може да биде причината, светилката која свети во затворен струен круг, да престане да свети?

5. На слика 4.11. прикажана е цепна светилка на којашто сијалицата свети. Опиши го со зборови движењето на електричните полнежи!

6. Објасни кога сијалицата може да престане да свети. Што се случило со струјниот круг?

7. Наведете некои извори на електрична струја.



Сл. 4.11

Ефекти на електричната струја

За протекувањето на електричната струја во колото судиме по нејзините дејства: топлинското, светлинското, хемиското, магнетното и механичкото.

Топлинско дејство

Електричната струја ги загрева спроводниците по кои тече. За тоа познати се бројни примери.

Како да ја објасниме оваа појава? Во одредена стручна литература топлинското дејство се објаснува како последица на некакви „судари“ на преносителите на електрицитетот со честичите од кои е составена материјата што имајќи предвид повеќе фактори, скоро е и неприфатливо. Тезата дека кога електроните се движат низ металите си заемно си дејствуваат (заемно дејство на растојание) со јоните на материјалот од кој е изграден спроводникот и притоа предаваат дел од својата енергија е прифатлива. Врз основа на тоа се зголемува внатрешната енергија на спроводникот поради што се зголемува неговата температура, односно спроводникот се загрева.

Обидите покажуваат дека кај неподвижните метални спроводници, целокупната работа извршена од електричната струја оди на зголемување на внатрешната енергија на потрошувачите. Зголемувањето на внатрешната енергија кај различни потрошувачи е различно.



Да испитаме:

За да го испитаме топлинското дејство на електричната струја ќе го изведеме следниот обид: Меѓу две стативи се распнува жица од волфрам, цекас или константан (сл. 5.1. а). Ставаме линијар којшто се допира на хоризонтална подлога и со него го мериме растојанието од подлогата до жицата и го забележуваме. Тоа е растојанието кога жицата не е вклучена во струјниот круг. Пред да се вклучи батеријата, ја фаќаме жицата со рака за да констатираме дека таа е ладна.

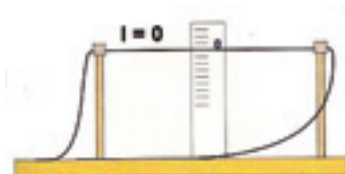
Жицата ја сврзуваме во струен круг (слика 5.1 б) и малку почекуваме. Потоа повторно го мериме растојанието од подлогата до жицата и ќе видиме дека тоа се намалило (читаме од линијарот). Значи, жицата од протекувањето на електричната струја низ неа се загреала. Ако ја фатиме жицата која што е сврзана во струјниот круг, тогаш ќе се увериме дека таа е загреана. Исто така ја допираме и батеријата. Ќе видиме дека и таа е загреана. Тоа ни покажува дека електричната струја ја загреала жицата, но и батеријата. Овој факт ни потврдува дека електричната струја тече и низ батеријата.



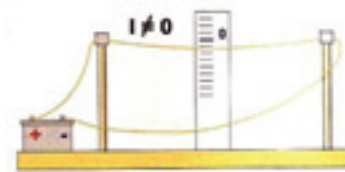
Сл. 5.2



Сл. 5.3



а)



б)

Сл. 5.1



Сл. 5.4

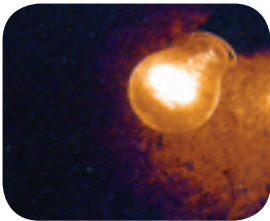
Светлинско дејство



Сл. 5.5

Светлинското дејство на електричната струја најдобро е изразено кај различните видови на светилки, како на пример светилките на слика 5.5.

Во домаќинствата најчесто се користи светилката прикажана на слика 5.6. Оваа светилка се состои од стаклен балон од кој што е извлечен воздухот, а во него се наоѓа танка спирална жица од волфрам. Волфрамот има точка на топење од 3380 степени целзиусови, а со тоа е намалена опасноста од прегорување. Кај овој вид на светилки силно е присутно и топлинското дејство, а со тоа и потрошената електрична енергија е прилично голема.



Сл. 5.6



Сл. 5.7

За намалување на потрошената електрична енергија сè почесто се користат таканаречени **флуоресцентни светилки** (слика 5.7). Кај нив многу мал дел од електричната енергија се претвора во топлина. Поголемиот дел од електричната енергија се троши за

усвитување на некои гасови или пареи на пример: неон. Соодносот на потрошената електрична енергија на обичната светилка и флуоресцентната е скоро 5:1. На пример: светлината од флуоресцентна светилка од 15 W одговара на светлината што ја дава обична светилка од 75 W.

Магнетско дејство

Магнетското дејство на електричната струја е присутно скоро секаде каде што има течење на електрична струја, а има и огромно значење во многу сфери од животот, науката, техниката и слично.



Да испитаме

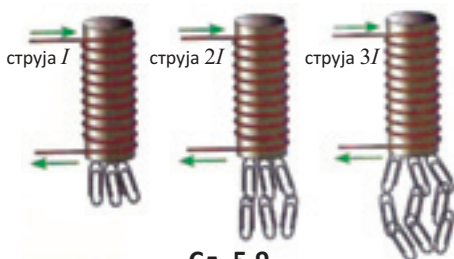
Земаме намотка од жица (слика 5.8.) низ која што тече електрична струја во означената насока. До намотката приближуваме постојан магнет. Забележуваме дека тие заемно си дејствуваат на тој начин што намотката се придвижува кон магнетот. Ако се промени насоката на електричната струја што е исто така прикажано на сликата намотката во овој случај се одбива од магнетот. Заемното дејство меѓу постојаниот магнет и намотката зависи многу и од јачината на електричната струја.

- Што ќе се случи ако низ намотката престане да тече електрична струја?
- Во овој случај нема да има заемно дејство меѓу намотката и постојаниот магнет.



Сл. 5.8

Зависноста на магнетското дејство на електричната струја од нејзината јачина прикажано е на слика 5.9.



Сл. 5.9

Од сликата забележуваме дека магнетското дејство на електричната струја се зголемува со зголемувањето на нејзината јачина. Гледаме дека со зголемувањето на јачината на електричната струја што протекува низ спроводникот, се зголемува бројот на спојници што се привлечени. Ако во овој случај престане да тече електричната струја тогаш ќе престане и магнетското дејство, а тоа ќе го видиме од фактот што спојниците ќе паднат.

Хемиско дејство

Хемиското дејство на електричната струја посебно е изразено кога таа минува низ електролити. Таков е случајот и кога минува низ човечкото тело.



Да испитаме

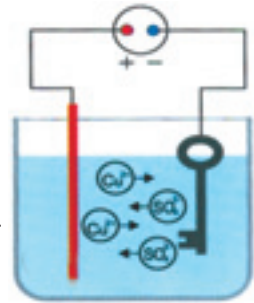
Во раствор од бакарен сулфат потопете една електрода од чист бакар, а другата електрода да претставува добро исчистен клуч. Размислете: На кој пол од изворот ќе ја приклучите бакарната плоча, а на кој пол клучот?

Која електрода ќе ја претставува бакарната плоча, а која клучот? Бакарната плоча ќе биде анодата, а клучот катодата.

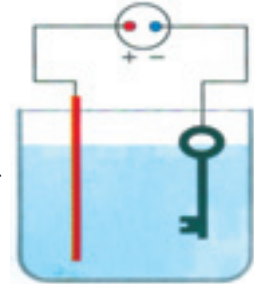
Напишете ја електролитната дисоцијација на бакарниот сулфат и размислете кои јони ќе дојдат на катодата, а кои на анодата?

На катодата доаѓаат бакарните јони (Cu^{++}), а на анодата групата SO_4^{--} .

$\text{Cu}^{++} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ $\text{SO}_4^{--} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_4$. Одвоениот чист бакар се таложи на клучот, а SO_4 групата стапува во хемиска реакција со бакарот и се добива бакарен сулфат. Да ве потсетиме: Овие хемиски реакции се повратни.



Сл. 5.10



Сл. 5.11

Што ќе забележиме по извесно време?

Клучот ќе биде препокриен со слој од бакар, а бакарната електрода ќе биде потенка.

Процесот на таложењето на некоја супстанција на електродите при протекување на електрична струја низ електролитот се вика галваностегија.

Механичко дејство

Механичкото дејство на електричната струја во суштина е претворба на електричната енергија во механичка работа. Еден од многубројните примери каде што е застапено ова дејство е и кај електромоторот. Електромоторот е присутен кај многу машини и апарати.



Размислете и решете

1. Кои ефекти на електричната струја ги познавате?
2. Набројте ги апаратите коишто го користат топлинското дејство на електричната струја!

3. Што е прикажано на сликата 5.13? За што најчесто се користи и кое дејство на електричната струја е искористено?

4. Земете батерија од 4,5 волти и тенка кратка жица. Половите од батеријата сврзете ги со жицата. Што ќе случи со батеријата и жицата? (Допрете ги со прстот и батеријата и жицата)

5. Како ќе го докажете магнетското дејство на електричната струја, ако располагате со: батерија, спроводници и железни струготини?

6. Зошто халогените светилки трошат помалку електрична енергија од обичните?

7. Две подебели бакарни жици потопете ги во чаша со вода, но внимавајте жиците да не бидат доближени. Направете струен круг како на сликата 5.14. со батерија од 4,5 волти и една сијаличка. Дали сијаличката ќе свети? Во водата ставете 1 до 2 лажички готварска сол и повторно погледнете ја сијалицата. Оставете го процесот да се одвива неколку часа. Што ќе забележиш во растворот и на електродите?



Сл. 5.12



Сл. 5.13



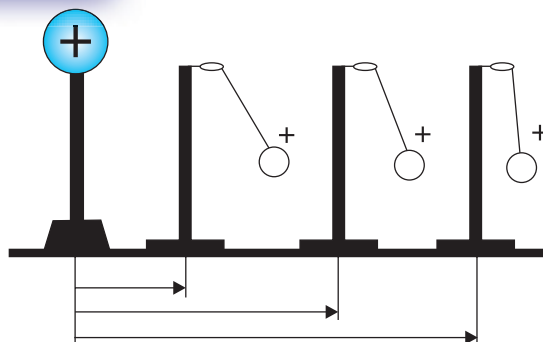
Сл. 5.14



Електричен напон

Што можете да заклучите од сликата 6.1?

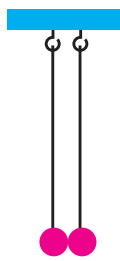
Од сликата 6.1. забележуваме дека истоимено наелектризираните тела меѓусебно се одбиваат. Колку што телата се оддалечуваат, толку силата на нивното взаемодејство опаѓа. Тоа го заклучуваме од намалувањето на отклонот на топчето. Во исто време можеме да заклучиме дека доколку се оддалечуваме од наелектризираното тело електричната сила на полето слабеа.



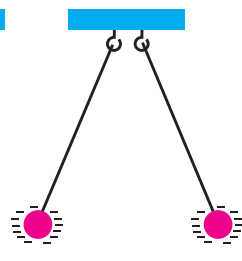
Сл. 6.1

Да направиме мала компарација меѓу електричните сили и енергијата.

Од сликата 6.2. гледаме: кога телата не се наелектризирали се едно до друго, бидејќи имаат иста должина, а топчињата се еднакви. На сликата 6.3. се гледа кога телата се наелектризирали, тие се одбиваат и се оддалечуваат едно од друго.



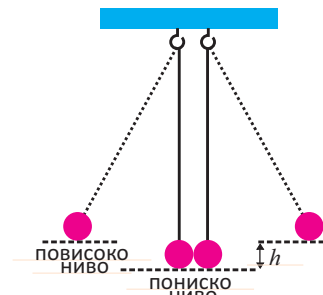
Сл. 6.2



Сл. 6.3

Од сликата 6.4. можеме да заклучиме дека двете топчиња во однос на првата положба и земјата имаат поголема потенцијална енергија. Зголемувањето на потенцијалната енергија е резултат на енергијата од електричното поле.

Бидејќи топчињата зазедоа нова положба под дејство на електричните сили, зголемената енергија на тој систем одговара на работата што ја извршила сила подигајќи ги топчињата од помала на поголема висина.



Сл. 6.4

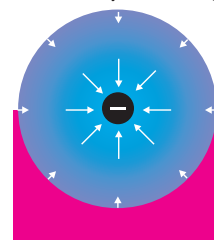
Што ќе се случи ако во полето на електризирано тело внесуваме единечно истоимено наелектризирано тело?

Ќе се јави заемно дејство меѓу електричните полиња и бидејќи телата се одбиваат, потребно е да се изврши одредена работа за да се внесе во електричното поле.

Извршената работа при внесување на единичен електричен полнеж од бесконечност во некоја точка од електричното поле се нарекува електричен потенцијал ϕ .

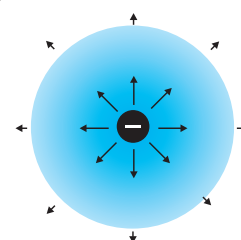
Бесконечноста овде не треба да се сфати во „астрономска“ смисла, туку како простор надвор од влијанието на електричното поле, т.е. простор во кого дејството на електричните сили е еднакво на нула, или занемарливо мало.

Да нагласиме дека, секое наелектризирано тело во електричното поле има одреден потенцијал. Вредноста на потенцијалот на наелектризираните тела се определува спрема Земјата, чии што потенцијал условно е земено да изнесува нула. Оттука во претходната дефиниција за потенцијал наместо изразот: “електрицитетот се преместува од бесконечност”, може да се рече дека: “електрицитетот се преместува од Земјата”.



електрично поле на негативен полнеж

Сл. 6.5



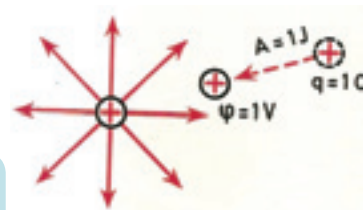
електрично поле на позитивен полнеж

Сл. 6.6

На сликата 6.7. графички е прикажано пренесувањето на количество електричество од 1 C од бесконечност во дадена точка на електричното поле.

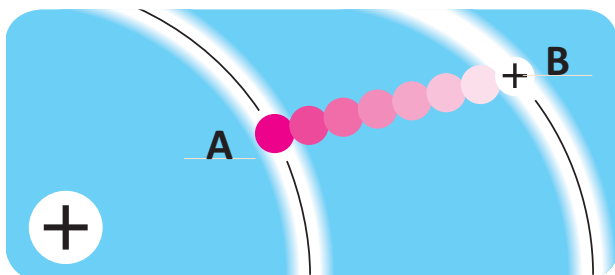
Мерната единица за електричен потенцијал е 1 V (волт) го добило името спрема името на италијанскиот физичар Александро Волта.

Електричен потенцијал во некоја точка од електричното поле изнесува 1 V, ако за поместување на количество електричество од 1C од бесконечност во таа точка на електричното поле спротивно на дејството на електричните сили, ќе се изврши работа од 1J (види слика 6.7).

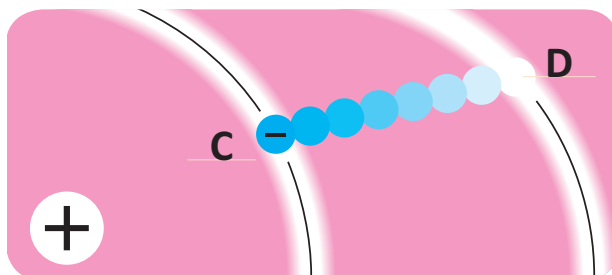


Сл. 6.7

На сликите 6.8. и 6.9. прикажано е внесувањето на единичен електричен полнеж (прво позитивен, а потоа негативен единичен електричен полнеж) во полето на позитивно наелектризирано тело.



Сл. 6.8



Сл. 6.9

Забележувате дека ситуацијата е различна и зависи дали во полето се внесува истоимено наелектризирано тело или разноимено наелектризирано тело. Кога внесуваме истоимено наелектризирано тело енергетското ниво се зголемува (слика 6.8.), а обратно кога внесуваме разноимено наелектризирано тело (слика 6.9) енергетското ниво се намалува.

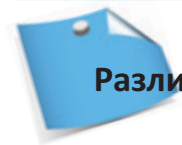
Да пресметаме:

$$\text{електричен потенцијал} = \frac{\text{работа}}{\text{електрицитет}} \quad \varphi = \frac{A}{q}, \quad \text{волт} = \frac{\text{џул}}{\text{кулон}} \quad 1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}.$$

A - извршена работа; q - количество на електричество; φ - електричен потенцијал.

За Земјата, по договор, е земено потенцијалот да изнесува нула. Затоа извршената работа при пренесувањето на единичен електричен полнеж од Земјата во некоја точка на електричното поле се вика потенцијал на таа точка на полето во однос на Земјата.

Потенцијалот е мерка за потенцијалната енергија на единичниот електричен полнеж во одредена точка од полето. Направата со која се мери потенцијалот на полето се вика **електрометар**.



Разлика на потенцијали - Напон

Ако пренесуваме количество електричество q од една точка на електричното поле (слика 6.8.) од B во A кои што имаат различен потенцијал вршме работа. Извршената работа A ќе биде еднаква на производот од количеството електричество и потенцијалната разлика.

$$A = q \cdot (\varphi_2 - \varphi_1).$$

Под електричен напон (U) подразбираме разлика на потенцијали помеѓу две точки од електричното поле, т.е. $U = \varphi_2 - \varphi_1$.

Телата коишто се електризираат со триење или со допир и притоа губат дел од негативниот полнеж стануваат позитивно електризирани. За тие тела велиме дека имаат позитивен потенцијал.

За телата коишто се електризирани така што добиваат негативен полнеж велиме дека имаат негативен потенцијал.

Договорно е земено дека ако се сврзат две различно наелектризирани тела електричните полнежи да се движат од телото со позитивен потенцијал кон телото со негативен потенцијал.

Да пресметаме:

Напонот (U) е потенцијална разлика меѓу две точки на електричното поле.

$$U = \varphi_2 - \varphi_1.$$

Бидејќи условно е земено потенцијалот на Земјата да е еднаков на нула, во тој случај напонот на наелектризираното тело и во однос на Земјата ќе биде еднаков на неговиот електричен потенцијал:

$$U = \varphi_2 - 0 = \varphi_2 \Rightarrow U = \varphi_2.$$

Поголеми единици од волт се:

1 kV = 1000 V (кило волт);

1 MV = 1000 000 V (мега волт);

1 GV = 1000 000 000 V (гига волт)

Помали единици од волт се:

1 mV (1V = 1000 mV) (мили волт);

1 μ V (1V = 1000 000 μ V) (микро волт)

Направата за мерење на напон се вика волтметар (прикажан на сл. 6.10).



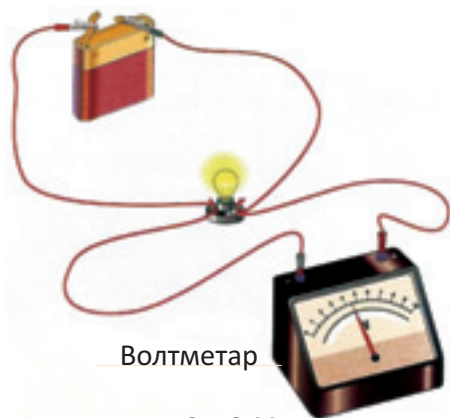
Сл. 6.10

Волтметарот во струјното коло секогаш се врзува паралелно со изворот или потрошувачот.

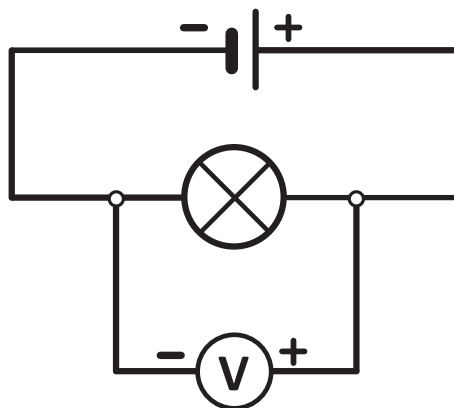
На сликата 6.11 прикажан е волтметар во електричен струен круг поврзан паралелно со потрошувачот. Ова поврзување шематски е прикажано на слика 6.12.

Како настанува напонот во електричниот извор?

Во електричниот извор настанува претворба на различни видови на енергија (механичка, хемиска и слично) во електрична енергија. При тоа во внатрешноста на изворот се разделуваат електричните полнежи на неговите полови и меѓу нив се јавува напон.



Сл. 6.11

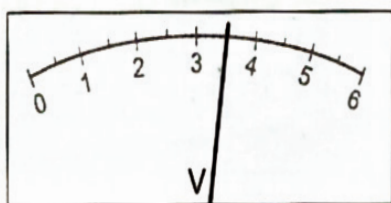


Сл. 6.12



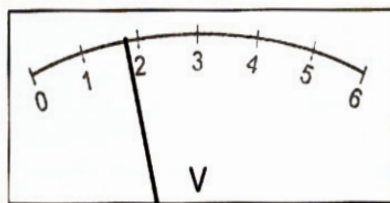
Размислете. Решете

1. Со преклопникот на волтметарот ги менуваме мерните подрачја кои што се означени под мерните скали (слика 6.13 а, б, в). Прочитај ги резултатите од мерењето!



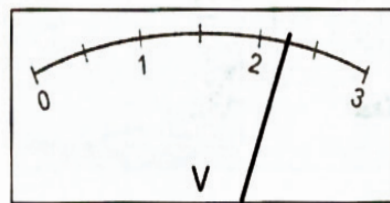
0 - 6V

а)



0 - 60V

б)



0 - 30V

в)

Сл. 6.13

2. Кога се врши работа во електричното поле?

3. Што мери волтметарот прикажан на слика 6.14 и колку волти покажува стрелката?

4. На што е еднаков електричниот потенцијал во некоја точка од електричното поле?

5. Што е електричен напон и која е неговата мерна единица?

6. Ако волтметарот покажува напон од 100 мили волти, тогаш колку всушност се тоа волти?

7. Што се случува со електричниот потенцијал ако во електричното поле се внесува тело со разноимено количество на електричество?



Сл. 6.14

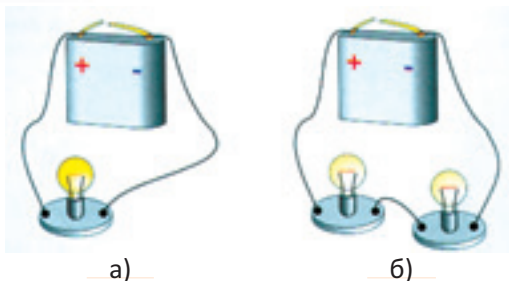
Електричен отпор

Што се противи на течењето на електричната струја?

Да изведеме обид како на сликата 7.1 а) и б). Кога во електричното коло има приклучено една сијалица и во вториот обид иста батерија само во кругот има сериски поврзано две сијалици. Што забележуваме?

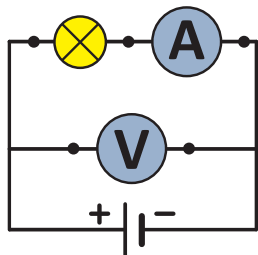
Во кругот каде што има една сијалица (сл. 7.1 а) таа свети поинтензивно од случајот кога има вклучено две сериски поврзани сијалички (сл. 7.1 б).

Која е причината кога напонот е ист, а светилките светат различно?



Сл. 7.1

За да одговориме на ова прашање, ќе ги разгледаме податоците добиени од мерењата што се направени според шемата на сликата 7.2.



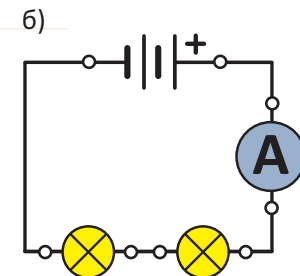
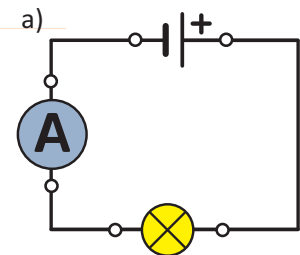
Сл. 7.2

	Автомобилска сијалица	Батериска сијалица	Графитна прачка
Напон (волти)	4,5	4,5	4,5
Јачина (ампери)	1	0,2	0,1

Табела Т-1

Во табелата се дадени податоци за напонот и јачината на електричната струја кога во струјниот круг биле поединечно сврзани: автомобилска сијалица, батериска сијалица и јагленова прачка.

Од табелата Т-1 се гледа дека иако напонот на изворот во струјниот круг за секој спроводник е еднаков, (4,5 V) јачините на струите се различни. Јачината на струјата низ графитната прачка (0,1 A) е 10 пати помала од јачината на струјата низ автомобилската сијалица (1 A). Се чини како различните спроводници различно да се “противат” на електричната струја. Затоа велíme дека имаат различен отпор.



Сл. 7.3

Својството на спроводниците да влијаат на јачината на електричната струја се нарекува електричен отпор и се означува со R .

Мерна единица за електричен отпор е еден ом (1 Ω). Електричен отпор од 1 Ω има спроводник низ којшто при напон од 1 V на неговите краеве тече електрична струја со јачина од 1 A $\left(\Omega = \frac{V}{A} \right)$.

Поголеми единици се:

$$1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega;$$

$$1 \text{ M}\Omega = 1000 \text{ 000 } \Omega.$$

Мерниот инструмент за електричен отпор (прикажан на слика 7.4) се вика Омметар.

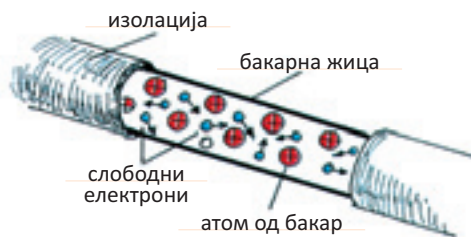
Како да се објасни отпорот на спроводниците?

Познато е дека кај металите преносители на количеството електричество се слободните



Сл. 7.4

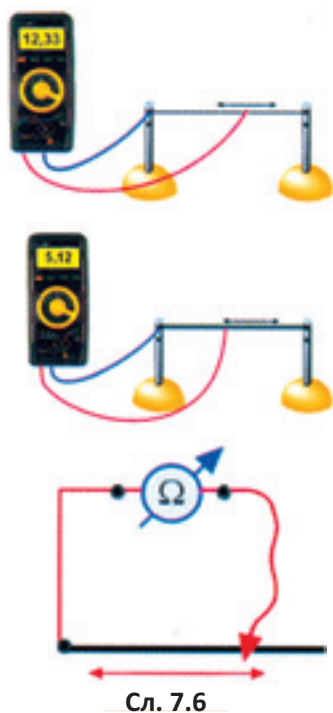
електрони (сл. 7.5) кои се движат под дејство на напонот од изворот. Обидите покажуваат дека електроните се движат претежно по површината на спроводниците. Во огромен дел од стручната литература се смета дека електроните при своето движење се судираат со атомите коишто осцилираат во мал простор. Затоа спроводниците се загреваат и се јавува електричниот отпор. Современите сознанија се разликуваат од досегашните, односно се смета дека електроните имаат многу мали димензии и не можат да се судраат со атомите. Електричниот отпор-неговото објаснување е многу посложено отколку што на прв поглед изгледа. Размислувањата одат во насока дека електричниот отпор и загревањето на спроводниците, пред се, е плод на заемно дејство на полињата (електрично, магнетско, гравитационо).



Сл. 7.5

Да испитаме како зависи електричниот отпор:

Од должината на спроводникот (l), плоштината на напречниот пресек на спроводникот (S) и од видот на материјалот (супстанцијата) - ρ (Сл. 7.6).



Сл. 7.6



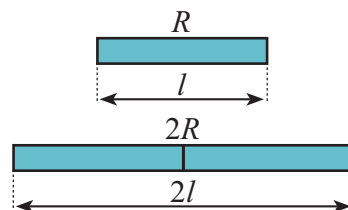
Да ги изведеме обидите:

а) Зависност од должината (l)

Земаме мерен инструмент кој го викаме омметар (по можност дигитален) и на стативи растегнуваме жица од цекас со должина од 1 метар. Со „крокодил банани“ сврзете ги почетокот и крајот на жицата. Го читаме електричниот отпор. Го мериме отпорот на различни места и ги забележуваме резултатите.

Забележуваме: Како со менување на должината на жицата се зголемува отпорот на спроводникот.

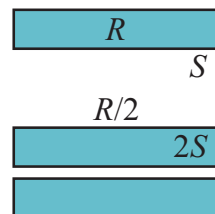
Заклучок: Електричниот отпор зависи пропорционално од должината на спроводникот (сл. 7.7.).



Сл. 7.7

б) Зависност од плоштината на попречниот пресек на спроводникот (S).

На стативите како во претходниот случај сврзуваме уште една таква жица. Го читаме отпорот и забележуваме дека отпорот се намалува.



Сл. 7.8

Заклучок: Електричниот отпор зависи обратнопропорционално од плоштината на попречниот пресек на спроводникот (S) (сл.7.8).

в) Зависност од материјалот (ρ)

Земаме неколку жици со еднакви димензии од различен материјал. Ги мериме отпорите на еднаква должина од жиците. Иако жиците еднакви должини и еднакви плоштини на попречниот пресек нивниот отпор е различен. Заклучок: Електричниот отпор зависи и од видот на материјалот (супстанцијата). Пример: Спроводникот од цекас има поголем електричен отпор од спроводникот од бакар.

Од изведените обиди заклучуваме дека: **електричниот отпор R зависи правопрпорционално од должината на спроводникот (l); обратнопрпорционално од плоштината на попречниот пресек (S) и специфичниот отпор (ρ) на материјалот од кој е изграден спроводникот.**

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

При решавањето на нумерички задачи често се користат изведените формули од претходната формула и тоа:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}; \quad S = \frac{\rho \cdot l}{R}; \quad l = \frac{R \cdot S}{\rho}; \quad \rho = \frac{R \cdot S}{l}.$$

Специфичен отпор на некоја супстанција (ρ) претставува електричниот отпор на таа супстанција, чија должина е 1m, а плоштината на попречниот пресек 1 m².

Единицата за специфичниот електричен отпор е Ωm , но во практиката повеќе се употребува вонсистемската единица $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$. $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

Во табелата Т-2 дадени се вредностите на специфичниот електричен отпор за некои супстанции.

Кога се даваат вредностите на електричните отпори во табели тие се однесуваат претежно на собна температура (20 °C). Во апаратите кои се користат за греење, грејачите мора да имаат многу поголем отпор од останатите делови на струјниот круг. За правење на грејачите најчесто се користат материјалите: цекас, волфрам, никел итн.

Пример: Бакарен спроводник има должина од 50 m, пресекот е 2,5 mm²; специфичниот електричен отпор е 0,017. Колкав е отпорот?

$$l = 50 \text{ m}; \quad S = 2,5 \text{ mm}^2; \quad \rho = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}; \quad R = ?$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad \Rightarrow \quad R = 0,34 \Omega.$$

Супстанција	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)
сребро	0,016
бакар	0,017
злато	0,023
алуминиум	0,027
волфрам	0,055
цинк	0,06
никел	0,09
платина	0,1
железо	0,11
челик	0,17
олово	0,21
никел (54Cu + 26Ni + 20Zn)	0,42
манганин (88Cu + 12Ni + 2Mn)	0,48
константан (54Cu + 12Ni + 2Mn)	0,49
жива	0,958
кромникал (200Cr + 80Ni)	1,1
кантал (Fe, Cr, Al, Co)	1,45

Табела Т-2

Потребно е да се нагласи дека електричниот отпор прилично се менува со промената на температурата. Пример: Светилка со ознака 100 W кога е ладна има отпор 45, а кога ќе се вжари жичката има отпор 480 (11 пати поголем).



Размислете и решете

- Претворете: а) 2580 Ω во k Ω ; б) 0,8 k Ω во Ω ; в) 0,4 M Ω во Ω ; г) 1,2 k Ω во M Ω
- Наведете некои материјали од кои се изработуваат спроводниците.
- Како се менува отпорот ако:
 - должината се намали 4 пати; б) должината се зголеми 3 пати;
 - површината на попречниот пресек се зголеми 5 пати.
- Пополнете ја табелата

R (Ω)	S (mm ²)	ρ (Ω)	(m)
?	1	1,1	2
3	?	0,017	30
4	2,5	?	100
23	0,5	0,023	?



Омов закон

Овој закон се однесува на зависноста на јачината на електричната струја, од напонот на изворот во струјниот круг. Законот го открил германскиот физичар Георг Симон Ом и во негова чест е наречен омов закон.



Да испитае

- Како јачината на електричната струја во електричниот круг зависи од напонот на изворот?

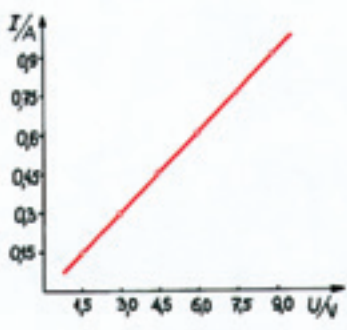
За таа цел составуваме електричен струен круг (сл. 8.1) со следните елементи: извор на електрична струја таков да можеме да го менуваме напонот од 0 - 12 V, потрошувач и мерни инструменти (амперметар и волтметар).

Шематскиот приказ на електричниот круг е претставен на слика 8.2.

Го менуваме напонот на изворот и податоците за големината на напонот и јачината на електричната струја (прочитани од соодветните инструменти) ги внесуваме во табела Т-1. Во исто време при секое отчитување на податоците правиме и количник од напонот и јачината и истиот го внесуваме во табелата. Табелата Т-1 графички е претставена на сл. 8.3.

U (V)	I (A)	U/I (Ω)
1,5	0,15	10
3,0	0,3	10
4,5	0,45	10
6,0	0,6	10
7,5	0,75	10
9,0	0,9	10

Табела Т-1



Сл. 8.3

Количникот од напонот и јачината на електричната струја фактички го претставува износот на електричниот отпор и затоа забележуваме:

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R} \quad U - \text{напон}; I - \text{јачина на електричната струја}; R - \text{отпор.}$$

Ова е Омов закон кој важи за метални спроводници при постојана температура. Омовиот закон го исказуваме вака:

Јачината на струјата која тече низ металните спроводници е поголема колку што напонот е поголем, а отпорот помал.

Оваа формула може да се трансформира и:

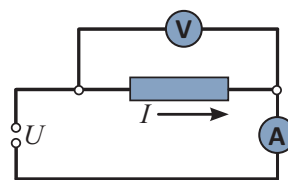
$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = I \cdot R$$



Георг Симон Ом
(1787 - 1854)



Сл. 8.1



Сл. 8.2

Гледајќи ја табелата забележуваме дека на секој подреден пар на вредности на напонот и јачината на струјата количникот на напонот и јачината останува постојан (10). Значи дека отпорот на потрошувачот не се менува со промената на напонот. Јачината на струјата се променува со промената на напонот на изворот и тоа право пропорционално. Колку пати ќе се зголеми напонот, за толку пати ќе се зголеми јачината на струјата.

Електричниот отпор е постојана величина која го карактеризира дадениот потрошувач.

Графикот прикажан на сл. 8.3. на одреден начин ја дава волт-амперската карактеристика на спроводникот. За металните спроводници тој е права линија. Од графикот можеме да прочитаеме и на колкава јачина на електричната струја и одговара соодветниот напон иако не сме извршиле мерење за тоа.

Пад на напон

Производот на јачината на електричната струја и електричниот отпор (горната релација $U = I \cdot R$) го нарекуваме пад на напонот. Падот на напонот ни покажува дека напонот меѓу две точки од струјниот круг зависи од отпорот на набљудуваниот дел. При соодветна јачина на струјата, падот на напонот е поголем на делот од кругот кој има поголем отпор R .

Падот на напонот може да ни даде одговор на прашањата:

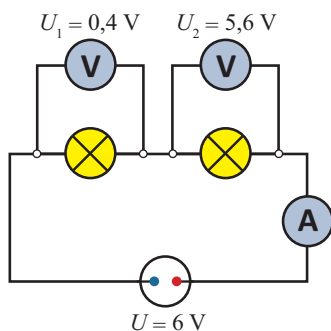
1) Како се распоредува напонот од изворот на краевите од потрошувачите вклучени сериски во струјниот круг?

2) Како можеме да го пресметаме отпорот на потрошувач во струјниот круг, ако неговата вредност не ни е позната?



Да испитаме:

Да разгледаме струен круг којшто е составен од елементи прикажани на шемата на сл. 8.4 во кого што има вклучено два сериски сврзани потрошувачи.



Сл. 8.4

Забележуваме дека волтметарот на краевите од потрошувачот R_1 покажува напон $U_1 = 0,4 \text{ V}$, а волтметарот сврзан на потрошувачот R_2 покажува напон $U_2 = 5,6 \text{ V}$. Напонот на изворот $U = 6 \text{ V}$, а јачината на електричната струја $I = 0,1 \text{ A}$.

Да ги пресметаме големините на отпорите на потрошувачите R_1 и R_2 :

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{0,4 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = 4 \Omega; \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{5,6 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = 56 \Omega.$$

Од пресметките следува: $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$

Од извршените пресметувања можеме да заклучиме дека напонот на изворот се распоредува на потрошувачите така што на потрошувачот со поголем отпор ќе се распределат поголем напон, а на потрошувачот со помал отпор помал напон. Распределбата на напонот е пропорционална со електричниот отпор.

Претходната постапка за распределба на електричниот напон за сериски сврзаните потрошувачи може да се искористи и за пресметување на големината на отпорот на потрошувач со непознат отпор.

Пример: Сијалица којашто е направена да свети на 24 V има отпор од 120Ω . Колкав отпор треба да и поврземе (сериски) за да може да ја приклучиме на напон од 40 V ?

Дадени податоци:

$$U_1 = 24 \text{ V}$$

$$R_1 = 120 \Omega$$

$$U_2 = 40 \text{ V}$$

$$R_x = ?$$

Од релацијата $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_x}$ следува: $R_x = \frac{U_2 \cdot R_1}{U_1}$ после внесувањето и

пресметувањето добиваме: За да може Сијалицата да свети на напон од 40 V треба сериски да ја сврземе со отпорник чиј електричен отпор е 80Ω .

Пресметувањето на падот на напонот има значајна улога кај далноводите при пренесување на електричната струја на големи далечини.



Знаеме ли да решиме?

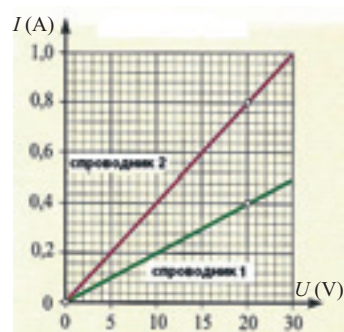
1. Колкава јачина на струја тече низ светилка (нејзината жичка) со отпор од 880Ω приклучена на напон од 220 V ?

2. На графикот (сл. 8.5) графички е претставена зависноста на јачината од напонот на два спроводника.

а) Дали важи Омовиот закон за овие спроводници?

б) Пресметајте го отпорот на секој спроводник?

в) Како од наклонот на графикот можете да определите кој спроводник има поголем отпор, без да извршите пресметки?



Сл. 8.5

3. На слика 8.6 прикажани се две табели на извршени мерења на напонот и јачината на потрошувачи од константан и железо. Нацртајте график за двата материјали од податоците во табелата и пресметајте колкави се електричните отпори на железото и константанот!

жича од константан		жича од железо	
$U [\text{V}]$	$I [\text{A}]$	$U [\text{V}]$	$I [\text{A}]$
0,5	0,2	0,5	1
1	0,4	1	2
1,5	0,6	1,5	3

Сл. 8.6



Сврзување на потрошувачи во струен круг



Сериско сврзување

Сте забележале дека сијаличките што се поставуваат на новогодишна елка (слика 9.1.) поврзани се една за друга. Ако се расипе една сијалица, тогаш гаснат сите, што не е случај кај сијалиците во осветлениот ходник.

Сврзувањето на потрошувачите (сијалиците) една за друга односно крајот од првата сијалица со почетокот од втората и така со ред се вика сериско сврзување. Сериското сврзување сликовито е прикажано на сликата со дечињата (сл. 9.2.). Забележуваме дека дечињата се фатени со рачињата на следниот начин: левата рака од едното дете со десната рака од другото дете и така во круг.

Ваков вид на сврзување можете на направите и сами со електричен круг составен од следните елементи: извор на електрична струја (батерија од 4,5 V), неколку сијалички поставени на сијалични грла и спроводници (слика 9.3. а). Ако во струјниот круг го зголемувате бројот на сијаличките, тогаш тие послабо ќе светат.

Ако од струјниот круг извадите една сијаличка тогаш сите останати ќе престанат да светат. Тоа е така затоа што со вадењето на сијаличката се прекинува струјниот круг, а со тоа престанува да тече и електричната струја.

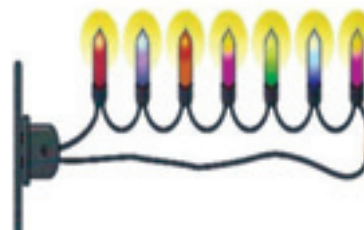
Од шематскиот приказ на струјниот круг слика 9.3.б) може да се забележи следното: јачината на електричната струја низ сите сијалички е еднаква односно $I = I_1 = I_2 = I_3$ е иста; Додека пак напонот од изворот U ќе се распредели на сите сијалици (U_1, U_2, U_3) така што вкупниот напон ќе биде еднаков на нивниот збир. Односно $U = U_1 + U_2 + U_3$. Со примена на Омовиот закон ($U = I \cdot R$) во горната релација добиваме: $I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$ / : I Откако поделите со јачината на струјата (I) ја добиваме следната формула:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Вкупниот отпор кај сериски сврзаните потрошувачи е еднаков на збирот на отпорите од поединечните потрошувачи.

Пример: Колкав е вкупниот отпор на кругот ако се сврзани сериски отпорници со отпори: 4 Ω , 6 Ω и 12 Ω ?

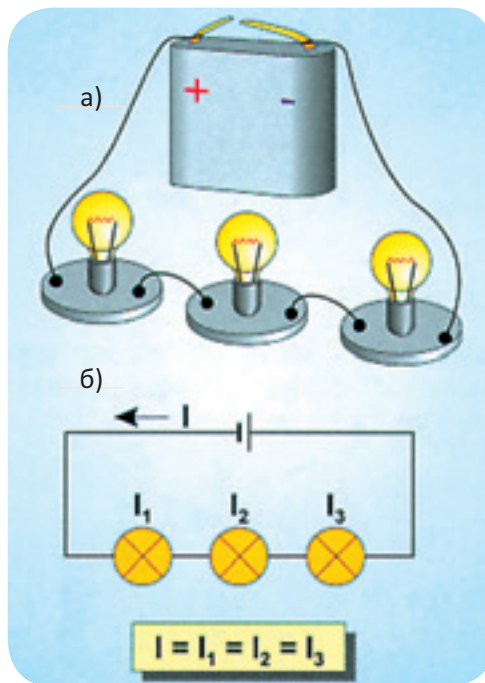
$$R = R_1 + R_2 + R_3; \quad R = 22 \Omega.$$



Сл. 9.1



Сл. 9.2



Сл. 9.3



Сл. 9.4

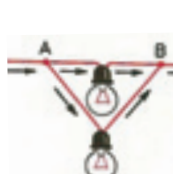


Паралелно сврзување

Сте забележале дека кај светилките во ходниците, ако прегори или извадиме една сијалица останатите продолжуваат да светат. Тоа значи дека струјниот круг при паралелното сврзување не се прекинува со вадење на еден од неговите елементи. На сликата 9.4 ако убаво ја погледнине ќе забележиме дека сијалиците се сврзани на следниот начин: едниот крај од сите сијалици е сврзан на едно место, а другиот крај на друго место.

Ако почетоците на два или повеќе потрошувачи се сврзат во една точка, а краевите во друга, тогаш велиме дека потрошувачите се сврзани паралелно.

Паралелното сврзување шематски е прикажано на слика 9.5. Сливовито паралелното сврзување е прикажано на слика 9.6. на која што дечињата се фатени со рацете на следниот начин: со левите раце се фатени на едно место, а со десните на друго место.



Сл. 9.5



Сл. 9.6

Паралелното сврзување може да се испита и со следниот обид:

Конструираме струен круг со елементи и начин на сврзување прикажан на слика 9.7. Земаме извор на електрична струја (батерија од 4,5 V), сијалици, сијалични грла и спроводници. Сијалиците ги сврзуваме така што сите почетоци ги сврзуваме во една

точка, а краевите во друга точка. Ако се извади било која сијалица другите продолжуваат да светат.

Од шематскиот приказ на слика 9.7. можеме да видиме дека напонот (U) на краевите од сите сијалици е еднаков со напонот на изворот:

$$U = U_1 = U_2 = U_3.$$

Јачината на електричната струја се разгранува во сите потрошувачи. Вкупната јачина е еднаква на збирот на јачините на струите во гранките, односно:

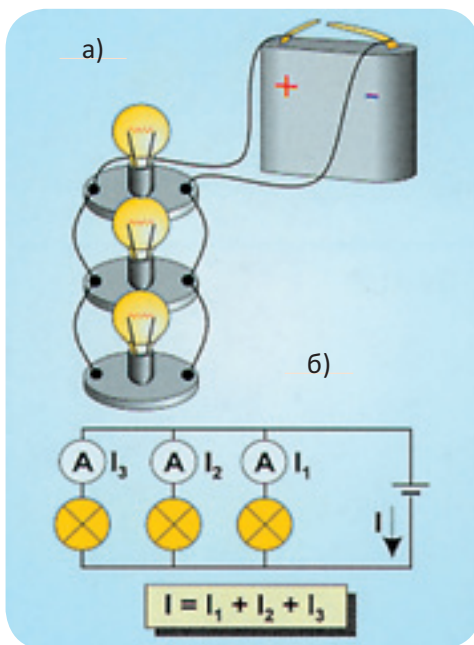
$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Спрема Омовиот закон јачината на електричната струја е еднаква на количникот од напонот и отпорот односно:

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

Ако оваа формула за јачината на електричната струја ја примениме во претходната формула каде што $I = I_1 + I_2 + I_3$ ќе ја добиеме релацијата:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad / : U \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



Сл. 9.7

Реципрочната вредност на вкупниот отпор кај паралелно сврзаните потрошувачи е еднаков на збирот од реципрочните вредности на отпорите од секој поединечен потрошувач.

Пример: Колкав е вкупниот отпор во струјниот круг ако отпорниците со отпори: 4Ω , 6Ω и 12Ω се сврзани паралелно?

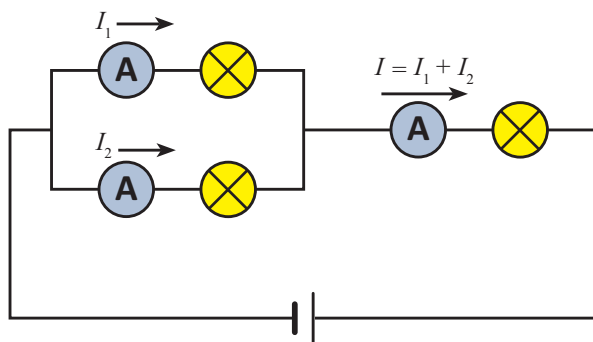
Податоци: $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 12\Omega$; $R = ?$ Решение: $R = 2\Omega$.

Споредете го вкупниот отпор со отпорот на одделните отпорници. Што забележувате?

Тој е помал и од најмалиот.

Комбинирано сврзување

Комбинираното сврзување на потрошувачи во струјниот круг прикажано е на слика 9.8. Во овој случај има два потрошувачи сврзани паралелно, а тие се сериски сврзани со трет потрошувач. Кога се решава задача од овој вид на сврзување прво се пресметува вкупниот отпор на паралелно сврзаните потрошувачи, а потоа заедничкиот отпор со сериски сврзаниот потрошувач.



Сл. 9.8



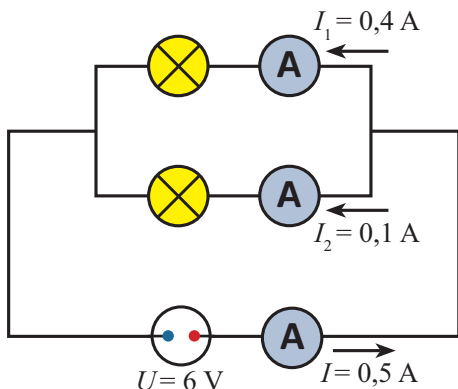
Размислете и одговорете

1. Нацртајте шематски струен круг во којшто се сврзани 4 светилки и тоа:

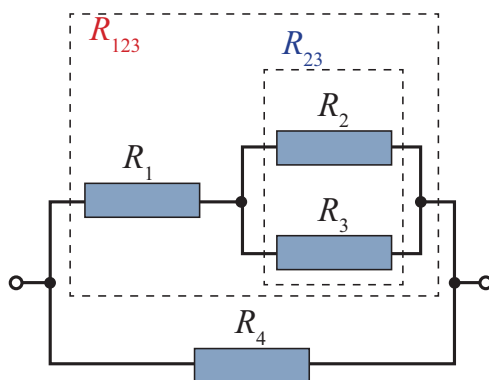
а) сериски;

б) паралелно, со приклучени мерни инструменти: амперметар и волтметар.

2. Објаснете како се сврзани светилките во струјните кругови прикажани на сликата 9.9 и од податоците на сликата пресметајте ги отпорите на двата потрошувачи.



Сл. 9.9



Сл. 9.10

3. На сл. 9.10 прикажано е комбинирано сврзување на потрошувачи со отпори: $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 15\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 6\Omega$. Да се пресмета вкупниот отпор R ?

4. Во станот на напон од 220 волти истовремено има вклучено 5 светилки со поединечен отпор од 500Ω .

а) Колкав е вкупниот отпор на сите паралелно сврзани светилки?

б) Колкава е вкупната јачина на струјата?

Електричен капацитет. Кондензатори



Да истражваме:

Земете две метални плочи, поставете ги на одредено растојание и сврзете ги со електрометар.

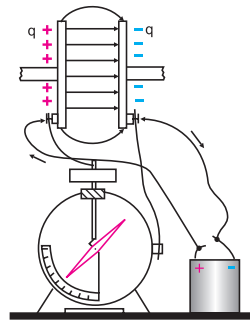
- Дали стрелката на електрометарот ќе се отклони?

- Не, Затоа што нема електрицитет на плочите.

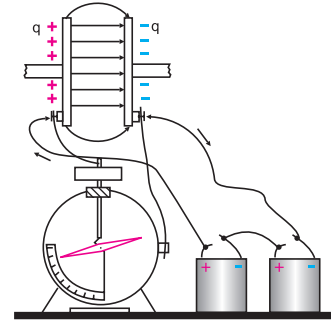
Металните плочки за кратко да ги поврземе со половите на една ќибна батерија (сл. 10.1.). Што ќе се случи со стрелката на електрометарот? - Ќе се отклони.

Металните плочи поврзете ги за кратко со двојно повисок напон (сл. 10.2).

Што ќе забележиме? - Стрелката двојно ќе го зголеми отклонот.



Сл. 10.1



Сл. 10.2

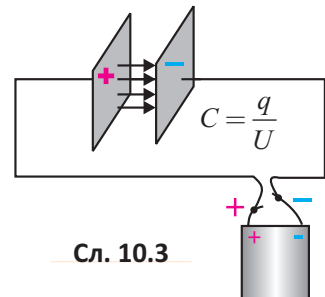
Направата која го собира позитивниот електрицитет на едната плоча, а негативниот на другата се вика кондензатор.

Од изведените обиди можеме да заклучиме дека напонот меѓу плочите зависи од донесеното количество електричество - q , (сл. 10.3) и тоа право пропорционално.

$$q = C \cdot U \quad C = \frac{q}{U}$$

C е константа и претставува **електричен капацитет** на спроводникот.

$$C = \frac{q}{U}$$



Сл. 10.3

Капацитетот постои и меѓу различно наелектризирани спроводници. Пример: кај електрометарот се создава поле меѓу централната електрода и куќиштето. Велиме дека електрометарот има свој капацитет. Кондензаторите се користат за „собирање“ количество електричество. На сликата 10.4 е прикажано како се менува капацитетот кај плочестиот кондензатор. Што се случува со капацитетот кога растојанието меѓу плочите ќе се промени? Ако растојанието меѓу плочите се намали, ќе се намали и напонот, а капацитетот ќе се зголеми. Зошто? - Капацитетот е обратно пропорционален со напонот.

- Што мислите, како зависи капацитетот од плоштината на плочите (C)? Зависноста е право пропорционална.

- Капацитетот на кондензаторот (C) зависи право пропорционално од плоштината на неговите плочи, а обратно пропорционално од растојанието меѓу плочите (сл. 10.5.).

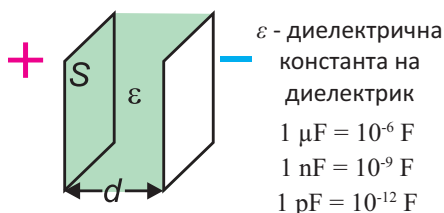
Тој зависи од видот на изолаторот кој се наоѓа меѓу плочите. Единица за капацитет е фарад (F).



Сл. 10.4

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}}$$

Капацитет од 1 Фарад има оној кондензатор чијшто напон ќе се промени за 1Волт ако на плочите се донеси количество на електричество од 1 Кулон. Единицата фарад е многу голема, па затоа се користат многу помали единици:



Сл. 10.5

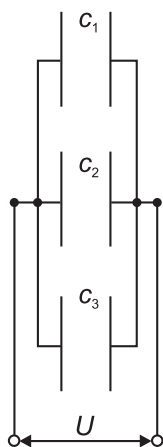
микрофарад, $1\mu\text{F} = 0,000\,001\text{ F}$
 нанофарад, $1\text{nF} = 0,000\,000\,001\text{ F}$
 пикофарад, $1\text{pF} = 0,000\,000\,000\,001\text{ F}$

Кондензаторот шематски се означува со две еднакви паралелни црти:



Познато е дека капацитет од еден микрофарад има спроводник во форма на топка со пречник од 9 километри. Капацитетот на земјината топка изнесува 711 микрофаради.

Во праксата често пати се јавува потреба од капацитети, кои спрема употребената врска ќе бидат поголеми или помали од капацитетите на кондензаторите со коишто располагаме.



Сл. 10.6



Сл. 10.7

За добивање на капацитети коишто ни се потребни за дадени случаи, најчесто се користи батерија од кондензатори. Батеријата претставува кондензатор составен од повеќе поединечни кондензатори коишто се на одреден начин сврзани меѓу себе. Сврзувањето може да биде паралелно (сл. 10.6.и сл.10.7.) (сите позитивни плочи и сите негативни плочи се сврзуваат како на шемата) и сериски (сл.10.8.)(позитивната плоча се сврзува со негативната и така со ред) и мешовито. Какво ќе биде сврзувањето на кондензаторите зависи од конкретната намена на батеријата.

Капацитетот на батеријата кај којашто кондензаторите се сврзани паралелно се пресметува со формулата:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

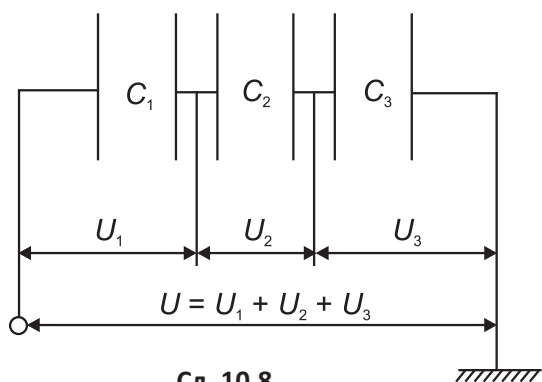
C - капацитет на батеријата

C_1, C_2, C_3 - капацитети на сврзаните кондензатори.

Од формулата се гледа дека капацитетот на батеријата е еднаков на збирот од поединечните капацитети на паралелно сврзаните кондензатори.

Капацитетот на батеријата во којашто кондензаторите се сврзани сериски (сл.10.8) се пресметува со формулата:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

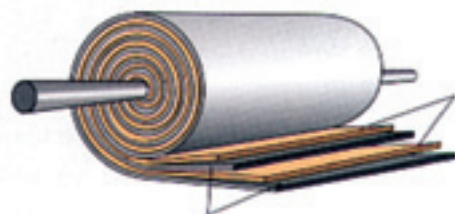


Сл. 10.8

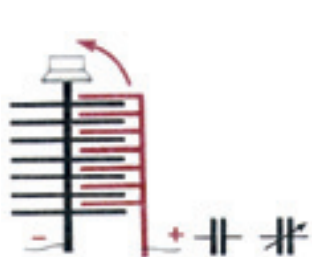
Реципрочната вредност на капацитетот на батеријата е еднаков на збирот од реципрочните вредности на сериски сврзаните кондензатори. Тоа значи дека капацитетот на батеријата е помал и од капацитетот на најмалиот кондензатор. Овој начин на сврзување се користи во случаите кога сакаме да го намалиме вкупниот капацитет, а се употребува тогаш кога се работи за висок напон кој би можел да го пробие секој кондензатор поодделно. Напонот во овој случај се распоредува на поединечните кондензатори и така се постигнува на секој кондензатор да му припадне само дел од напонот чија што големина не е во состојба да го пробие кондензаторот.

Видови кондензатори

Денес многу често се користат лиснасти или блок кондензатори (сл. 10.9). Две ленти од метални фолии се во основа спроводници кај овој кондензатор, а изоляторот меѓу нив е хартија натопена со парафин. Сите ленти се ставени во метална кутија поради механичка заштита. Овие кондензатори обично имаат голем капацитет. Можеш ли да одговориш зошто? Имаат голема плоштина и мало растојание.



Сл. 10.9



Сл. 10.10



Сл. 10.11



Сл. 10.12

Во електротехниката често се користат кондензатори со променлив капацитет.

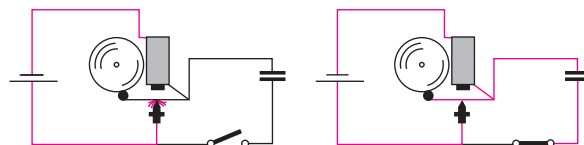
Променливиот кондензатор шематски се означува со две еднакви паралелни црти и стрелка преку нив (сл. 10.10). Ознаките на видовите кондензатори дадени се на слика 10.11. Видови на кондензатори кои најчесто се употребуваат во техниката прикажани се на слика 10.12.



Размисли и реши!

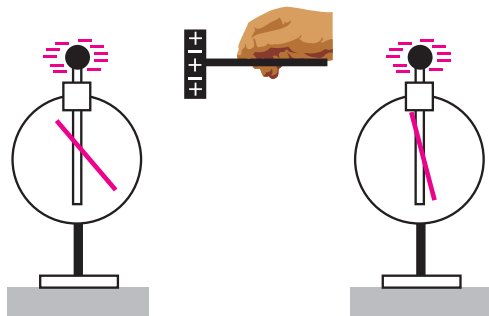
1) Кондензатор примил количество електричество од 0,0002 кулони и притоа му се променил напонот за 50 волти. Пресметај го неговиот капацитет.

2) Кај електричното звонче прикажано на сликата (сл. 10.13) се гледа дека меѓу шилецот и котвата има искрење. Ако се сврзе кондензатор, искрење нема. (Вишокот на електрицитет отишол на кондензаторот).

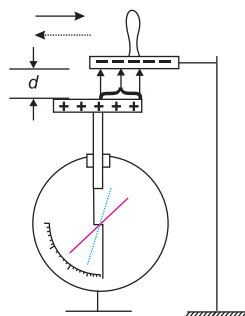


Сл. 10.13

3) Две метални топки со различен дијаметар наелектризирани се така да имаат еднаков потенцијал во однос на Земјата. Дали количеството на електричество на топките е еднакво? Што ќе се случи ако топките се сврзат со некој спроводник?



Сл. 10.14



Сл. 10.15

4) Објасни зошто капацитетот кај паралелно сврзаните кондензатори се зголемува, а кај сериски сврзаните кондензатори се намалува.

5) Што се докажува со обидите прикажани на сликите 10.14 и 10.15?

Работа и моќност на електрична струја

Работа на електричната струја

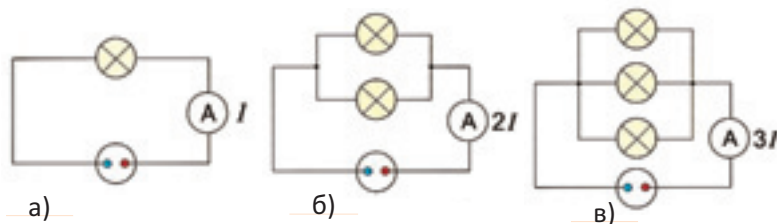
Во електричниот струен круг, електричните сили ги движат преносителите на електрицитетот низ спроводниците и потрошувачите, при тоа вршејќи работа.

Знаеме дека ако во електричното поле (на наелектризиран спроводник се придвижи количество електричество од 1C (1 As) од една точка во друга со потенцијална разлика-напон од 1 волт се врши работа од 1 џул.



Сл. 11.1

Кај работата на електричната струја станува збор за претворање на електричната енергија во друг вид на енергија. Пример кај електричната дигалка електричната енергија се претвора во механичка енергија (при што се врши подигање на товарот на извесно растојание). Кај апаратите за загревање (сл. 11.1) електричната енергија се претвора во топлинска односно внатрешна енергија на потрошувачите.



Сл. 11.2



Да испитаме:

Од што зависи извршената работа на електричната струја?

За таа цел составуваме струен круг со следните елементи: извор на електрична струја, потрошувач и амперметар (сл. 11.2.а). При напон на

изворот од 6 V, низ потрошувачот тече јачина на електрична струја (I) од 0,4A, тоа значи дека во секоја секунда низ потрошувачот протекува количество електричество од 0,4 C(As). Што ќе се случи ако во електричниот круг сврземе два исти такви потрошувачи (сл. 11.2.б)? Од сликата гледаме дека во овој случај измерената јачина на електрична струја ($2I$) под дејство на напонот на изворот придвижува количество електричество од 0,8 C (As), што значи два пати поголемо количество електричество од случајот со еден потрошувач.

Ако во струјниот круг има 3 потрошувачи (сл. 11.2 в) придвиженото количество електричество ќе биде 3 пати поголемо ($1,2\text{ C}$).

Од извршеното испитување можеме да заклучиме дека извршената работа на електричната струја е пропорционална со придвиженото количество q . Бидејќи напонот е тој што ги движи преносителите на електричните полнежи извршената работа на електричната струја зависи пропорционално од напонот на извор.

Да заклучиме: Работата што ја извршува електричната струја во струјниот круг зависи пропорционално од количеството електричество q и напонот U . $A = q \cdot U$.

Од формулата за пресметување на јачината на електричната струја следува: $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t$, за извршената работа ја добиваме следната формула: $A = U \cdot I \cdot t$

Ако во струјниот круг има вклучено повеќе потрошувачи, изразот за работа на електричната струја важи за секој потрошувач поединечно, а во тој случај напонот претставува пад на напонот на краевите од потрошувачот.

Работата што ќе ја изврши електричната струја при поминувањето низ некој потрошувач е еднаква на производот од: падот на напонот (U) на краевите од потрошувачот, јачината на електричната струја (I) и времето (t) на протекувањето на електричната струја.

Пример: Напонот на изворот е 6 V, во струјниот круг протекува јачина на електричната струја $I = 0,4$ A. Колкава работа ќе изврши електричната струја за време од 15 s?

Дадено: $U = 6$ V; $I = 0,4$ A; $t = 15$ s; $A = ?$

Решение: $A = U \cdot I \cdot t$; $A = 6$ V \cdot 0,4 A \cdot 15 s; $A = 36$ VAs; $A = 36$ J.

Мерни единици за електрична работа

$$A = U \cdot I \cdot t \quad 1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s}.$$

Ват секундата е многу мала единица, затоа се користат поголеми единици во коишто времето место 1 s се зема 1 час.

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}; 1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws} = 3600 \text{ J}$$

При отчитувањето на потрошената електрична енергија најчесто се користи единицата **киловатчас**.

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Почесто се користи и единицата **мегаватчас**: $1 \text{ MWh} = 1000 \text{ kWh}$

На сл. 11.3 е прикажан инструмент за мерење на потрошената електрична енергија.



Џејмс Џул
(1818 - 1889)



Сл. 11.3

Моќност на електричната струја

Моќноста на електричната струја се означува со (P) и претставува извршена работа во единица време.

$$P = \frac{A}{t}$$

Електричната моќност (P) е еднаква со производот на напонот и јачината на електричната струја

$$P = U \cdot I \quad \text{Единица за моќност е ват. (W)} \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \Rightarrow 1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Во пракса се користат поголеми единици: киловат, $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$; мегават, $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$

Помали единици: миливат, $1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$

Ако сакаме да ја пресметаме моќноста на некој дел од струјниот круг, со падот на напонот на тој дел од струјниот круг постапуваме:

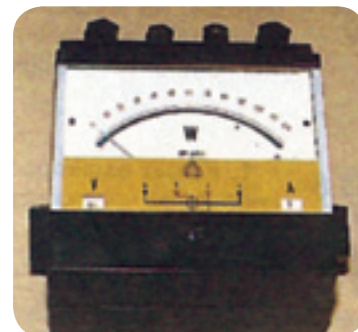
Ако во делот од струјниот круг за електричниот отпор R го примениме изразот од Омовиот закон од равенката за моќност добиваме израз:

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

За пресметување на работата и енергијата можеме да го користиме и изразот:

$$A = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

Инструментот за мерење на моќноста се вика ватметар (сл. 11.4).



Сл. 11.4

Пример: Светилка за автомобил со моќност од 55 W, предвидена е за напон од 12 V. Кога е вклучена во струјниот круг? Колкава јачина на електрична струја ќе тече низ светилката?

Податоци: $P = 55\text{ W}$; $U = 12\text{ V}$; $I = ?$

Решение: $I = 4,58\text{ A}$



Џејмс Ват



Размисли и одговори

1. На слика 11.5 прикажана е електрична пегла на која што се забележани вредностите за напонот и моќноста. Колкава јачина на електричната струја минува низ електричната пегла?



Сл. 11.5

2. Грејачот на бојлерот има моќност од 3000 W. Ако е вклучен во струјно коло 1,5 h, тогаш колкава јачина на електричната струја тече низ грејачот? Колку kWh електрична енергија ќе бидат потрошени?

3. Електрична дигалка крева маса од 1500 kg на височина од 25 m за време од 12 s. Да се пресмета:

- моќноста на дигалката;
- напонот на кој е приклучена дигалката, ако јачината на струјата е 80 A?

4. Колку електрична енергија ќе потроши бојлер со моќност од 2,5 kW, ако е вклучен 3 часа?

5. На слика 11.6 прикажан е тостер во којшто електричната струја извршува работа од 60 000 J за време од 60 s. Колкава е моќноста на тостерот?



Сл. 11.6

6. Низ потрошувач со електричен отпор $R = 15\ \Omega$ тече струја со јачина од 0,2 A. Колкава е моќноста на отпорникот?

7. Кога низ сијалицата од фарот на автомобил се донесе напон од 12 V низ неа тече електрична струја од 3 A. Колкава е моќноста на сијалицата?

8. На сл. 11.7 е прикажана правосмукалка. Извршената работа на електричната струја во неа е 16 000 J за време од 10 s. Пресметајте ја моќноста на правосмукалката. На крајот изразете ја моќноста во MW.



Сл. 11.7

9. Сијалица е приклучена на напон од 220 V, на амперметарот е прочитана јачина 0,46 A. Колкава е моќноста на светилката?



микробранова печка

Сл. 11.8

10. На сл. 11.8 прикажана е микробранова печка. Печката има моќност од 880 W. Колкава јачина на електричната струја ќе минува низ микробрановата печка, ако е приклучена на напон од градската мрежа (220 V)?

11. Колкава е моќноста на електричен радијатор, којшто за 5 часа троши 7,5 киловат часови електрична енергија?

Опасности и заштита од струен удар

Опасности

За струјниот удар можеме да речеме дека тоа се ефекти на електричната струја кога човекот ќе стане дел од струјниот круг и низ него ќе помине електрична струја. Ефектите покрај оштетувањето на делови од човечкиот организам, можат да бидат и со смртни последици.

Никогаш да не заборавите: Внимавајте да не постанете дел од затворен струен круг.

Човечкото тело е добар спроводник на електрична струја, затоа што телесната течност во клетките и просторот околу нив е одреден вид на електролит којшто ја спроведува електричната струја. Како спроводник и за него важи Омовиот закон: $I = U / R$ и од него познавајќи го напонот на изворот и отпорот на човечкото тело може да се пресмета јачината на електричната струја што ќе помине низ телото. Електричниот отпор на човечкото тело во различни делови е различен. Внатрешните органи имаат многу помал електричен отпор од кожата. На сл. 12.1 претставена е големината на електричните отпори на различни делови од човечкото тело.



Сл. 12.1

Треба да знаете дека влажната кожа има помал отпор од сувата. При сува кожа отпорот на човечкото тело е над 10 000 оми, а кога кожата е влажна под 1000 оми.

Многу е опасно кога електричната струја минува низ срцето и мозокот. (види сл. 12.2). На пример: Ако човек кој е влажен во капатилото, со едната рака се допре до оштетен спроводник под напон, а со другата се држи за металниот дел од тушот низ неговото тело ќе помине јачина на електричната струја:

$$I = \frac{U}{R_{\text{тело}}} = \frac{220 \text{ V}}{1000 \Omega} = 220 \text{ mA}.$$

На слика 12.4. прикажано е во каква опасност може да дојде домаќинката ако електричниот шпорет на некој начин (поради некои оштетувања) дојде



Сл. 12.2

под напон, а домаќинката со едната рака се фати за чешмата, а со другата за шпоретот.



Сл. 12.3



Сл. 12.4

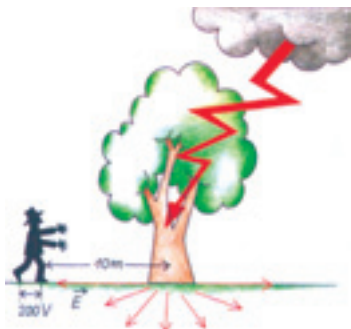
Јачината на електричната струја над 10 мили амperi предизвикува силно грчење на мускулите и при тоа се губи контролата над нив.

Ако се фатиме со рака за оштетен спроводник (којшто е дел од струјниот круг) има опасност да не можеме да успееме да се ослободиме од него (сл. 12.5).



Сл. 12.5

При јачина од 100 - 200 мили амperi грчењето на мускулите е толку силно, што срцето (како мускул) може да престане со својата работа. При оваа јачина на електричната струја се јавуваат и големи тешкотии во дишењето.



Сл. 12.6

Во опасност човекот може да се најде и на отворен простор, ако се случи невреме. При тоа има силно електрично празнење меѓу облаците и земјата (гром). Електричната струја на громот е многу голема и ако се случи да помине низ човек или во негова непосредна близина може да предизвика смртни последици (сл. 12.6.). За заштита од оваа појава се препорачува: да не се оди под осамено дрво; да се отстранат сите метални предмети што ги носи или држи човекот и да биде што е можно подалеку од нив; да седне, а не да лежи на земјата.

Постапки при помош на настрада од струен удар

На слика 12.7 има прикажано дете коешто настрадало под дејство на струјниот удар од електричната струја.

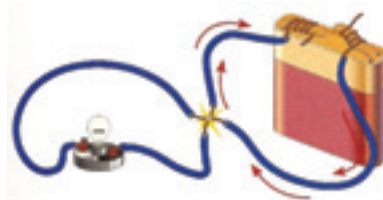


Сл. 12.7

При укажувањето на помош прво треба да се исклучи струјниот круг чиј дел станал несреќниот. При тоа спасителот треба многу внимателно да работи за да не настрада и тој. Прво, треба електрички да се изолира од подот со ставање на изолаторска подлога (гума или пластика), ако во близината нема таква подлога може да застане на палто или свиткан покривач. Повредениот и спроводниците под напон не смеат директно да се допираат. Затоа е потребно со предмет од изолатор (дрво или пластика) да се острани од несреќниот.

Зошто се опасни кратките врски и преоптоварувањата на струјниот круг?

Ако се сврзат двата пола на батерија (сл. 12.8) со спроводник со мал електричен отпор, согласно Омовиот закон ќе протече јака електрична струја. За кратко време ќе се ослободи големо количество енергија и прескокнува искра. Батеријата може да се оштети, а може да предизвика и пожар на електричната инсталација. Таквото сврзување се нарекува кратка врска.



Сл. 12.8



Сл. 12.9

Опасност од електричен пожар може да настане ако се преоптовари инсталацијата (сл. 12.9). До тоа може да дојде ако на еден приклучок се сврзат повеќе потрошувачи. Затоа НЕМОЈТЕ НА ЕДНО МЕСТО ДА СВРЗУВАТЕ ПОВЕЌЕ ПОТРОШУВАЧИ.

Заштита од струен удар

Заземјувањето е ефикасна заштита од струен удар.

За заштита од струен удар најосновно е никогаш да не се допре незаштитен спроводник којшто е дел од електрично струјно коло. Меѓутоа како дополнителна заштита скоро кај сите апарати е заземјувањето на надворешните метални делови (сл. 12.10). Апаратите во домаќинството- нивните надворешни делови добро се изолирани од спроводниците низ коишто тече електрична струја, но во случај на оштетување на тие спроводници надворешните метални делови можат да се сврзат со изворот на електрична струја. Тогаш дејствува заземјувањето. Тоа заземјување се вика заштитно заземјување. Заземјувањето на сите апарати се врши на тој начин што се поврзуваат надворешните



Сл. 12.10

делови со закопана метална плоча преку соодветни спроводници. Врската со заземјувањето се остварува на тој начин што не се употребуваат обични, туку шуко - приклучок, прекинувачи и приклучувачи. Натиакот преку контактна лимена плоча е во врска со куќиштето на апаратот. Од завртката на заштитниот контакт во натиакот тргнува спроводник на заземјувањето, кој се појавува како една жила на повеќежилен свивлив спроводник. Водот за заземјувањето води до соодветниот вод во утикачот (сл. 12.11).



Сл. 12.11

Осигурувачите неопходни заштитници

Осигурувачите ги штитат апаратите од опасностите и штетите што можат да настанат поради кратка врска или преоптоварување на струјниот круг. Со тоа директно придонесуваат за намалување на можностите од струен удар.



Сл. 12.12



Автоматски осигурувач и заштитна склопка

Во праксата се користат најразновидни осигурувачи (сл. 12.12) со различна конструкција, а иста функција.

Изборот на осигурувачите зависи од јачината на струјата што минува низ кругот. Пример: за јачина на струја до 27 A, се ставаат автоматски осигурувачи од 20 A. За мали работилници и погони, на струјните кругови до максимална јачина од 90 A се ставаат заштитни осигурувачи од 80 A.

Полезно дејство на струјните удари

Електричните струјни удари при кои што низ организмот протекуваат електрични струи со мали јачини - до 0,5 mA имаат и корисно дејство кај човечкиот организам. Затоа, најчесто се користат во медицинската терапија при лечење на некои болести.

Начини на заштеда на електричната енергија

- добрата топлинска изолација на домот, штеди енергија;
- бојлер -приклучувајте го да работи ноќе бидејќи ноќната енергија е поефтина;
- готвење - дното на садовите да биде еднакво со големината на ринглите, за да нема загуба на електричната енергија. За да се намалат загубите тенџерињата треба да се покриваат со капак;
- осветлување - користете повеќе светилки што користат гас (флуоросцентни). Гаснете ги светилките ако го напуштате местото подолго од 10 минути;
- фрижидер - избегнувајте често отварање и затворањето да биде што побрзо; редовно чистете го мразот;
- телевизор и компјутер - не ги оставајте да работат кога не ги користите.



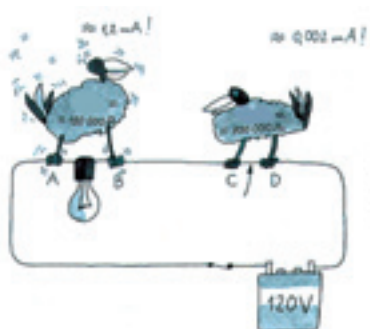
Размислете и одговорете

1. На слика 12.13 откријте какви грешки се направени:
 - а) при користење на електричните апарати;
 - б) какви опасности се кријат.



Сл. 12.13

2. Колкава е јачината на електричната струја што е смртоносна?
3. Што предизвикува струја со јачина од 10 mA?
4. Каква е јачината на електричната струја што се користи во медицината?
5. На сликата 12.14 прикажани се две птици коишто стојат во струен круг. Едната птица се тресе (значи минува појака струја), а другата мирно си стои. Со помош на слика 12.15 објасни ја појавата.
6. На сл.12.16 птиците слободно стојат на жиците. Објасни зошто!



Сл. 12.14

Пресметката дава

$$I \approx 2 \text{ A} \quad I_1 \approx 1,2 \text{ mA} \quad I_2 \approx 0,002 \text{ mA}$$

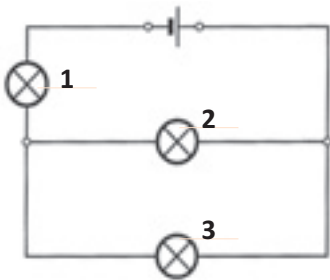
Сл. 12.15



Сл. 12.16



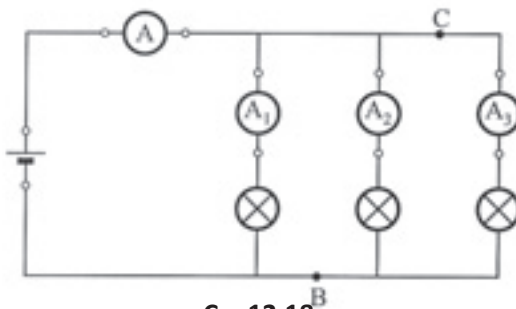
Проверете колку научивте



Сл. 12.17

1. Преносители на електрицитетот кај металите се _____; кај електролитите се _____ и кај гасовите се _____.

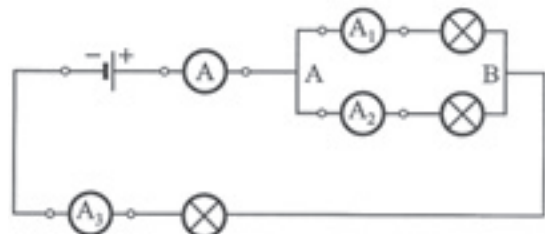
2. Три еднакви сијалици сврзани се во струен круг како на сл. 12.17. Која светилка најслабо ќе свети?



Сл. 12.18

3. Три еднакви сијалици сврзани се во електричен круг според шемата на сликата 12.18. Амперметарот А покажува јачина на струјата 0,9 А.

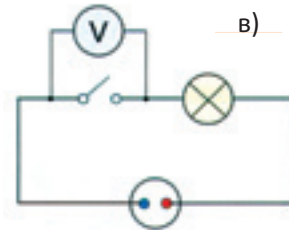
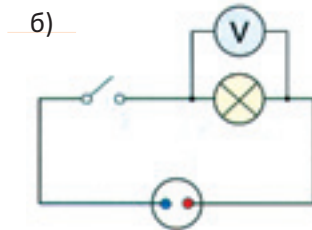
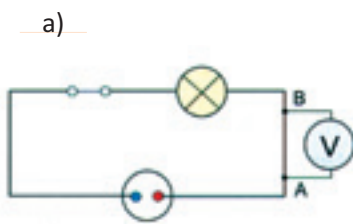
- Колкави јачини покажуваат другите амперметри?
- Колкава јачина тече низ точката В?
- Колкава јачина тече низ точката С?



Сл. 12.19

4. Три еднакви сијалици сврзани се во електричен круг според шемата на сликата 12.19. Амперметарот А покажува јачина од 0,6А. Колкави јачини покажуваат амперметрите А2 и А3 ?

5. Колкав напон има меѓу одделните точки во струјниот круг на сликата 12.20 а), б) и в)?

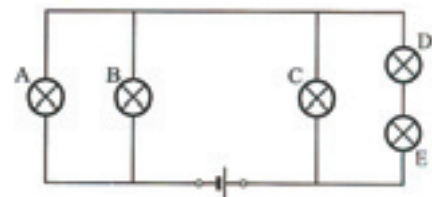


Сл. 12.20

6. Сите светилки во електричниот круг на сликата 12.21 се еднакви. Може ли светилките В и С да светат еднакво? Ако не, која ќе свети повеќе?

7. Може ли волтметар кој има скала до 20волти да измери напон на краевите од отпорникот кој има отпор од 4,2 оми кога низ него тече струја со јачина од 3А?

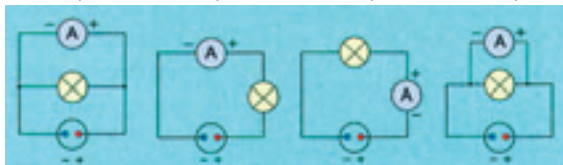
8. Колкава јачина на струја ќе тече низ отпорник со отпор од 2 оми сврзан на извор на електрична енергија од 6 волти?



Сл. 12.21

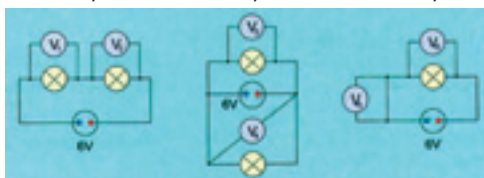
Тест (Електричество)

1. Кои од амперметрите е сврзан правилно на сл. 1: а) б) в) г)



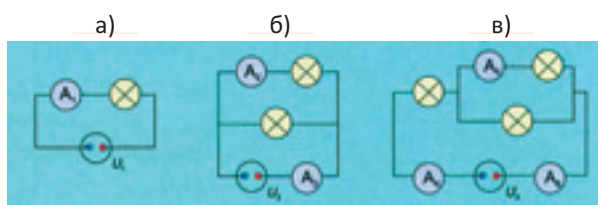
Сл. 1

2. Кој волтметар го мери напонот на изворот на сл. 2.? а) б) в)



Сл. 2

3. На слика 3 прикажано е различно сврзување на потрошувачи. Кое поврзување е комбинирано?



Сл. 3

4. Металите се спроводници на електрична струја, затоа што имаат слободни:

- а) јони б) електрони в) протони.

5. Колку кулони е електричниот полнеж, којшто поминува за 2 минути низ плоштината на напречниот пресек на спроводник, низ којшто тече струја со јачина од 400 мили амperi?

- а) 800 C б) 200 C в) 48 C г) 0,8 C.

6. Преносители на електрицитетот кај гасовите се:

- а) електрони б) јони в) електрони и јони

7. Спроводник во струен круг за кого важи Омовиот закон при промена на напонот на неговите краеве нема да се промени:

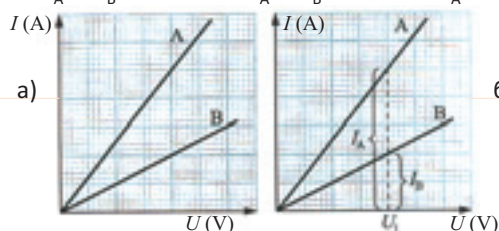
- а) јачината на струјата;
б) моќноста на спроводникот;
в) отпорот на спроводникот.

8. Во даден струен круг неопходен ни е отпорник, којшто може да пропушта јачина од 2 милиамperi при напон од 30 волти. Каков отпорник ќе одберете за оваа цел?

- а) 15 k Ω б) 1500 Ω в) 60 Ω г) 15 Ω

9. На сл. 4.а) прикажана е графички зависноста на јачината од напонот од два отпорници А и В. Која релација за односот на отпорите е точна?

- а) $R_A = R_B$ б) $R_A > R_B$ в) $R_A < R_B$



Сл. 4

10. На сл. 4.б) прикажани се износите на јачините при одреден напон. Која релација за односот на јачините е точна?

- а) $I_A = I_B$ б) $I_A > I_B$ в) $I_A < I_B$

11. Кој од наведените примери не е извор на електрична струја:

- а) генератор; б) акумулатор;
в) сончева батерија; г) отпорник.

12. Како ќе се промени моќноста на потрошувачот, ако го приклучиме на два пати поголем напон? Отпорот на потрошувачот е постојан:

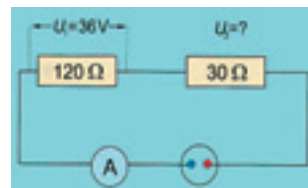
- а) нема да се измени; б) ќе порасне 2 пати;
в) ќе порасне 4 пати; г) ќе се намали 2 пати.

13. Која од наброените мерни единици е мерна единица за енергија:

- а) кило ампер; б) кило ват
в) кило волт; г) кило ват час

14. На сл. 5. сериски се сврзани два отпорници. На отпорникот со отпор 120 Ω има напон 36 V. Напонот на изворот е:

- а) 36 V
б) 45 V
в) 150 V



Сл. 5

Магнети и магнетно поле

Современиот живот не може да се замисли без примена на магнет. Магнети има во компасите, звучниците, електромоторите, ладилниците, лентите за снимање и репродукција на звук, дискети и многу други апарати.

Зборот магнет доаѓа од името на градот Магнезија во Мала Азија. На ова место пронајдена е железна руда со магнетни својства, денес позната како **магнетит** (Fe_2O_3).

Рудата со такви својства е **природен магнет**.

Во секојдневниот живот обично се користат **вештачки магнети**. Тие се изработуваат од челик со додаток на кобалт и никел, кои со дополнителна постапка се магнетизираат. Овие магнети имаат различни форми: прачка, потковица, игла и слично (сл. 13.2).

Дејството на овие магнети со текот на времето не се менува, затоа се викаат **постојани магнети**.



Да ги испитаме својствата на магнетот

а) Земете предмети од различни супстанции (железо, челик, алуминиум, бакар, олово, хартија, пластика, дрво) и пробајте кои од нив ги привлекува магнетот.

б) Магнетна прачка поставете на два кружни моливи и доближете парче железо. Опишете што забележавте.

в) Помеѓу магнет и ситни клинчиња поставете лист хартија. Дали магнетот ги привлекува клинчињата?

Обидот повторете го со пластична фолија, лесонитна плочка и тенок железен лим. Што забележавте?

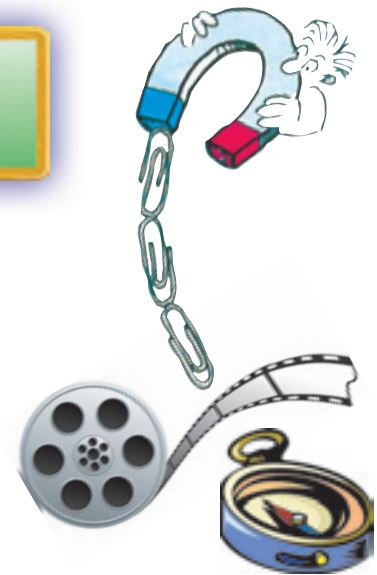
Кои супстанции го попречуваат (не го пропуштаат) дејството на магнетот?

При изведувањето на обидите забележавте одредени појави.

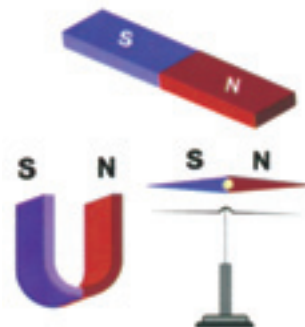


Магнетот привлекува железни и челични предмети. Предмети од други супстанции не привлекува.

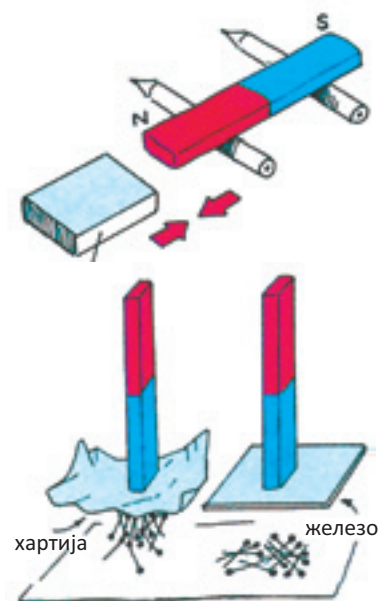
Не само што магнетот го привлекува железото, туку и железото го привлекува магнетот (сл. 13.3). Забележавте дека магнетот и железото се привлекуваат и кога се на извесно растојание.



Сл. 13.1



Сл. 13.2



Сл. 13.3

Значи, **магнетната сила** дејствува на одредена далечина. Освен тоа, таа дејствува преку хартија, дрво и пластика.

Додека, пак, железниот лим го спречува дејството на магнетните сили. Поради ова својство, со лим се штитат некои медицински и технички апарати, а се штитиме и себеси од непожелно магнетно дејство.



Продолжете со испитувањето

Посипете железни струганици врз магнетна прачка. (сл. 13.4)

Обидот можете да го изведете и со ситни клинчиња (сл. 13.5). Опишете како по должината на магнетот се распоредени железните струганици или клинчињата?



Обидите покажуваат дека струганиците најгусто се насобрале на краевите од магнетната прачка, додека средината на магнетот го нема тоа својство. Тоа покажува дека привлекувањето на магнетот е најјако на краевите, кои се наречени **магнетни полови**.

Секој магнет има два пола: **северен магнетен пол**, се обележува со **N** (англ. north - север) и **јужен магнетен пол** се обележува со **S** (англ. south - југ), најчесто се различно обоени.

На слика 13.6 е даден магнет којшто привлекува челични топчиња. Челичните топчиња што ги привлекува магнетот ќе се намагнетизираат, потоа и тие привлекуваат други топчиња.

Обесете магнетна прачка. Откако ќе се смири, земете друга магнетна прачка. Северниот пол од магнетната прачка доближете го до северниот пол на обесениот магнет (сл. 13.7).

Истото направете го и со јужните магнетни полови.

Потоа приближете ги северниот пол од едниот магнет до јужниот пол на другиот магнет и обратно (сл. 13.8).

Што забележувате?



Истоимените магнетни полови се одбиваат, а разноимените се привлекуваат.

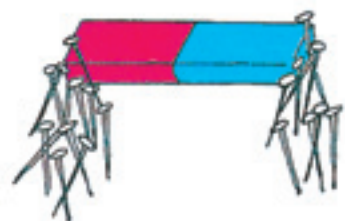
Истото може да се потврди со помош на магнетна игла и магнетна прачка.



Сл. 13.8



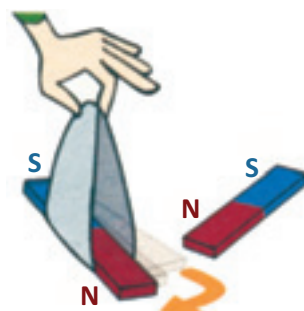
Сл. 13.4



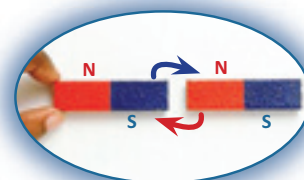
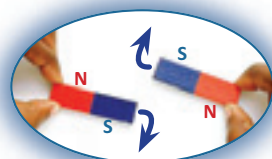
Сл. 13.5

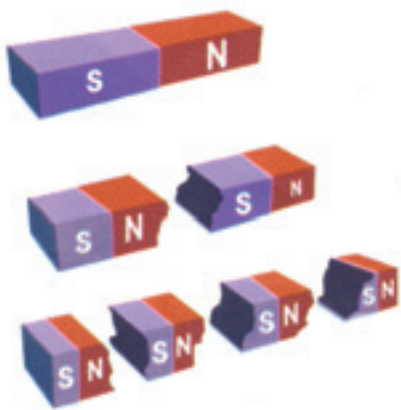


Сл. 13.6



Сл. 13.7





Сл. 13.9

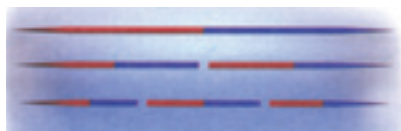
Парче железо и парче челик кога се во близина на магнетит добиваат магнетни својства.

Парчето железо ги има магнетните својства додека е под дејство на магнетитот. По престанувањето на влијанието на магнетитот ги губи магнетните својства и затоа нив ги викаме **привремени магнети**.

Појавата кога железото во магнетно поле се однесува како магнетно поле, или како што често велиме се намагнетизирало, се вика **магнетна инфлуенција**.

Парчето челик ги задржува магнетните својства и по престанувањето на влијанието на магнетитот. Нив ги викаме **постојани** или **перманентни магнети**. Секој перманентен магнет има два пола. Не постои магнет само со еден магнетен пол, т.е. половите не можат

да се одвојат, односно, **секој магнет е дипол**. Ако се пресече перманентен магнет на два дела, на секој дел се јавуваат два спротивни пола (сл. 13.9).

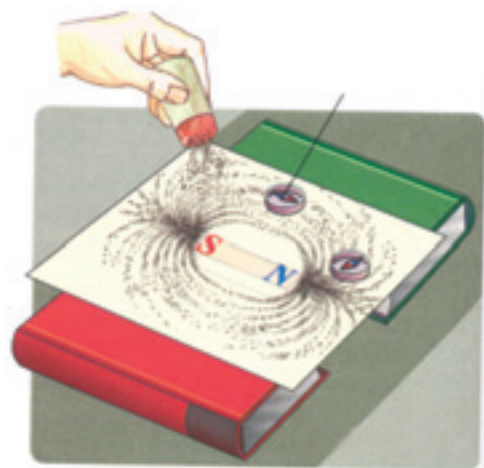


Сл. 13.10

Наредниот обид ќе помогне уште подобро да се сфати процесот магнетизирање и ќе го поткрепи тврдењето за насочени микроскопски магнетчиња - **магнетни диполи**. Земете долга намагнетизирана игла и пресечете ја на средина. Двете парчиња се постојани магнети. Ако продолжиме со делење на иглата и понатаму ќе добиваме постојани магнети (сл. 13.10).

Забележуваме дека привлекувањето на парчињата железо, односно заемното дејство на два магнета се врши на извесна далечина.

Поголемиот број материи е невозможно да се намагнетизираат. Меѓу нив се и металите: бакар, алуминиум, злато, сребро и месинг.



Сл. 13.11

Магнетното дејство се шири низ воздухот, хартијата, стаклото и други супстанции кои магнетот не ги привлекува.

Просторот во кој дејствуваат магнетни сили се вика магнетно поле.

Секој перманентен магнет околу себе создава магнетно поле.

Значи, магнетните сили се последица на магнетното поле коешто во просторот го создаваат магнетите.

Како се распоредени магнетните сили ќе покажеме на следниот начин (сл. 13.11):

Над магнетна прачка поставете стаклена плоча или картон и посипете железни струганици. Внимателно со прст удирајте по стаклената плоча или картонот.

Што забележувате?

Како се распоредуваат струганиците?

Струганиците се распоредуваат во линии. Тоа се линии на дејството на магнетните сили и се викаат **магнетни силиви линии**.

На местото каде што густината на магнетните силиви линии е поголема, магнетното поле е појако.

Условно е земено дека излегуваат од северниот магнетен пол, а влегуваат во јужниот магнетен пол.

Со истата постапка изведете обид со потковичест магнет и со два магнети кога се доближени со истите и со спротивните полови (сл. 13.12).

Објаснете што забележавте и што заклучивте за секој случај посебно.

Компас

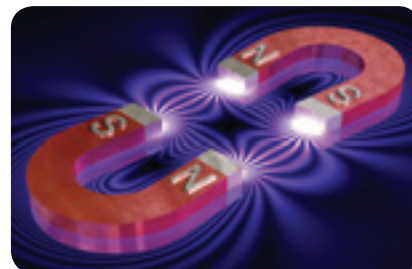
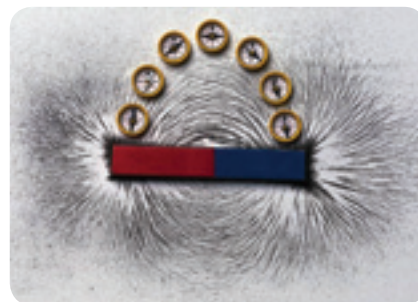
Лесна, намагнетизирана челична игла што може слободно да се врти околу вертикална оска е главен дел на **компасот - инструмент кој служи за одредување (определување) страните на светот** (сл. 13.13). Плаво обоениот дел од магнетната игла е ориентиран кон север, а црвено обоениот кон југ. При држење на компасот на дланка се одредува правецот север - југ.

Првата примена на магнетот била кај компасот. Широката примена на компасот почнала во текот на XII век, посебно во морепловството.

Магнетно поле на Земјата

Магнетната игла на компасот, кога е во хоризонтална положба, на секое место на Земјата зазема ист правец (север - југ). Тоа покажува дека околу Земјата постои магнетно поле. Земјата има својство на огромен магнет, чие магнетно поле дејствува со одредена магнетна сила на други магнетни тела, секако и на магнетната игла (сл. 13.14).

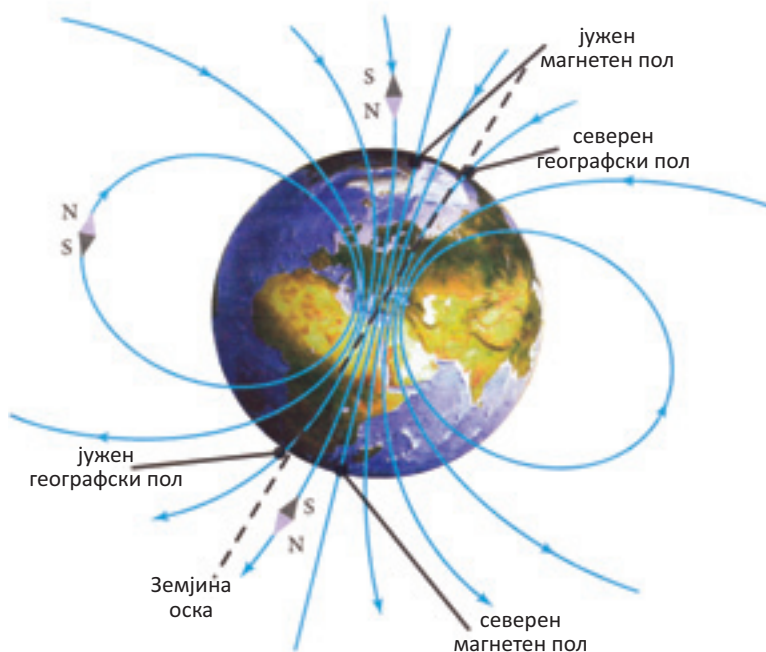
Хоризонталната магнетна игла, којашто може да се врти околу вертикална оска, под дејство на Земјата се поставува во одредена насока, така што северниот пол е насочен кон север, а јужниот пол кон југ. Вертикалната рамнина, поставена низ таа насока, се вика **магнетен меридијан**.



Сл. 13.12



Сл. 13.13



Сл. 13.14



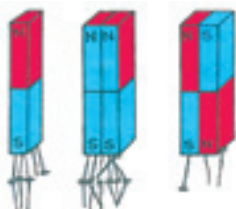
Сл. 13.15

Земјината магнетна оска која минува низ Земјиното магнетно поле, не се совпаѓа целосно со оската на ротација на Земјата (која минува низ географските полови), туку со неа затвора агол од 17° . Бидејќи магнетните и географските полови не се совпаѓаат, иглата на компасот не го покажува правецот на географскиот меридијан.

Аголот помеѓу географскиот меридијан и магнетната игла на компасот, се вика агол на деклинација (сл. 13.15). Со текот на времето овој агол сосема малку се менува, зашто мора да се води сметка во воздушниот и поморскиот сообраќај.



Размислете и одговорете



Сл. 13.16

1. Како дејството на магнетните сили на еден магнетен пол може да биде појако или послабо во зависност од друг магнет (сл. 13.16)?

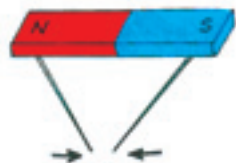
2. На еден пол од еден магнет има спојници, а на другиот пол има клинчиња (сл. 13.17).



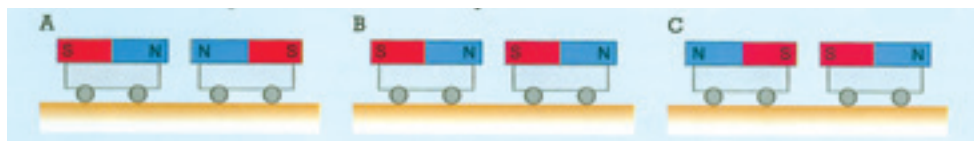
Сл. 13.17

Што мислите? Кои од синџиресто наредените (спојници или клинчињата) ќе се распаднат, а кои ќе останат исто наредени кога ќе ги тргнеме од магнетот?

3. Објаснете зошто игли коишто висат на краевите од магнет со своите слободни краеве се привлекуваат (сл. 13.18).

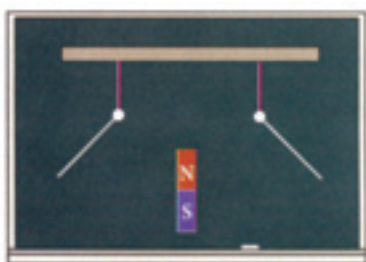


Сл. 13.18



Сл. 13.19

4. На мали колички се залепени прачкасти магнети. Кога количките се привлекуваат, а кога се одбиваат (сл. 13.19)?



Сл. 13.20

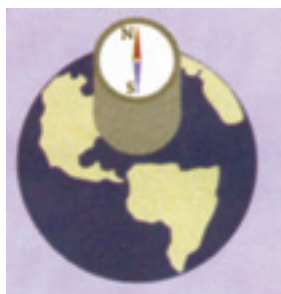
5. Две железни игли се закачени на конци со еднаква должина (сл. 13.20). Кога на долната страна се донесе прачкаст магнет иглите меѓу себе се одбиваат. Објасни зошто?

Што ќе се случи ако магнетната прачка се оддалечи од иглите?

6. Магнетната игла на компасот се поставува во правец север - југ. Објасни ја оваа појава (сл. 13.21).



Сл. 13.22



Сл. 13.21

7. До еластична спирала и спајалица (сл. 13.22), што е обесена на неа, доближи различни магнети (по форма).

а) Кој магнет е појак?

б) Дали двата пола на магнетот се со иста јачина?

Магнетно дејство на електрична струја

Земете магнетна игла и поставете ја на парче стиропор кое плива во чаша со вода (сл. 14.1).

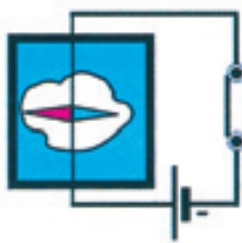
Над магнетната игла затегнете жица и поврзете ја со батерија.

• Што ќе се случи со насоката на магнетната игла?

- а) Пред да се затвори струјното коло магнетната игла беше во правец север - југ.
- б) Кога низ проводникот протече електрична струја иглата се заврте.
- в) Кога ќе се променат половите на батеријата иглата се завртува во спротивна насока.



а)



б)



в)

Сл. 14.1

Да ја разгледаме и сл. 14.2.

Праволиниски спроводник е поставен паралелно над магнетна игла. Ако низ колото потече електрична струја иглата се поместува (отклонува) од својот првобитен правец. Свртувањето на иглата зависи од електричната струја, ако струјата има поголема вредност свртувањето (отклонувањето) на магнетната игла е поголемо и обратно. Овој обид прв го извел данскиот физичар Ханс Кристијан Ерстед во 1821 година. Од обидот заклучуваме дека **околу спроводникот низ кој тече електрична струја постои магнетно поле. Под дејство на ова поле, магнетната игла се завртува.** Ако се промени насоката на течењето на електричната струја (половите на батеријата да се поврзат обратно), во колото што го набљудуваме ќе се промени и насоката на магнетната игла.



Сл. 14.2

Ако магнетната игла постепено ја оддалечуваме од спроводникот низ кој тече електрична струја, нејзиното свртување (отклонување) постепено се намалува и обратно, со приближување, свртувањето (отклонувањето) на магнетната игла се зголемува.

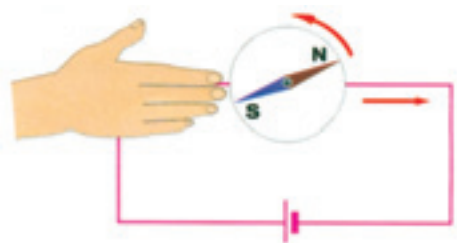
Магнетното поле на проводникот низ кој тече електрична струја, со зголемување на оддалеченоста на проводникот, се намалува и обратно.

Магнетните својства на телата се последица на движењето на наелектризираните честички.



Ханс Кристијан Ерстед
(1777-1851)

Сл. 14.3



Сл. 14.4

За определување на насоката на свртување на магнетната игла важи правилото на десната рака.

Добро погледнете ја сликата и искажете го правилото.

Ако десната рака се постави над спроводникот, при што прстите се исправени во насоката во која тече електричната струја, а дланката е свртена кон спроводникот, палецот ја покажува насоката на свртување на северниот пол на магнетната игла.

Досегашните проучувања на електричните и магнетните појави покажуваат дека постои неразделна врска и условеност на сите електрични појави. Околу наелектризираните честички кои мируваат постои електрично поле, додека истите честички во движење (електрична струја) создаваат магнетно поле.

Ќе прикажеме магнетни полиња на:

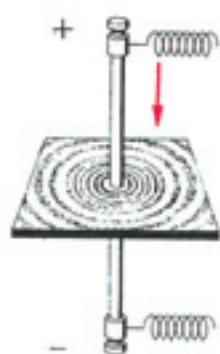
- праволиниски спроводник,
- кружен спроводник и
- соленоид (повеќе навивки - калем).



Магнетно поле на прав спроводник

Магнетното поле на праволиниски спроводник на електрична струја и магнетните силиви линии можат да се прикажат на следниот начин:

Низ хоризонтално поставен картон вертикално минува изолиран спроводник (сл. 14.5). Низ спроводникот нека протече електрична струја од неколку ампери, а потоа на картонот посипете ситни железни струганици и лесно потчукнувајте.



Сл. 14.5

- Што забележувате?
- Железните струганици се поставуваат во концентрични кружници околу спроводникот.
- Струјата создава слабо магнетно поле.
- Магнетното поле е најсилно во близината на спроводникот.
- Со зголемување на јачината на струјата магнетното поле станува појакно.

Магнетните силиви линии кај праволиниски спроводник се концентрични кружници, со центар во спроводникот, и се наоѓаат на рамнини кои се нормални на спроводникот.



Продолжуваме со обидот

Околу спроводникот поставете магнетни игли и пропуштете електрична струја (сл. 14.6).

- Како се поставени магнетните игли?
- Променете ја насоката на електричната струја.
- Дали магнетните игли остануваат во истата насока?



Сл. 14.6

Насоката на магнетното поле зависи од насоката на струјата во спроводникот.

Магнетните игли што се поставени околу спроводникот ја покажуваат насоката на магнетните силиви линии.

По договор, насоката на северните полови на магнетните игли е земена за насока на магнетните силиви линии.

Насоката на магнетното поле на прав спроводник се определува со правилото на десната рака (сл. 14.7) кое гласи:

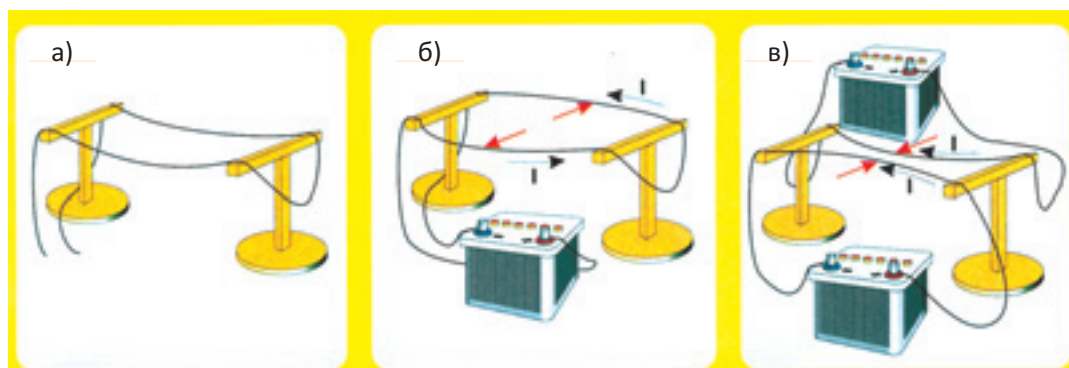


Сл. 14.7

Ако праволиниски спроводник се фати со десната рака при што палецот ја покажува насоката на електричната струја, свитканите прсти околу проводникот ја покажува насоката на магнетните силиви линии.

• Каква е насоката на магнетната сила помеѓу два прави паралелни спроводници?

Да изведеме обид со две паралелни жици низ кои тече струја и тоа во првиот случај во спротивна насока (сл. 14.8 б), а во вториот случај во иста насока (сл. 14.8 в).



Сл. 14.8

Што забележувате?

- Кога паралелните жици низ кои тече струја се одбиваат, а кога се привлекуваат?
- На што се должи ова што го забележувате при изведувањето на експериментите?
- Насоките на магнетните сили помеѓу два паралелни спроводници зависат од насоката на електричната струја во спроводниците.

Два паралелни спроводници низ кои тече струја:

а) во спротивна насока, меѓусебе се одбиваат (сл. 14.8 б)

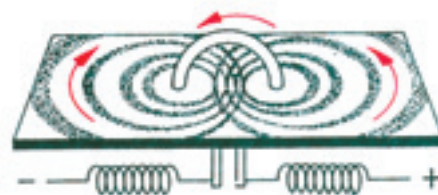
б) во иста насока, меѓусебе се привлекуваат (сл. 14.8 в)



Магнетно поле на кружен спроводник

Магнетното поле на кружен спроводник и силивите линии на магнетното поле, исто така, ќе ги објасниме преку обид и ќе ги претставиме сликовито (графички).

Низ хоризонтален картон, на кој се наоѓаат железни струганици, минува кружен изолиран спроводник (сл. 14.9). Кога низ спроводникот тече струја, струганиците што се наоѓаат во магнетното поле што го создава електричната струја, ќе се намагнетизираат и заземаат одредена положба.



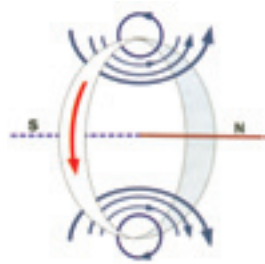
Сл. 14.9

- Што заклучивте од експериментот и графичкиот приказ?
- Од распоредот на намагнетизираните струганицы може да се заклучи дека силовите линии на магнетното поле се затворени линии.
- Струганиците најгусто се распоредени во внатрешноста на кружниот спроводник.

Насоката на магнетните игли може да се определи со помош на лесни магнетни ленти што се поставени на различни точки на картонот (сл. 14.10). Насоката на магнетните силовы линии е иста како и насоката на северниот пол на магнетната игла.



Сл. 14.10



Сл. 14.11

На слика 14.11 насоката на електричната струја е означена на спроводникот со дебела црвена стрелка, а магнетните силовы линии на спроводникот со тенки плави и насочени линии.

Гледаме дека магнетните силовы линии на спроводникот минуваат низ замислената површина опфатена со спроводникот. Тие „влегуваат“ во спроводникот од едната

страна, а од другата страна „излегуваат“. Страната на кружниот спроводник (десна на сликата) од која магнетните силовы линии излегуваат е северен магнетен пол, додека другата страна, од која магнетните силовы линии влегуваат, јужен магнетен пол.

Насоката на магнетните силовы линии, во кружен спроводник, може да се одреди со правилото на десната рака со свиткани прсти (сл. 14.12 а).

Во овој случај, (за разлика од праволиниски спроводник), **свитканите прсти ја покажуваат насоката на струјата, а исправениот палец ја покажува насоката на магнетните силовы линии кај кружниот спроводник.**



Сл. 14.12

- Што забележувате?

Магнетното поле на кружен спроводник е слично со магнетното поле на краток перманентен прав магнет. Едната страна на кружниот спроводник се однесува слично како северниот пол на перманентниот магнет, а другата како јужниот пол (сл. 14.12 б).

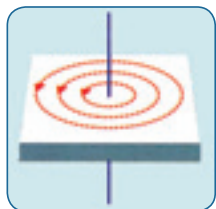


Размислете и одговорете

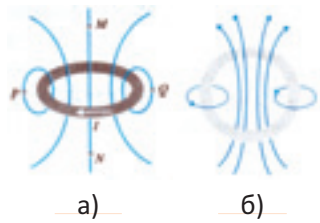
1. Со помош на насоката на магнетните игли (сл. 14.13), определи ја насоката на електричната струја.

2. Што е докажано со Ерстедовиот обид?

3. Определи ја насоката на електричната струја во спроводникот (сл. 14.14), со помош на насоката на магнетните силовы линии.



Сл. 14.14



Сл. 14.15

4. Навивка, низ која тече електрична струја, создава магнетно поле исто како кај:

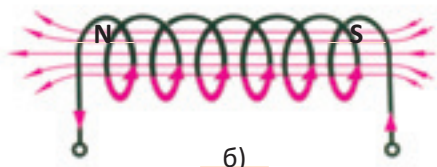
а) потковичест магнет; б) прав магнет; в) намагнетизирано топче; г) навивката не создава магнетно поле

5. На сликата 14.15 а) се прикажани силовите линии на магнетно поле на кружен спроводник, низ кој тече струја I . Определи ја насоката на магнетните силовы линии во точките M , N , P и Q .

6. Определи ја насоката на електричната кај струја кружниот спроводник (сл. 14.15 б).



a)



б)

Сл. 14.16



Сл. 14.17

Магнетно поле на соленоид

Спроводник свиткан во повеќе кружни навивки се вика соленоид (сл. 16.16 б). Кај соленоидот секоја кружна навивка се однесува како кружен спроводник низ кој тече електрична струја. Магнетното поле на соленоидот е еднакво на збирот на магнетните полиња на сите навивки. Колку е поголем бројот на навивките (колку се погусте навивките), толку магнетното поле на соленоидот е појако.

Магнетното поле на соленоидот е слично со магнетното поле на прачкастиот магнет, што се забележува по распоредот на силовите линии на двата магнетни полови (сл.14.16 а). Ако соленоидот е многу подолг од неговиот дијаметар, магнетното поле внатре во соленоидот е похомогено (магнетните силиви линии меѓу себе се паралелни и хомогено распоредени, сл.14.16 б).

Земете соленоид, батерија и магнетна игла. Магнетната игла поставете ја во близина на соленоидот (сл. 14.17).

- Што ќе се случи со магнетната игла, кога ќе се поврзе колото?
- Какво е заемното дејство помеѓу соленоидот низ кој тече струја и магнетната игла?
- Бидејќи магнетната игла се завртува, заемното дејство е магнетно, а силата што дејствува е магнетна сила.

Дали може да се менуваат магнетните полови на соленоидот?

Повторете го обидот, притоа половите на батеријата поврзете ги обратно.

- Како се однесува магнетната игла?
- Со промена на половите на батеријата, соленоидот - магнет ги променува половите. Сега го привлекува другиот пол на магнетната игла.
- Каква промена настана кај струјата со промена на половите на батеријата ?
- Со замена на половите на батеријата се промени и насоката на струјата, а со тоа и насоката на магнетното поле.

Како може да се зголеми јачината на магнетното поле на соленоидот?

Во внатрешноста на соленоидот, низ кој тече струја, магнетното поле има константна вредност.

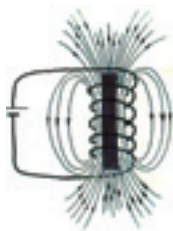
- Магнетното поле може да се зајакне ако се зголеми бројот на навивките на единица должина или ако се зголеми јачината на електричната струја што минува низ соленоидот.

Електромагнет

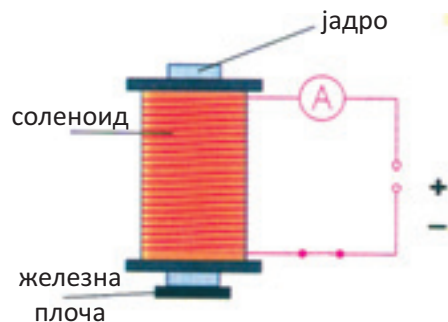
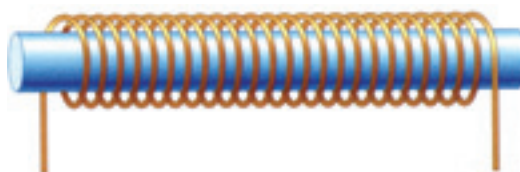
Постои значително поефикасен начин за зголемување јачината на магнетното поле, кога во соленоидот ќе се внесе парче од меко железо - јадро, кое се намагнетизира.

Соленоид со железно јадро се вика електромагнет.

Составете струјно коло како на слика 14.18. Кога колото е затворено железната плоча е цврсто прилепена за долното чело на јадрото од меко железо.



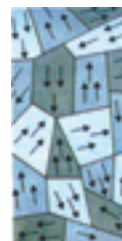
Кога во соленоидот низ кој тече струја ќе се постави јадро од феромагнетен материјал, јачината на магнетното поле на соленоидот осетно ќе се зголеми



Сл. 14.18

- Што ќе се случи кога ќе го прекинеме струјното коло?
- Плочата што е прилепена за јадрото ќе падне затоа што со прекинување на електричната струја во калемот (соленоидот), електромагнетот ги губи своите магнетни својства.
- Што се случува во електромагнетот?

Во железното јадро постојат мали магнетчиња чии магнетни полиња се различно насочени и меѓусебе се поништуваат (сл. 14.19 а). Кога низ жицата ќе потече струја, во нејзиното магнетно поле, магнетчињата имаат иста насока (сл. 14.19 б). Така здружени тие прават јако магнетно поле. Кога струјата ќе се исклучи, магнетчињата повторно се завртуваат секое на својата страна, а магнетното поле се губи.



а)



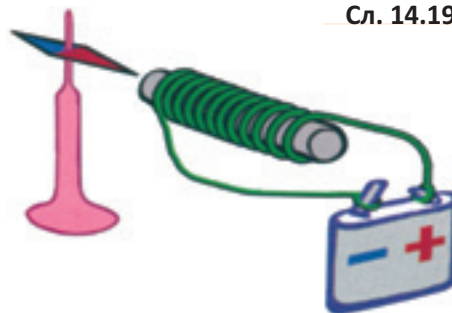
б)

Сл. 14.19

Изведете обид како што е дадено на слика 14.20 и објаснете што забележавте.

Ако во соленоидот се внесе некој железен или челичен предмет, со приклучување на електричната струја може да се намагнетизира. На ваков начин се намагнетизираат железни и челични предмети.

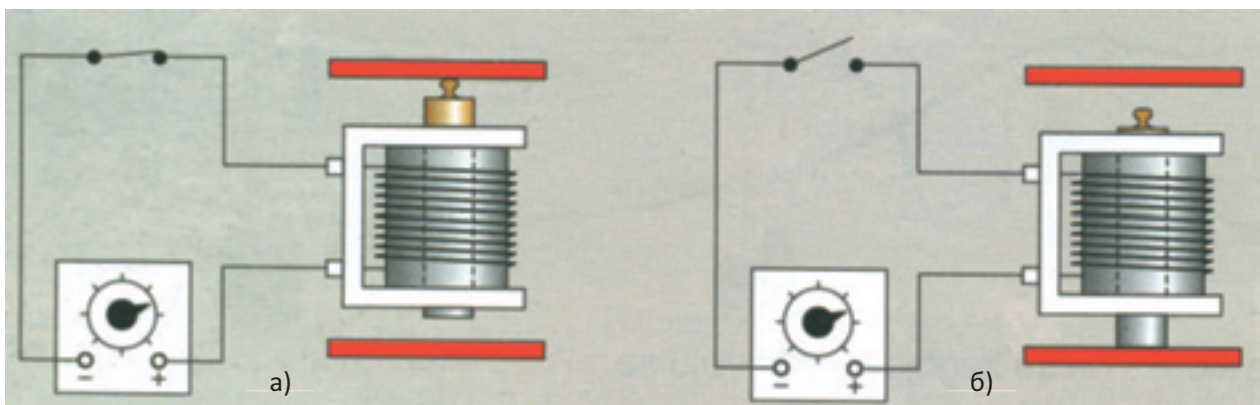
Струјата ја препознаваме по магнетното дејство.



Сл. 14.20

Магнетното дејство на електричната струја наоѓа примена кај електричните свончиња во домовите.

При вклучување на електрична струја (со притиснување на прекинувачот) навивката го привлекува железното јадро (сл. 14.21 а). Железното јадро удира на металната плоча при што тоа засвончува. Ако електричната струја се исклучи, навивката го испушта железното јадро (сл. 14.21 б), јадрото паѓа и удира на другата метална плоча.



Сл. 14.21

Магнетна индукција. Електричното поле на наелектризирано тело, во состојба на мирување, се карактеризира со величината – **јачина на електричното поле**. Аналогно на тоа, магнетното поле се карактеризира со величината – **магнетна индукција** (\vec{B}).

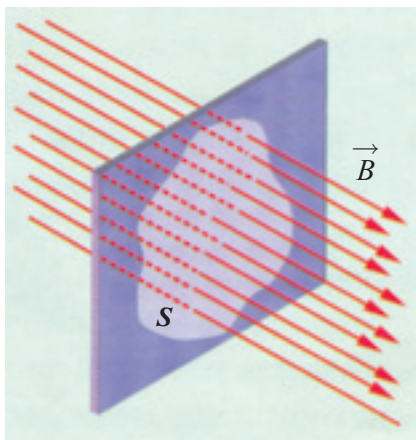
Магнетната индукција е векторска величина, определена со интензитетот, правецот и насоката, која се употребува за опишување на магнетното поле.

Интензитетот на магнетната индукција поголем е во областите на магнетното поле каде што силовите линии на полето се погусты и обратно, помал е на местата во полето каде што густината на линиите е помала.

Насоката на магнетната индукција во секоја точка се совпаѓа со насоката на магнетното поле, односно, со насоката на магнетните силиви линии.

Единица за магнетна индукција е **тесла (Т)**.

Магнетно поле има магнетна индукција од 1 Т ако тоа поле дејствува со сила 1 N на жица долга 1 m низ која тече струја со јачина 1 А, при што жицата е поставена нормално на магнетното поле



Сл. 14.22

$$\left(T = \frac{N}{A \cdot m} \right).$$

Магнетното поле во секоја точка потполно е опишано со магнетната индукција во таа точка, додека магнетното поле во целиот простор е опишано со збирот на векторите од секоја точка во тој простор.

Магнетен флукс. Магнетното поле, како што констатиравме, се прикажува со силиви линии. Врз основа на распоредот и густината на силовите линии може да се зборува за јачина, односно интензитет во насока на магнетната индукција (\vec{B}).

Бројот на силовите линии на магнетното поле кои минуваат низ некоја површина S се вика магнетен флукс (Φ).

Магнетниот флукс на хомогено магнетно поле низ површина која е нормална на правецот на силовите линии еднаков е на производот од интензитетот на магнетната индукција во тоа поле (\vec{B}) и површината (S), слика 14.22, односно

$$\Phi = B \cdot S$$

Единица за магнетен флукс е **вебер (W_b)**.

Од дефиницијата за магнетен флукс следува:

$$W_b = T \cdot m^2$$

Хомогено магнетно поле со магнетна индукција од 1 Т има магнетен флукс од 1 W_b низ нормална површина од 1 m^2 .

Од равенката $\Phi = B \cdot S$, интензитетот на магнетното поле е $B = \frac{\Phi}{S}$.

Врз основа на претходните равенки, можеме да дадеме уште една дефиниција за единицата тесла (Т)

$$T = \frac{W_b}{m^2}.$$

Магнетна индукција од 1 Т има хомогено магнетно поле со магнетен флукс од 1 W_b низ површина од 1 m^2 , нормална на правецот на магнетната индукција.



Сл. 14.23



Дали знаевте...

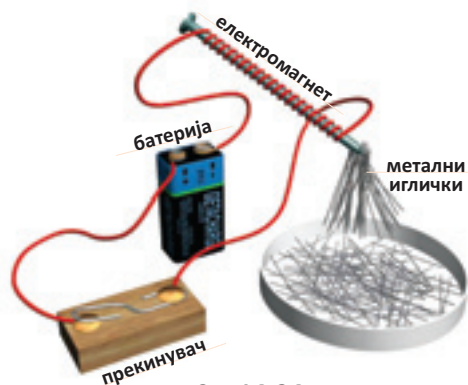
Електромагнетите се користат кај разни апарати, кај касетофони, видеорикордери, звучници и др.

Електромагнетите наоѓаат примена кај големите дигалки за подигнување на стари автомобили и друг железен и челичен отпад (сл. 14.23).



Направете сами електромагнет

На парче меко железо, направете стотина навивки од слаба бакарна жица. Краевите на жицата поврзете ги со половите на џебна батерија (сл. 14.24).



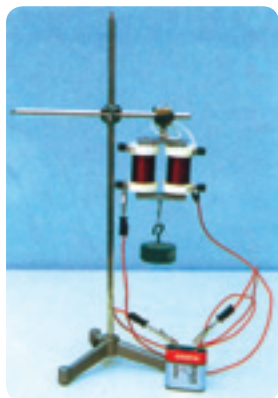
Сл. 14.24

- Објаснете што ќе се случи ако во близината има ситни иглички.
- Ако се прекине колото, што ќе се случи со електромагнетот?



Изведете го експериментот

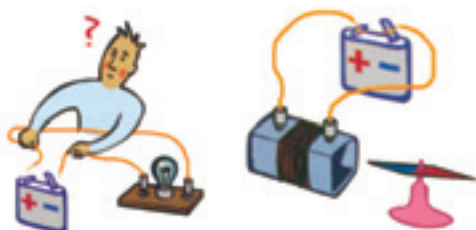
- Ако калемите се приклучат на електрична струја, што ќе се случи со калемите и јадрото?
 - Стануваат магнети, привлекуваат железен предмет и држат товар (како на слика 14.25).
 - Што ќе се случи кога ќе се исклучи струјата?
- Железниот предмет ќе падне затоа што со исклучување на струјата електромагнетот ги губи магнетните својства.



Сл. 14.25

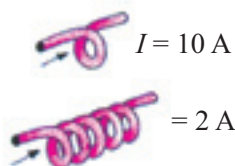


Размислете и одговорете

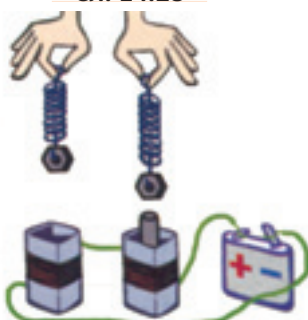


Сл. 14.26

Сл. 14.27



Сл. 14.28



Сл. 14.29

1. Што ќе се случи, ако во струјното коло со батерија и светилка, ги замениме половите на приклучоците на батеријата (сл. 14.26)?

2. Што ќе се случи ако во струјното коло со батерија и електромагнет и магнетна игла во близина на електромагнетот ги замениме половите на батеријата (сл. 14.27)?

3. Споредете ги магнетните полиња на кружен проводник и калем кога низ нив тече електрична струја.

Низ кружен проводник тече струја со јачина од 10 A, а низ калемот тече струја со јачина од 2 A (сл. 14.28).

Какви се магнетните полиња:

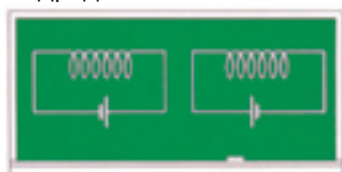
- а) Во кружниот проводник е послабо, а во калемот е појако.
 - б) Во калемот е послабо, а во кружниот проводник е појако.
 - в) Кај двата проводници е исто.
- (точниот одговор да се заокружи)

4. Зошто кај двата калема што се поврзани во серија, едниот дејствува со појака, а другиот со послаба магнетна сила (сл. 14.29)?

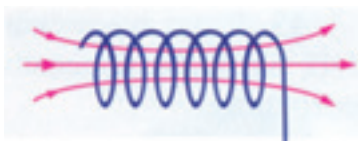
5. На сл. 14.30 се прикажани два соленоиди (калеми) низ кои тече струја. Дали помеѓу калемите постои меѓусебно дејство?

6. На сл. 14.31 е прикажана насоката на магнетните силиви линии на соленоидот. Со нивна помош определи ја насоката на електричната струја низ навивките на соленоидот.

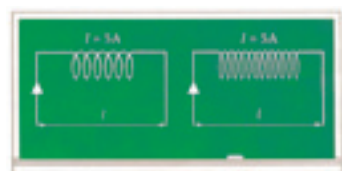
7. Магнетниот флуks на хомогено магнетно поле низ површина $2,4 \text{ m}^2$ има вредност од $1,44 \text{ Wb}$. Одреди го интензитетот на магнетната индукција, ако нејзиниот правец е нормален на таа површина.



Сл. 14.30



Сл. 14.31



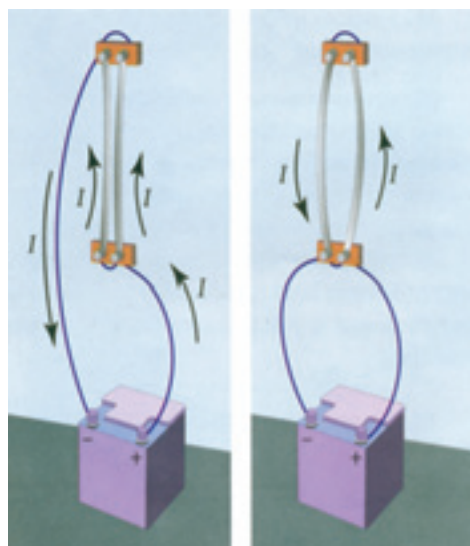
Сл. 14.32

8. Низ два соленоиди тече електрична струја со иста вредност, на пример 5 A (сл. 14.32). Кај кој од соленоидите интензитетот на магнетната индукција е поголем?

9. Како взаемно дејствуваат два паралелни праволинейни проводници низ кои тече струја (сл. 14.33):

- а) во иста насока
- б) во спротивна насока?

На што се должи ова што го забележуваш при изведувањето на експериментот.



Сл. 14.33

Дејство на магнетното поле на спроводник низ кој тече електрична струја

Досега се запознавме со случаите кога магнет со магнетна сила дејствува на друг магнет. Сега ќе разгледаме уште едно дејство на магнетната сила, односно начинот на кој магнетот со магнетна сила дејствува на електрична струја, односно, на жица низ која тече електрична струја.

Ако прав проводник, низ кој тече струја, поставиме до магнет, ќе забележиме дека на спроводникот дејствува сила. Ако се промени насоката на струјата, спроводникот ќе се придвижи (помести) во спротивна насока.

Магнетна сила со која магнетното поле дејствува на спроводникот ја проучувал Ампер и затоа се вика амперова сила.

Експеримент

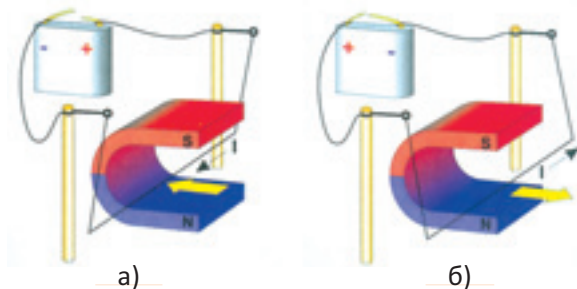
Од бакарна жица направете „нишалка“ и обесете ја на две изолирани столпчиња така што хоризонталниот дел од нишалката ќе го поставите меѓу половите на потковичест магнет, односно нормално на магнетните силиви линии.

Објаснете што се случува кога:

- а) ќе го затворите колото (сл. 15.1 а);
- б) ќе ја промените насоката на електричната струја (сл. 15.1 б);
- в) ќе ги замените половите на магнетот ($N \leftrightarrow S$), т.е. ќе го завртите магнетот.

Од обидите забележавете дека:

- кога ќе се затвори колото бакарната жица се придвижува.
- кога се менува насоката на електричната струја или половите на магнетот, се менува насоката на придвижување на бакарната „нишалка“.



Сл. 15.1



Насоката на придвижување на спроводникот низ кој тече електрична струја, а кој се наоѓа меѓу половите на магнетот, може да се определи со правилото на левата рака (сл. 15.2).

Ако дланката на левата рака се сврти (заврти) кон северниот магнетен пол (при што силивите линии на магнетното поле влегуваат во неа), а исправените прсти ја покажуваат насоката на електричната струја во спроводникот, спроводникот се придвижува во правец на одвоениот палец.

Сл. 15.2

Не е тешко да се разбере зошто спроводникот се движи. Овде постојат две магнетни полиња: магнетното поле на постојниот магнет и магнетно поле на спроводникот низ кој тече електрична струја.

Магнетното поле на постојаниот магнет го истиснува магнетното поле на електричната струја. Бидејќи само проводникот на струја може да се движи, јасно е дека тој ќе биде „истиснат“, значи на проводникот на електрична струја дејствува магнетна сила која предизвикува механичко движење. Магнетната енергија се претвора во механичка. Правецот и насоката се определени, а нејзиниот интензитет зависи од:

- индукцијата на магнетното поле (B), на постојаниот магнет;
- јачината на електричната струја (I) која протекува низ спроводникот; и
- должината (l), дел од спроводникот што се наоѓа во магнетното поле на постојаниот магнет.

Секоја од наброените величини директно влијае на интензитетот на силата F која што го поместува спроводникот на електричната струја. Ова може да се изрази и во математичка форма: $F = B \cdot I \cdot l$.

Амперовата сила се јавува како резултат на заемното дејство на магнетното поле на перманентен магнет и магнетното поле на струјата низ спроводникот.



Спроводник во форма на рамка во магнетно поле

Под струјна рамка подразбираме проводник свиткан во форма на четвртаста рамка, поставена меѓу половите на магнет и која може слободно да се движи (врти) околу една оската.

Ќе разгледаме неколку положби во кои се наоѓа четвртастата рамка (сл. 15.3).


а) Помеѓу половите на вертикално поставен потковичест магнет да ја поставиме струјната рамка во хоризонтална положба. Правиот дел од рамката којшто се наоѓа блиску до N-полот, ќе го викаме А-гранка, а правиот дел од рамката којшто е блиску до S - полот ќе го викаме В-гранка. А-гранката, ако

се разгледува посебно, е права струјна жица. Тогаш на А-гранката дејствува магнетна сила со насока надолу. Под дејство на таа сила А-гранката се движи надолу.

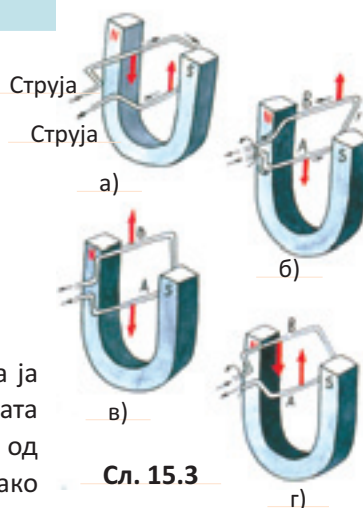
б) На В-гранката дејствува магнетна сила со насока нагоре. Поради дејството на таа сила В-гранката се движи нагоре. Значи, на А-гранката и на В-гранката дејствуваат магнетни сили кои имаат еднаков износ, а спротивна насока. Меѓутоа, вкупната сила на рамката не е нула, двете сили не се поништуваат затоа што не дејствуваат по должина во ист правец. Тие претставуваат пар од сили кој предизвикува завртување на рамката околу оската.

в) Рамката се врти околу оската сè додека не дојде во вертикална положба, со А-гранката долу и В-гранката горе. Тогаш рамнината на рамката е нормална на магнетните силиови линии. Магнетните сили на А-гранката и В-гранката тогаш дејствуваат по должината во ист правец (како што е прикажано на сликата 15.3 в). Поради тоа, тие две сили меѓусебе се поништуваат, и тогаш вкупната магнетна сила на рамката е нула.

г) Замислете кога е рамката во положбата в) за момент да се исклучи струјата и одма потоа да се приклучи во спротивна насока. Струјата тогаш влегува низ В-гранката, а излегува низ А-гранката. Се создава пар од сили кои предизвикуваат понатамошно вртење на рамката (сл. 15.3 г).

 **Да заклучиме:** Ако струјната рамка ја поставиме во магнетно поле така што рамнината на рамката е паралелна со магнетните силиови линии (како во случајот “а”), на рамката дејствува сила која ја врти (завртува) околу оската. Како што спомнавме, за да продолжи вртењето на рамката, доволно е да се промени насоката на електричната струја. Тоа се постигнува со едноставна направа што се вика **комутатор** (сл. 15.4).

Комутаторот се состои од **два полупрстени**, меѓусебно изолирани. Секој полупрстен е поврзан со по еден крај од рамката. На комутаторот налегнуваат **две четкици** кои се поврзани со извор на струја. Кога рамката се врти, секоја четкица ја допира прво едната, потоа другата половина на прстенот. На тој начин, за секое завртување на рамката, комутаторот два пати ја менува насоката на електричната струја во рамката.



Сл. 15.3



Сл. 15.4

Електромотор

Сите сме слушале за електромотор. Се користи за движење на возилата, кај многу електрични апарати во домаќинството, кај некои детски играчки, видеорекордери, електрични часовници, во градежништвото и др.

Електромотор е електричен апарат (направа) во која што енергијата на електричната струја се претвора во кинетичка енергија (ротација) која се користи за погон (движење) на разни електрични машини, апарати и др.

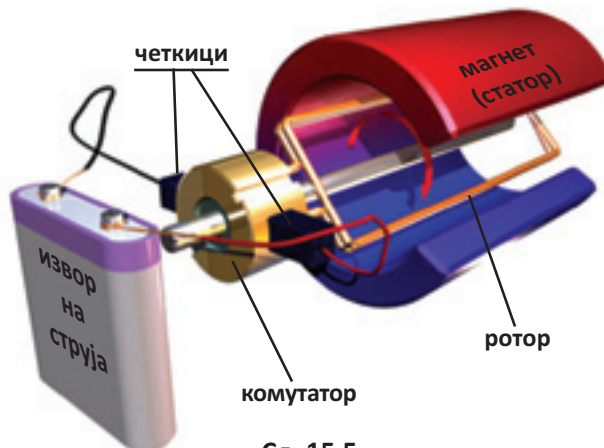
Електромоторот има три основни делови: **статор, ротор и комутатор**.

Статорот (неподвижен дел) е магнет.

Роторот (подвижен дел) е навивка или рамка која се врти помеѓу половите на магнетот.

Комутаторот (пресечен прстен) е прицврстен на рамката и се врти заедно со неа. На комутаторот налегнуваат **две четкици** кои се поврзани со извор на струја.

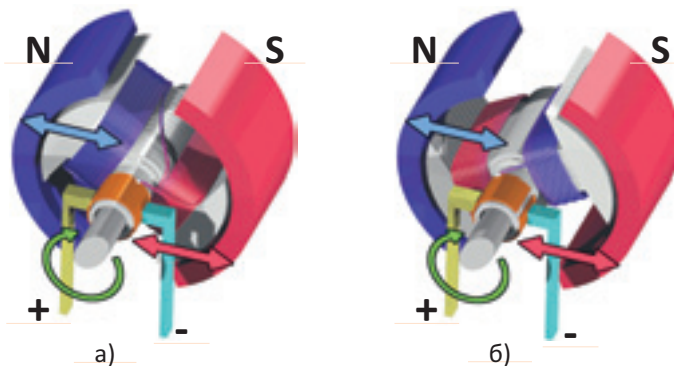
Составните делови и принципот на работа на електромоторот е прикажан на сл. 15.5.



Сл. 15.5

Помеѓу половите на постојаниот магнет (во форма на потковица) се наоѓа проводник со правоаголна форма, кој што е поврзан со извор на електрична струја. Краевите на навивката се прицврстени на комутаторот (двата метални полупрстени).

Кога струјата тече низ навивката, едната страна се движи нагоре а другата надолу, затоа што на двете страни од рамката што се наоѓаат меѓу магнетните полови на едната страна дејствува магнетна сила нагоре, а на другата страна надолу (бидејќи насоките на струјата во жиците се спротивни). На тој начин навивката (или рамка) се завртува, но кога навивката е вертикална, силите не можат да ја завртат повеќе, затоа што тогаш дејствуваат во ист



Сл. 15.6

правец но во спротивна насока. Во моментот кога навивката ќе ја помине вертикалата по инерција, комутаторот ја менува насоката на струјата. Сега и силите што дејствуваат на истите страни ја менуваат насоката. На тој начин навивката се завртува за уште еден полукруг и т.н.

Вртењето на навивката се пренесува на оската (осовината) на машината (апаратот). На тој начин енергијата на електричната струја се претвора во кинетичка енергија (ротација). Ова е принципот на кој работи електромоторот. Еве уште една дефиниција за електромотор.

Електромотор е електричен апарат, со многу едноставна конструкција, којшто електричната енергија ја претвора во механичка работа.



ротор и статор кај
електромотор

Сл. 15.7

Моторите во употреба обично имаат неколку навивки, поставени под различни агли. На тој начин тие имаат посмирено работење и поголем ефект на завртување. Некои мотори користат електромагнети наместо трајни магнети. Тоа значи дека тие можат да работат на наизменична струја. Со промена на насоката на струјата на навивката (роторот) истовремено се менува и насоката на магнетното поле на електромагнетот. Така, насоката на вртење на роторот останува иста.

Електромоторите имаат голема предност пред сите погонски машини. Има голем степен на искористеност, мирна и тивка работа, лесни се, едностани се за ракување и одржување.

Електричните мотори имаат еколошка предност пред моторите со внатрешно согорување (бензиски и дизел мотори), не ја загадуваат околината.

Иако електромоторите се дел од научно-техничката револуција во 19 век тие и денес се произведуваат во милиони примероци со различна големина и јачина. Се користат кај правосмукалките, фрижидерите, клима уредите, машините за перење, во градежништвото и др. А жичниците, возовите и трамваите не можат да се замислат без електромотори.



Дали знаевте...

Првиот електромотор е направен во 1874 година. Само шест години потоа е конструирана првата електрична локомотива.



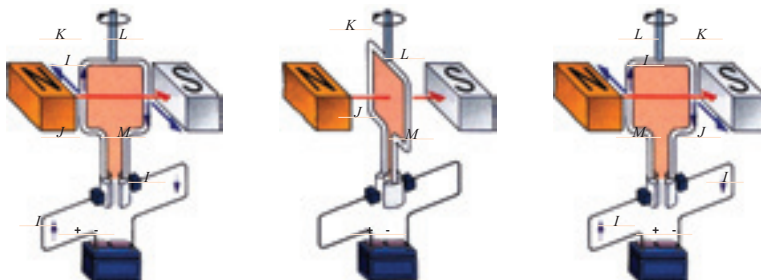
Сл. 15.8



Размислете и одговорете

1. Што е струјна жица, а што струјна рамка?
2. Струјната рамка во хомогено магнетно поле се врти кон положбата во која рамнината на рамката е:
 - а) паралелна со магнетното поле; б) нормална на магнетното поле; в) зависи од насоката на струјата во рамката.
3. Кои се составните делови на комутаторот?
4. За секое завртување на рамката, колку пати комутаторот ја менува насоката на електричната струја?
5. Набројте неколку апарати што работат со помош на електромотор.
6. Кои се основните делови на електромоторот?
7. При употреба, електромоторот електричната струја ја претвора во _____.

8. Наликата е дадено завртувањето кај електромоторите. Погледнете и одговорете како технички е решено постојаното вртење на роторот.



Сл. 15.9

Со претходните обиди покажавме дека магнетното поле не може да се оддели од електричната струја.

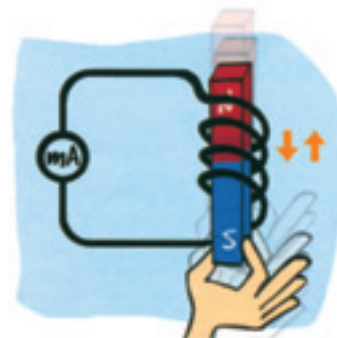
Бидејќи електричната струја е насочено движење на наелектризираните честички, магнетното поле се создава исклучиво при движење на наелектризираните честички.

Обидите на данскиот физичар Ерстед покажале дека околу секој проводник, низ кој тече електрична струја, се создава магнетно поле. По ова откритие, повеќе физичари си го поставиле прашањето: ако електричната струја создава магнетно поле, дали со помош на магнетно поле може да се добие електрична струја?

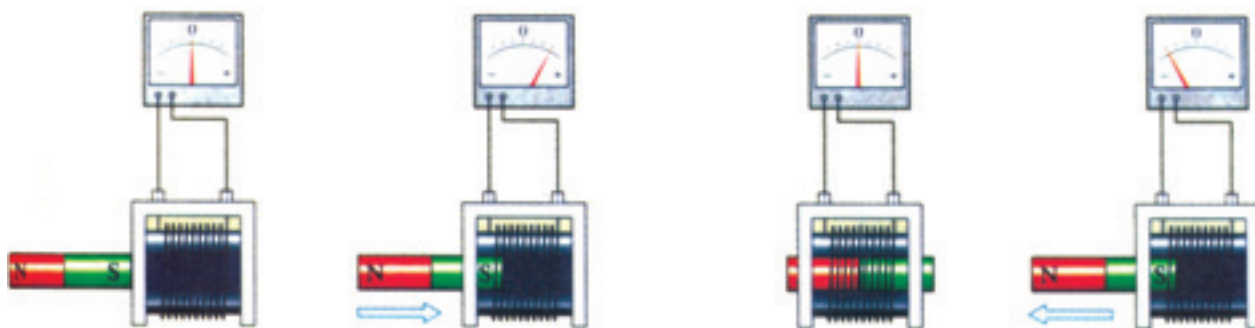
Прв научник којшто ја открил оваа можност бил англискиот физичар и хемичар Фарадеј. Овој научник поставувал, изведувал и анализираше разни експерименти за во 1831 година да открие дека само со помош на променливо магнетно поле може да се добие електрична струја.

Појавата при која се добива електрична струја во спроводник со помош на променливо магнетно поле се вика електромагнетна индукција. Електричната струја што се создава на ваков начин се вика индуцирана електрична струја.

Ќе се запознаеме со некои од Фарадеевите експерименти, но сега со користење на посовремен прибор и инструменти.



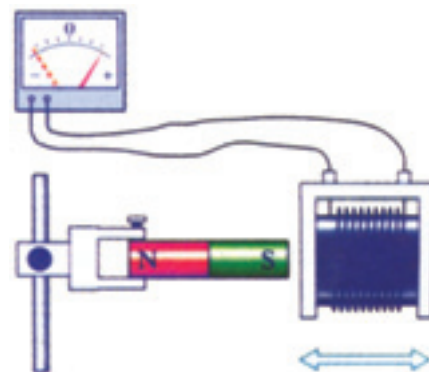
Сл. 16.1



1. Краевите на еден калем ги врзуваме за галванометар (многу осетлив амперметар). На овој начин имаме затворено коло од проводник без електричен извор (сл. 16.2).

На сликите имаме ситуации:

- кога прачкаст магнет мирува пред спиралата;
- кога прачкаст магнет се внесува во спиралата;
- кога мирува во спиралата;
- кога се извлекува од спиралата;
- кога се движи калемот, а прачкастиот магнет мирува.



Сл. 16.2

Од експериментите и сликите одговорете на следните прашања:

- Кога инструментот покажува струја?
- Која појава ја забележувате кога магнетот се движи во калемот?
- Што ќе се случи ако ги замените (завртите) половите на магнетот?
- Дали тече струја кога магнетот мирува внатре во калемот?
- Дали тече струја кога магнетот мирува, а калемот се движи?
- Што забележувате кога магнетот што е поставен во калемот и калемот заедно се движат?
- Дали струјата има секогаш иста насока?
- Кога магнетот се внесува во калемот (соленоидот) стрелката на амперметарот се отклонува во една насока, кога магнетот се извлекува од калемот стрелката се отклонува во спротивната насока.

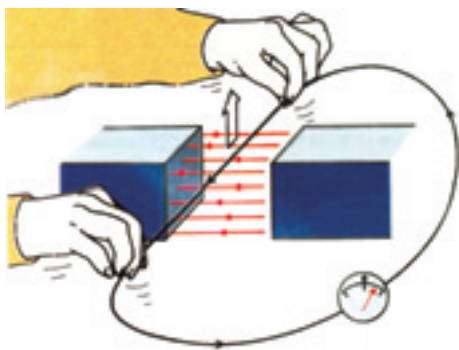
Забележавте дека низ амперметарот протекува струја кога калемот се наоѓа во променливо магнетно поле, без разлика дали се движи магнетот или се движи калемот.

Насоката на индуцираната струја зависи од насоката на магнетното поле и насоката на движење на магнетот.

Електроните во навивката се раздвижија под дејство на магнетното поле. Со други зборови, е индуциран (генериран) напон на навивката. Тоа предизвикува низ колото да тече струја.

За повисок напон (и појака струја) потребно е :

- побрзо движење на магнетот,
- да се користи појак магнет,
- калем со повеќе навивки.



Сл. 16.3

Кога ќе застане магнетот, нема ни напон ни струја. Оваа појава ќе ја демонстрираме и со прав спроводник (сл. 16.3). Движиме спроводник нормално на силовите линии на магнетното поле. Резултатот од тоа е индуциран напон во спроводникот. Значи струја тече во колото.

За повисок напон (и појака струја) потребно е:

- побрзо движење на магнетот,
- да се користи појак магнет.

Секогаш кога спроводникот ги сече силовите линии на магнетното поле се индуцира (генерира) напон. Не е важно кој се движи магнетот или спроводникот. Пресудно е релативното движење помеѓу нив.

Колку побрзо се сечат силовите линии на полето, толку напонот што се индуцира е поголем.

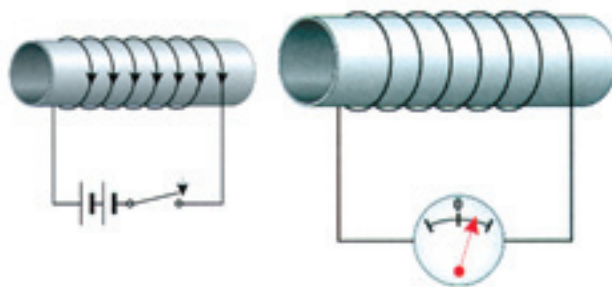
Ако линиите на полето не се сечат, нема напон.



Продолжуваме со експериментите

2. Место перманентен магнет (како што беше во претходниот случај) земаме калем којшто е поврзан со извор на струја и којшто може да се приближува или оддалечува од друг калем којшто е врзан на галванометар (сл. 16.4).

Обично калемот со струја се вика примарен калем или скратено **примар (I)**, а другиот калем што е поврзан за галванометарот - **секундар (II)**. Кога во примарот нема струја (прекинувачот е отворен) или кога низ примарот ќе протече струја (прекинувачот е затворен), меѓутоа мирува во однос на секундарот, во секундарот нема електрична струја. Ако примарот се вовлекува (внесува) во секундарот, галванометарот покажува една насока на струјата, а кога се извлекува од него, покажува друга насока на струјата. Значи, **во секундарот се создава струја и трае сè додека примарот или секундарот се движат еден кон друг.**



Сл. 16.3



Изведете експеримент со електромагнет и калем.

Постапете исто како во претходниот случај.

Експериментот изведете го внимателно, а потоа објаснете што забележавте.

Во сите наведени случаи, електрична струја во затворен спроводник се добива со помош на променливо магнетно поле, или поточно, со промена на флуксот на магнетното поле и се вика **индуцирана струја**.

Денес со сигурност можеме да тврдиме дека електромагнетната индукција е едно од најважните откритија во првата половина на 19 век. По ова откритие дошло до брз развој на електротехниката, бидејќи е најден пат за претворање на механичката енергија во електрична енергија.



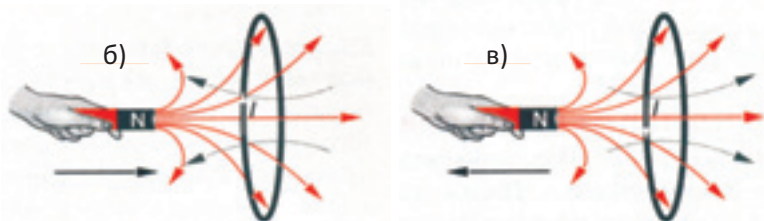
Сл. 16.5

Ленцово правило

Индукцираната струја, во зависност од условите на нејзиното настанување, има различна насока. Насоката на индуцираната струја се одредува со Ленцовото правило, кое гласи:

Индукцираната струја секогаш има насока, при која нејзиното магнетно поле се противи на промената на магнетниот флукс, што неа ја предизвикува.

Ленцовото правило може нагледно да се покаже со помош на два лесни алуминиумски прстени, од кои едниот е расцепен, поставени на шилец (сл. 16.6). Кога магнетот се приближува кон затворениот прстен, во него се создава индуцирана струја,



Сл. 16.6

која му противдејствува на магнетното поле на магнетот и прстенот „бега“ (се отклонува) од магнетот. Тоа е затоа што на поблискиот крај од прстенот, во однос на магнетот, индуцираната струја создава истоимен пол со магнетот.

Ако магнетот кој мирува во прстенот се извлекува, индуцираната струја во прстенот создава магнетно поле, кое му се противи на промената на магнетното поле на магнетот и прстенот се приближува кон магнетот, настојувајќи да го спречи намалувањето на магнетниот флуks. Тоа е затоа што на поблискиот крај на прстенот, во однос на магнетот, индуцираната струја создава спротивен пол од полот на магнетот.

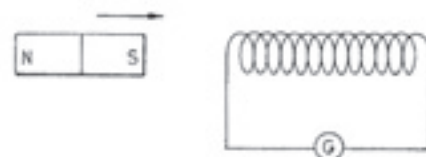
Кога магнетот се насочи кон прстенот со процеп, системот останува неподвижен. На краевите од прекинатиот прстен се индуцира електрична сила, но не потекува индуцирана струја. Затоа нема заемно дејство.



Размислете и одговорете

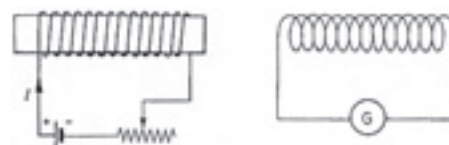
1. Што е електромагнетна индукција?

2. Кон соленоидот се приближува јужниот пол на магнет. Обележи ја насоката на индуцираната струја (сл. 16.7).



Сл. 16.7

3. Електромагнетот и соленоидот поставени се така што соленоидот се наоѓа во магнетното поле на електромагнет. Дали во соленоидот може да се индуцира струја, а притоа да не се придвижи (помести) ниту електромагнетот, ниту соленоидот (сл. 16.8)? Образложи го твоето мислење.



Сл. 16.8

4. Како може да се добие електрична струја во спроводник?

5. Од што зависи јачината на индуцираната електрична струја?

6. Галванометарот ни покажува појава на индуцирана струја во соленоидот. Од што зависи дали стрелката ќе се отклони на левата или на десната страна (сл. 16.9)?



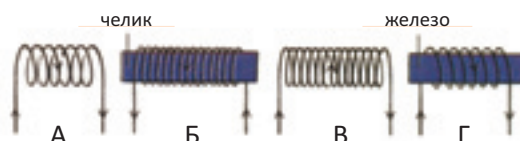
Сл. 16.9

7. Низ сите четири навивки тече струја со иста јачина. Која од нив:

а) Создава најслабо магнетно поле;

б) Има северен пол на левата страна;

в) Ќе создава магнетно поле и по исклучувањето на струјата.



Сл. 16.10

Добивање на наизменична струја. Генератор

Досега главно, ја разгледувавме истонасочната струја, т.е. струјата која постојано има иста јачина и насока. На пр., кога на акумулатор ќе приклучиме потрошувач, низ потрошувачот ќе тече струја која постојано има иста насока, од позитивниот кон негативниот пол на изворот на струјата.

Меѓутоа, електричната струја што ја користиме од градската мрежа, во нашите станови, училиштата, фабриките и т.н. не е едмонасочна. Низ сијалиците, како и низ сите апарати што ги приклучуваме директно на градската електрична мрежа протекува електрична струја чија јачина и насока непрекинато се менуваат. Промената на јачината и насоката на струјата се одвива на правилен начин, повторувајќи се периодично.

Електричната струја чија јачина и насока во текот на времето наизменично (периодично) се менуваат се вика наизменична електрична струја.

Предностите на наизменичната струја над едмонасочната ги докажал генијалниот научник и пронаоѓач Никола Тесла.

Добивањето на наизменична струја засновано е на појавата електромагнетна индукција. За да се објасни добивањето на наизменична струја и законот по кој се менуваат нејзиниот напон и јачина, доволно е да го разгледаме вртењето на еден спроводник, свиткан во форма на рамка, во хомогено магнетно поле, т.е. во магнетно поле чии силиви линии се паралелни (сл. 17.1).

Во хомогено магнетно поле N-S, кога се гледа од десната страна, бакарната жица ABCD која што е прицврстена на оската O, се врти во насока на стрелката на часовникот. Краевите на овој спроводник се поврзани за металните прстени 1 и 2, кои исто така се поврзани на оската, меѓутоа, и од оската и помеѓу себе се изолирани. На двата прстена се лизга по една четкичка, K_1 и K_2 , кои се поврзани за краевите на жицата на надворешното коло.

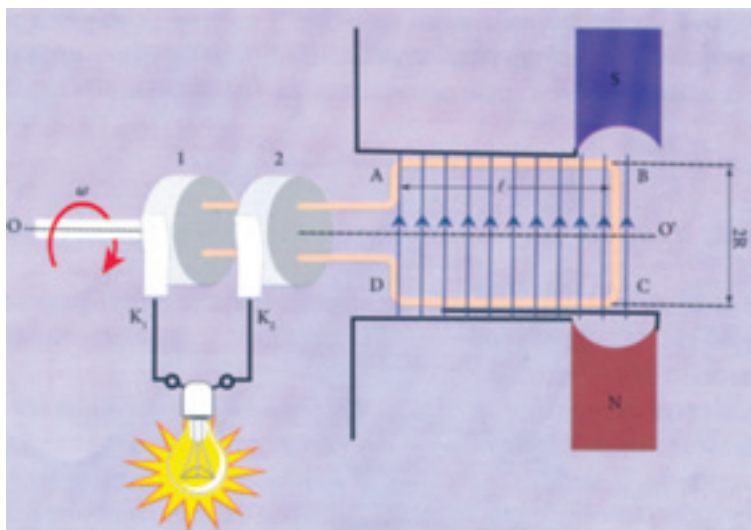
Прстените кои ја примаат електричната струја се викаат колектори.

На сликата се гледа дека при вртење на рамката ABCD нејзините делови AB

и CD ги сечат магнетните силиви линии, додека деловите AD и BC не ги сечат. Според тоа, струја ќе се произведе само во гранките AB и CD и затоа се вели дека тие се активни делови на спроводникот.

AD и BC служат за спроведување на струјата низ целиот спроводник, па затоа се вели дека тие се неактивни делови.

Промената на индуцираниот електричен напон (електромагнетна сила) и индуцираната електрична струја, кога рамката се врти од 0° до 360° , може да се прикаже шематски (сл. 17.2).

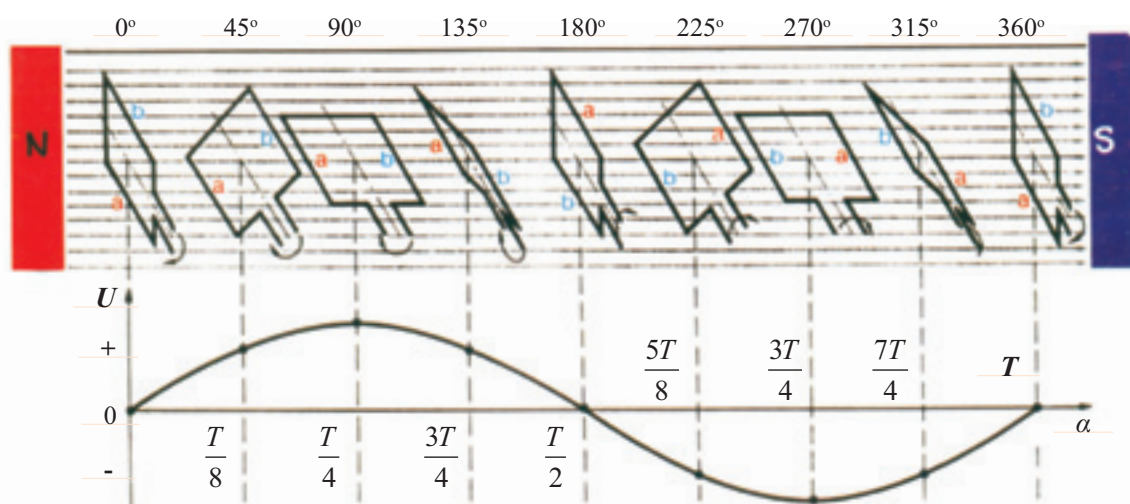


Сл. 17.1

Моменталната положба на рамката е определена со аголот α помеѓу правецот на магнетното поле и нормалата на површината на рамката. Аголот α е еднаков на аголот што го затвораат површината на рамката со хоризонталата.

На шемата се прикажани моменталните положби на рамката при нејзиното вртење за агли α , почнувајќи од 0° до 360° , за секои 45° . Под сликата, на која се дадени моменталните положби на рамката, нацртан е координатен систем, на чија апциса (хоризонтална оска) се нанесени вредностите за аголот α , додека на ординатата (вертикална оска) се нанесени соодветните вредности на индуцираната ЕМС (U), добиени при вртењето на рамката помеѓу половите на магнетот.

Во текот на вртењето на рамката за агли од 0° до 90° индуцираната ЕМС, односно електричниот напон, а со тоа и јачината на индуцираната електрична струја во затвореното струјно коло во кое е рамката



Сл. 17.2

приклучена, расте од нула до максимална вредност. Максималната вредност на индуцираната ЕМС се постигнува за агол $\alpha = 90^\circ$. При завртување на рамката од 90° до 180° индуцираната електрична струја ја задржува својата насока, но нејзиниот напон и јачина постепено опаѓаат до нула. Кога ќе продолжи завртувањето на рамката во истата насока од 180° до 270° , напонот и јачината на индуцираната електрична струја повторно растат до максимална вредност, но во спротивна, негативна насока, бидејќи спроводниците АВ и CD ги замениле своите места. Поради тоа во рамката и во затвореното коло индуцираната електрична струја ја менува својата насока. За $\alpha = 270^\circ$ ЕМС и јачината на индуцираната електрична струја имаат максимална вредност, како и за $\alpha = 90^\circ$, само што насоката е спротивна. На крајот, при завртување на рамката од 270° до 360° , ЕМС и јачината на индуцираната електрична струја опаѓаат во иста насока до нула, а тогаш рамката се враќа во првобитната положба.

На сликата 17.2 се гледа дека при едно цело завртување на рамката, напонот и јачината на индуцираната електрична струја по два пати достигнуваат нула и максимална вредност и дека електричната струја два пати ја менува својата насока.

Аголот α се вика **фаза**. Времето за едно цело завртување ($\alpha = 360^\circ$) се вика **период на наизменичната струја (T)**, а бројот на завртувања на проводникот во една секунда се вика **фреквенција (f)**.

Фреквенцијата и периодот на наизменичната струја поврзани се со релацијата $f = \frac{1}{T}$.

Единица мерка за фреквенција е еден **херц (Hz)**. Еден **херц значи една периода во секунда**. Илјада пати поголемата единица се вика **килохерц (kHz)**.

$$1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz.}$$

Наизменичната струја има значајна предност во однос на еднонасочната струја. Пред се, се добива поедноставно отколку еднонасочната струја. Преносот на електричната енергија на поголема далечина е поекономичен (мали загуби на енергија) кај наизменичната струја. Напонот кај наизменичната струја, за разлика од напонот на еднонасочната струја, може лесно да се зголеми или намали (според потребите) практично без губење енергија.

Во Европа обично се користи наизменична струја со фреквенција од 50 Hz, а во Америка од 60 Hz.

Напонот и јачината на струјата можат да се менуваат со иста фреквенција. Тогаш велиме дека напонот и струјата се во фаза. Ако тие немаат иста фаза, тогаш се вели дека меѓу нив постои фазна разлика.

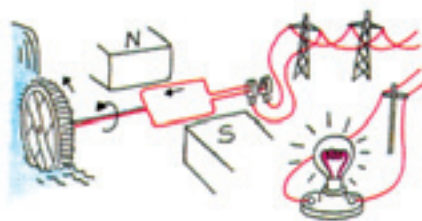
На осцилоскоп може да се чита напонот во секој момент, на пример неговата максимална вредност.



Сл. 17.3



Производството на наизменична струја за широка употреба се заснова на принципот на магнетна индукција. Направите со кои тоа се остварува се викаат **генератори за наизменична струја**. Во генераторите, одреден вид на енергија, обично механичка енергија, се претвора во електрична енергија.



Сл. 17.4

Електричниот генератор е направа (машина) која механичката енергија ја претвора во електрична енергија. Принципот на работа на генераторот е едноставен: со вртење на проводникот (правоаголна рамка) во магнетно поле, во рамката се индуцира наизменична електрична струја.

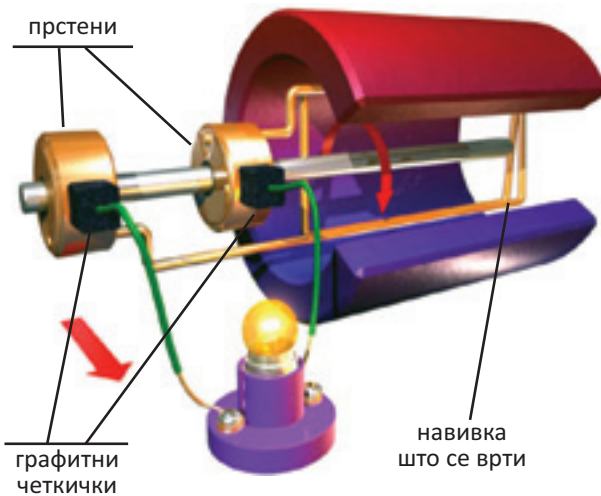
Постојат електрични генератори кај кои ротира магнетното поле, рамката мирува и во неа се индуцира наизменична електрична струја.

Во праксата место една навивка се користи калем со многу навивки, затоа што индуцираниот напон е пропорционален со бројот на навивките.

На овој принцип генераторите денес произведуваат големи количества електрична енергија.

Основни делови на генераторот се (сл. 17.5):

1. Магнет кој создава магнетно поле;
2. Вртлива рамка или калем во која се индуцира напон, односно струја;
3. Прстени;
4. Четкици за контакт меѓу подвижните и неподвижните делови на проводникот.



Сл. 17.5

Вртливата рамка, којашто е прицврстена на оската, се врти помеѓу половите на магнетот. Краевите на рамката се донесени до оската и тука се поврзани на два метални прстени, кои се изолирани еден од друг, а и од оската. По прстените се лизгаат две графитни четкички при што прават постојна електрична врска помеѓу роторот на генераторот и надворешното струјно коло.

Кога навивката се врти, секоја од гранките оди надолу низ магнетното поле, а потоа нагоре. Со тоа индуцираната струја тече прво во една, а потоа во обратна насока. Таквата струја е наизменична струја.

Повеќето генератори даваат наизменична струја.

Генераторите на наизменична струја се викаат алтернатори.

Динамото на велосипедот е алтернатор. Струја може да се добие на едноставен начин со помош на динамото на велосипедот (сл. 17.6). Во неговото куќиште се наоѓа навивка од бакарна жица. Во навивката се наоѓа цилиндричен магнет, кој што може да се врти. Сијалицата на велосипедот е поврзана со краевите на навивката.



Сл. 17.6



училишен модел на електричен генератор

Сл. 17.7

Кога магнетот ќе почне да се врти, сијалицата свети. Значи, со помош на движењето на магнетот во навивката може да се произведе електрична струја. Доколку се вози побрзо, се индуцира поголем напон. Многу алтернатори користат електромагнетни, наместо постојани магнети. Тие даваат појако магнетно поле.

Сетете се дека и кај автомобилите електрична енергија добиваме со алтернатор.

Наизменичниот напон на автомобилскиот алтернатор со помош на полупроводничка диода се исправува во еднонасочен и така наизменичната струја се претвора во еднонасочна струја. Струјата од алтернаторот ги снабдува сите струјни кола во автомобилот и го полни акумулаторот.

Генераторите во електраните произведуваат наизменична струја, која има фреквенција од 50 Hz. Тоа значи дека во секоја секунда струјата ќе протече 50 пати во една и 50 пати во друга насока. Значи, 100 пати во секунда ја менува насоката.

За движење на генераторот потребни се големи количества на енергија. Се користат разни извори: вода, ветер, па сè до нуклеарна енергија.

Генераторите се електрични машини кои со електромагнетна индукција произведуваат електрична енергија.



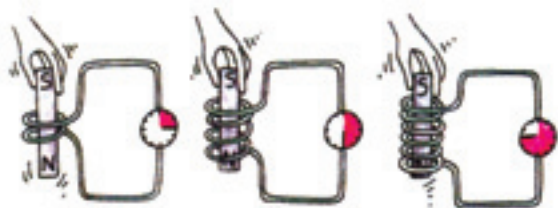
Сл. 17.8



Размислете, одговорете, решете

1. Која струја се вика наизменична?
2. Кои се предностите на наизменичната во однос на еднонасочната струја?
3. Што е: фаза, период и фреквенција на наизменична струја?
4. Пресметај го периодот на наизменична струја во мрежата чија фреквенција е 50 Hz.
5. што е електричен генератор?
6. Која појава е применета кај генераторот?
7. Кои се основните делови на генераторот?
8. Која е разликата помеѓу електромотор и генератор?
9. Генераторите во електраните произведуваат наизменична струја која има фреквенција 50 Hz.
Колку пати во секунда струјата ја менува насоката?

10. Погледнете ја сликата 17.9 и одговорете каква е зависноста на јачината на струјата од бројот на навивките.



Сл. 17.9

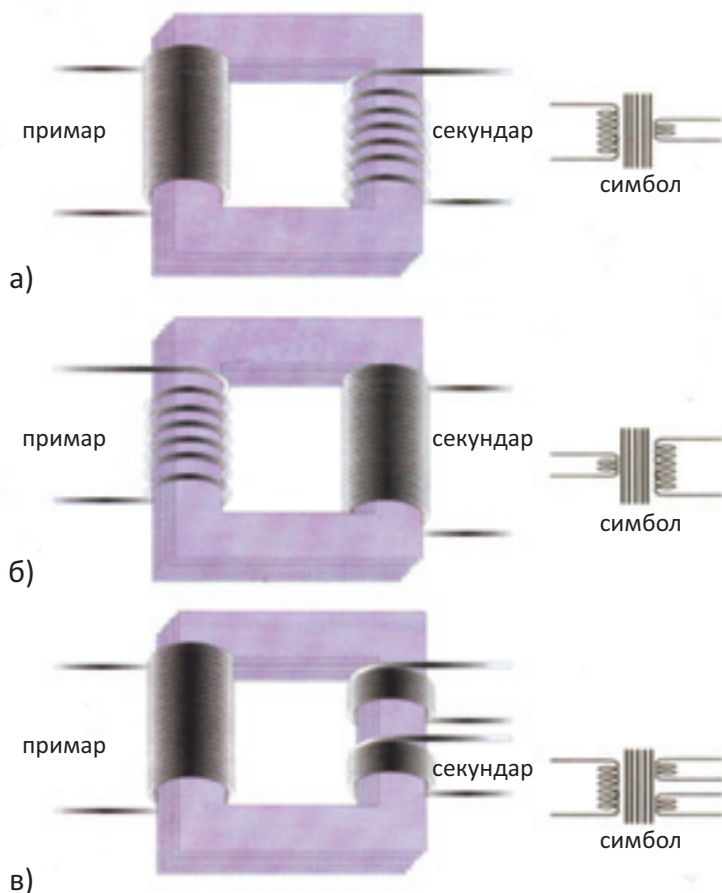
Електричните ламби, ладилниците, електричните печки, пералните, машините за миење садови и многу други апарати работат нормално ако се вклучени на градската мрежа чиј напон е 220 V.

Меѓутоа, постојат многу технички апарати, како и апарати од секојдневниот живот кој што користат помал напон од напонот на електричната мрежа. На пример, повеќето радиоприемници, компјутерите, електронските калкулатори, телефонските апарати и други, користат напон од 6 V или 12 V. Од ова произлегува потребата од конструкција на направи со чија помош наизменичниот напон по потреба ќе може да се менува (да се зголемува или да се намалува).

Направата што служи за лесна и економична промена на напонот и јачината на наизменичната струја, со непроменета фреквенција, се вика трансформатор.

Трансформирањето на електричната струја е засновано на појавата електромагнетна индукција.

Трансформаторите се едноставни електрични апарати кои се составени од: **примарен или влезен калем**, низ кој протекува електрична струја, при што се создава наизменично променливо магнетно поле, и **секундарен (еден или повеќе) или излезен калем**, во кој поради променливото магнетно поле се индуцира електрична струја.



Калемите се поставени на железно јадро во форма на правоаголна рамка. Јадрото е составено од многу тенки железни лимови т.н. динамо лимови.

На слика 18.1 се прикажани три основни видови (варијанти) на трансформатори и нивните симболи:

а) висок напон од примарниот калем преминува во низок напон во секундарниот калем;

б) низок напон од примарниот калем се претвора во висок напон во секундарниот калем;

в) трансформатор со два секундарни калема.

Сл. 18.1



Изведете ги наредните експерименти

На јадрото на демонстрациониот трансформатор поставете примарен калем и приклучете го на извор на наизменична струја со напон U од 220 V.

На другиот дел од јадрото поставувајте секундарни калем со различен број на навивки и со различна дебелина на проводникот:

а) Калем со батериска сијалица на крајот од навивките.

б) Калем со мал број навивки од дебела жица и со електроди на краевите.

в) Земете 3m бакарна жица чии краеве ќе ги поврзете на волтметар; направете 5 навивки и прочитајте го напонот, додавајте сè повеќе навивки и за секој број на навивки прочитајте го и запишете го напонот.

г) Калем со голем број на навивки. По поставувањето на калемот, јадрото затворете го со котва.

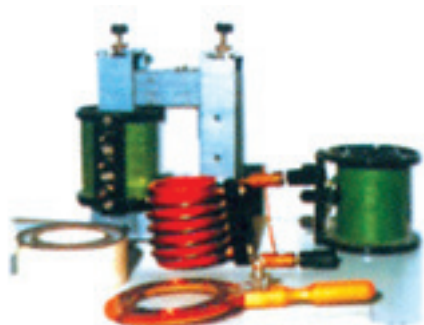
Одговорете

- Зошто сијалицата свети иако краевите не се приклучени на некој извор? За каков напон е предвидена сијалицата?
- Зошто сијалицата не прегоре иако трансформаторот е приклучен на напон од 220 V ?
- Што забележувате кај електродите на калемот? Колкав напон покажа волтметарот за калем со голем број на навивки?

Кога тече струја во примарниот калем јадрото наизменично се магнетизира, демагнетизира, ги менува магнетните полови, се менува и јачината на магнетното поле. Во секундарниот калем кој се наоѓа во вакво променливо магнетно поле, со ист ритам, се побудува (предизвикува) нов напон. Тој индуциран напон зависи од односот на бројот на навивките на примарниот и секундарниот калем и висината на напонот на кој е приклучен примарниот калем. На овој начин, по потреба, се менува висината на напонот на наизменичната струја. Ако бројот на навивките на секундарниот калем е многу поголем од бројот на навивките на примарниот калем, на секундарниот калем се добива повисок напон.

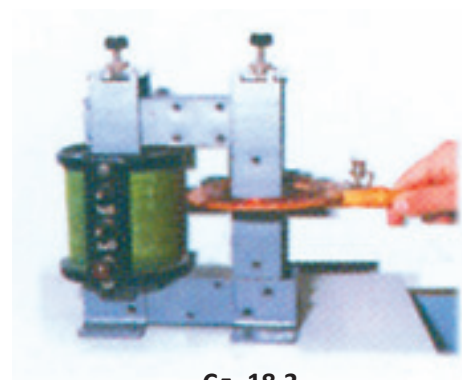
Односот меѓу напонот на примарниот (U_p) и напонот на секундарниот калем (U_s), е еднаков на односот меѓу бројот на навивките во примарниот (n_p) и бројот на навивките во секундарниот калем (n_s), односно:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s} = k.$$

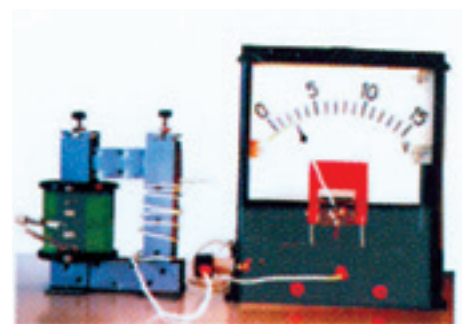


демонстрационен трансформатор со прибор

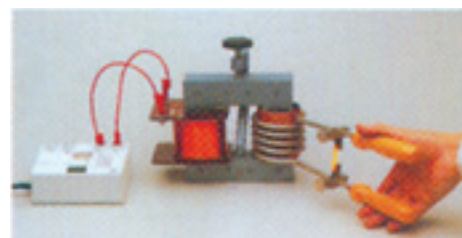
Сл. 18.2



Сл. 18.3



Сл. 18.4



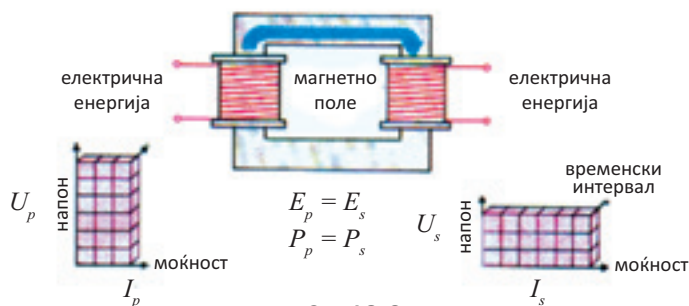
Сл. 18.5

Количникот од бројот на навивките на примарниот и секундарниот калем се вика **коэффициент на трансформација (k)**.

Пример: Трансформаторот е приклучен на напон од 220 V. Примарниот калем има 1200 навивки. Волтметарот на којшто е поврзан на секундарниот калем покажува 11 V. Колку навивки има секундарниот калем?

$$U_p = 220 \text{ V}; U_s = 11 \text{ V}; n_p = 1200 \text{ n}; n_s = ? \quad \frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s}; \quad n_s = \frac{U_s \cdot n_p}{U_p} = \frac{11 \text{ V} \cdot 1200 \text{ n}}{220 \text{ V}}; \quad n_s = 60 \text{ n}.$$

Секундарниот калем има 60 навивки.



Разгледајте го цртежот

Врз основа на Законот за запазување на енергијата (не земајќи го предвид ослободувањето на топлина) следува дека моќноста во примарниот е еднаква на моќноста во секундарниот калем

$$P_p = P_s \Rightarrow U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \Rightarrow \frac{U_p}{U_s} = \frac{I_s}{I_p}.$$

Од претходните изрази следува: $\frac{I_s}{I_p} = \frac{n_p}{n_s}$ или $\frac{I_p}{I_s} = \frac{n_s}{n_p} \Rightarrow \frac{I_p}{I_s} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{n_s}{n_p} = k.$

Јачините на електричната струја во примарниот и во секундарниот калем се однесуваат обратно пропорционално со бројот на нивните навивки.

Односот од енергијата што трансформаторот му ја предава на потрошувачот и енергијата што ја добива од изворот, се вика **коэффициент на полезно дејство на трансформаторот (η)**.

Загубите на енергијата кај трансформаторот се мали, околу 2-3%, затоа најчесто овие загуби ги занемаруваме.



Дали знаевте...

Кај електричните звончиња во домовите (сл. 18.7) трансформаторот се користи за да ја трансформира наизменичната струја со напон од 220 V во напон од 4 V кој е доволен за работа на звончето.

Пример: Примарниот калем е приклучен на напон од 220 V, а за секундарниот калем е прочитан напон од 4 V. Амперметарот на примарниот калем покажува 4 A. Колкава е јачината на струјата во секундарниот калем?

$$U_p = 220 \text{ V} \quad U_s = 5 \text{ V} \quad U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \quad I_s = \frac{U_p \cdot I_p}{U_s} = \frac{220 \text{ V} \cdot 4 \text{ A}}{5 \text{ V}} \quad I_s = 176 \text{ A}.$$

$$I_p = 4 \text{ A}$$

$$I_s = ?$$

Јачината на струјата во секундарниот калем е $I_s = 176 \text{ A}$. Проверете дали моќноста во двата калема е еднаква.

$$U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s$$

$$220 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = 5 \text{ V} \cdot 176 \text{ A}$$

$$880 \text{ W} = 880 \text{ W}$$



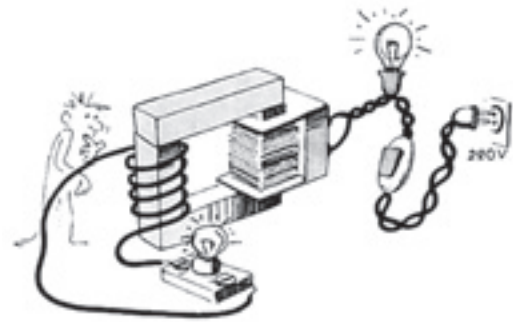
Сл. 18.7



Проверете сами

Поставете и изведете експеримент како што е дадено на сликата. На едната страна на железното јадро поставете калем со 500 навивки. На неговите краеве поврзете сијалица за 220 V. На другата страна на калемот направете пет навивки од жица, а на нејзините краеве поврзете сијалица за 3,5 V. Јадрото затворете го со котва. Калемот со 500 навивки приклучете го на градската мрежа.

Како ќе објасните зошто малата сијалица свети, иако нејзините краеве не се поврзани (приклучени) на некој извор?



Сл. 18.8



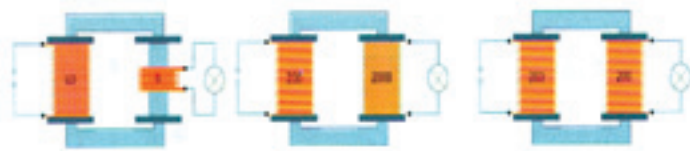
Размислете и одговорете

1. Кои се основните составни делови на трансформаторот?
2. На што е еднаков односот помеѓу моќноста во примарниот и секундарниот калем?
3. Како гласи равенката која ги поврзува електричните напони и бројот на навивките на примарниот и секундарниот калем?
4. Што може да се менува со трансформаторот?
5. Какви се односите кај трансформаторот, помеѓу:
 - а) напоните и бројот на навивките во примарот и секундарот;
 - б) напонот и јачината на струјата кај примарот и секундарот;
 - в) јачините на струите и бројот на навивките кај примарот и секундарот?



Решете ги задачите

1. Трансформатор е приклучен на напон од 220 V. Колкав ќе биде напонот на секундарниот калем ако бројот на навивките на секундарниот калем во однос на бројот на навивките на примарниот калем е:
 - а) пет пати поголем;
 - б) дваесет пати помал;
 - в) илјада пати поголем?
2. Со трансформатор сакаме да го намалиме напонот од 220 V на 12 V. Колку навивки треба да има секундарниот калем на трансформаторот ако примарниот калем има 880 навивки?
3. Колкава е јачината на струјата на секундарниот калем ако на примарниот е 4 A, напонот на примарниот калем е 220 V, а напонот на секундарниот калем е 8 V?
4. Трансформаторот е приклучен на 380 V. Примарниот калем има 1900 навивки. Колкав е напонот на секундарниот калем кога има 120 навивки?
5. Сијалиците, преку трансформатор, се приклучени на извор со наизменичен напон. Напонот на изворот е 12 V.
На колкави напони се приклучени сијалиците?



Сл. 18.9

Веќе знаете дека преносителите на електрицитетот кај металите се електроните, кај растворите јоните, а кај гасовите електроните и јоните. Дали имате некои сознанија во врска со т.н. полупроводници коишто како материјали се употребуваат кај транзисторите, сметачите, телевизорите и други места?



Да испитаме

Полупроводниците се материјали коишто специфично се однесуваат во струјниот круг. Тоа се супстанции коишто во однос на спроводливоста се наоѓаат меѓу металите како добри проводници и изолаторите. Примери на такви материјали има многу, а во овој случај ќе ги споменеме: силициумот, германиумот, некои оксиди, сулфиди и друго. Овој вид на материјали по својата застапеност во природата сочинуваат скоро две третини. Денес како полупроводник најмногу се користи силициум (сл. 19.1).

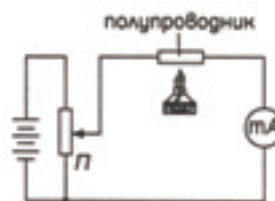


Сл. 19.1



Обид

Да направиме обид како на слика 19.2. Додека полупроводникот не се загрее тој се однесува како изолатор и инструментот покажува дека струјниот круг е отворен. Откако полупроводникот ќе се загрее инструментот покажува дека протекла електрична струја, односно дека полупроводникот станал проводник.

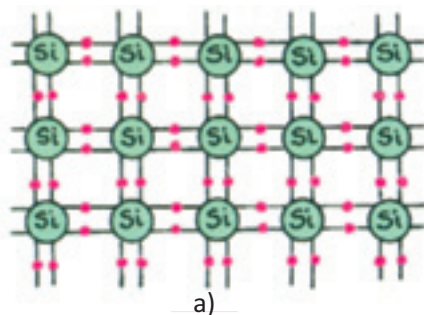


Сл. 19.2

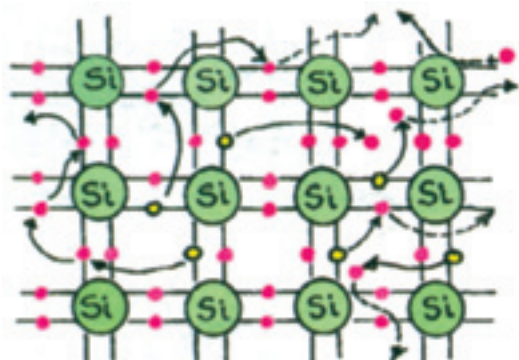
Полупроводници со сопствена спроводливост

Да ја разгледаме структурата на елементот силициум. Таа е прикажана на сликата 19.3.

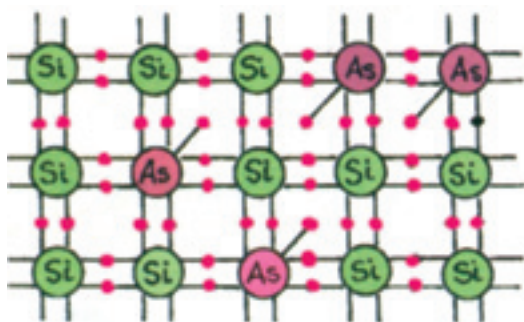
Ако температурата е ниска во полупроводникот скоро и да нема слободни електрони и тој се однесува како изолатор (сл. 19.3 а). Ако на кристалот му се зголеми температурата, некои од електроните ги напуштаат атомите на кои им припаѓаат (како на сликата 19.3 б). Притоа се добиваат електрони кои можат слободно да се движи низ кристалот. Местото што го напуштил електронот останува празно, велиме дека настанала „шуплина“ или дупка. Ако вклучиме кристал на полупроводник со слободни електрони и шуплини во струен круг електроните ќе се насочат кон позитивниот пол, а шуплините кон негативниот пол од изворот. Велиме дека полупроводникот станал „спроводник“, а таа спроводливост се нарекува сопствена спроводливост, каде бројот на слободните електрони е ист со бројот на шуплините.



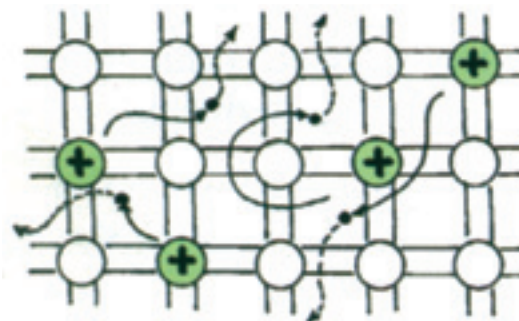
Сл. 19.3



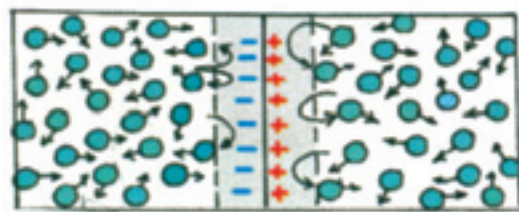
б)



в)



г)



N-полупроводник запилен (барьер) слой P-полупроводник

д)

Сл. 19.3

Проводливоста на полупроводникот може да се зголеми и под дејство на светлината. Таа спроводливост е наречена **фотоспроводливост**. Тоа е резултат на зголемување на носителите, т.е. електроните и шуплините заради апсорбираните честички на светлината, наречени фотони.

Постојат многу полупроводници коишто се осетливи на дејството на светлината. Еден од нив е кадмиум сулфат (CdS).

Кај полупроводниците има две вида на преносители на електрицитетот и тоа: негативни електрони и позитивни шуплини.

Полупроводници со примесна спроводливост

- Како да постигнеме поголема спроводливост кај полупроводниците?
- Што се N и P полупроводници?

Во 1940 година во САД група научници го истражувале кристалот на силициумот. Знаеле дека тој е лош проводник. Но, во едно истражување откриле дека тој станува подобар спроводник ако му се стават примеси од елементот арсен. (Истото ќе се случи ако место арсен се стават примеси од фосфор.)

Што се случува притоа?

Со додавањето на арсенот или фосфорот, коишто се повеќе валентни од силициумот, се зголемува бројот на слободни електрони, па велиме дека со тој додаток силициумот станал N - тип полупроводник (сл. 19.3 в). Проводливоста на полупроводникот кога во него се ставаат примеси - атоми од друг полупроводник се нарекува **примесна полупроводливост**.

Да испитаме што ќе се случи кога на кристалот од силициум ќе се додаде индиум (елемент со помала валентност од силициумот). Во овој случај се смалува бројот на слободните електрони кај силициумот, а е зголемен бројот на шуплините. Ваков тип на полупроводник се вика P-тип (сл. 19.3 г) На местата на кои во кристалот од силициум недостасуваат електрони, велиме дека се наоѓаат шуплини коишто во електрично поле се однесуваат како позитивен електричен полнеж.

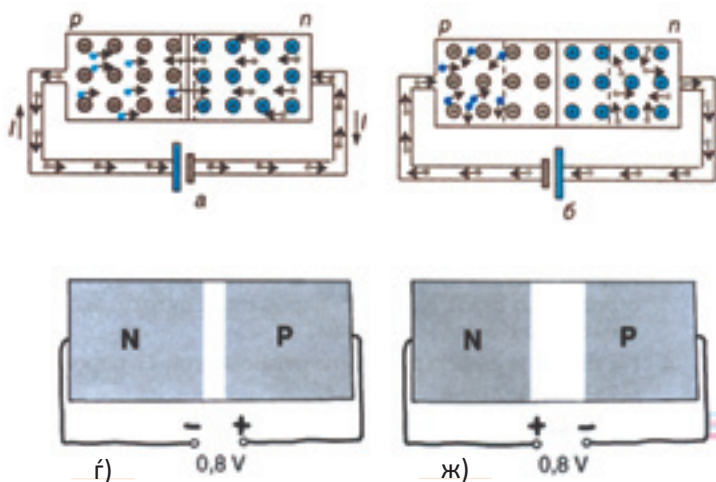
Што е запирен (барьерен) слој?



Ако доближиме еден N и P полупроводник силициум, допирното место станува сиромашно со негативен и позитивен електрицитет, затоа што електроните и шуплините се соединуваат, а појавата се вика **рекомбинација**. Допирниот слој што е осиромашен со преносители на електрицитет обично го викаме **запирен (барьерен) слој** (сл. 19.3 д).

Спроводливоста на запирниот слој можеме да ја зголемиме или намалиме со сврзување со надворешен извор на електрична струја (сл. 19.3 е, ж).

Кога P - полупроводникот е сврзан со позитивниот пол на изворот, а N – полупроводникот со негативниот пол, тогаш поради одбивните електрични сили, електроните се придвижуваат кон P – полупроводникот, а шуплините се придвижуваат кон N – полупроводникот, така барьерниот слој се намалува. Така поврзаните полупроводници „пропуштаат струја“. Таков кристал, во зависност од тоа како се N и P-полупроводниците поврзани на половите на изворот, може да се однесува како спроводник во пропустливата насока (сл. 19.3 е), или како отпорник во непропустливата насока (сл. 19.3 ж). Од начинот на поврзување зависи дали отпорот ќе му се зголемува или намалува.



Сл. 19.3

Од што зависи дали отпорот ќе слабее или ќе се зголемува?

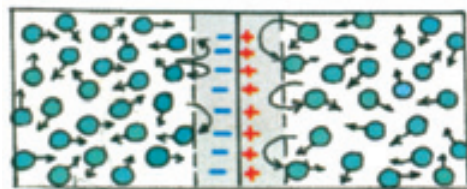


Обидите покажуваат дека отпорот зависи од видот на поврзаните полупроводници и напонот на изворот. Врската од два полупроводници може да служи како диода-за исправање на наизменичната струја. Полупроводничките диоди имаат поедноставна конструкција и подолг век на траење во однос на електронските ламби, заради што наоѓаат широка примена во електрониката.



Размислете и одговорете

- 1) На што се должи примесната N - спроводливост?
- 2) На што се должи примесната P - спроводливост?
- 3) Зошто јоните во примесните полупроводници не учествуваат во течењето на електричната струја?
- 4) На што се должи големото спротивставување кога ќе се доближат P и N полупроводник?
- 5) На што се должи еднонасочната спроводливост на PN врската?
- 6) Објасни што се случува кога ќе се доближат еден P и еден N полупроводник.

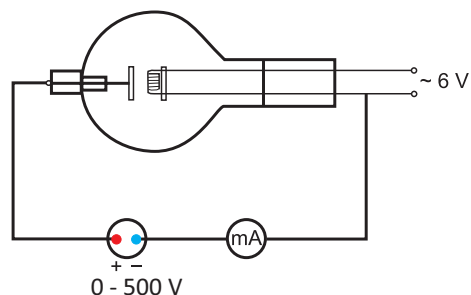


Сл. 19.4

Полупроводнички уреди

Кога стануваше збор за електричната струја низ вакуум ја разгледавме електронската ламба диода. За потсетување на нејзината градба и работа, погледнете ја сликата.

Нејзината намена, пред сè, е за исправање на наизменичната струја. Поради релативно слабите карактеристики овие ламби многу ретко се користат, но затоа многу се поефикасни и повеќе се користат полупроводничките диоди.



Сл. 20.1

Полупроводничка диода

Полупроводничката диода претставува силициумов (Si-диода) или германиумов (Ge-диода) кристал со голема хемиска чистота. Секоја полупроводничка диода е составена од два слоја на полупроводникот кои имаат различни карактеристики. Ги викаме P - тип и N - тип, кои меѓу себе се допираат и прават таканаречен

P - N контакт. Дебелината на P - N контактот е од редот на растојанието помеѓу атомите на кристалот.

Пропустливата насока на диодата е означена со насоката на стрелката од нејзиниот симбол (сл. 20.2), а непропустливата е од обратната страна на вертикалната цртиска. На куќиштето на диодата најчесто има симбол, а контактот кој му припаѓа на N - подрачјето обавезно има прстен.



Сл. 20.2

Зависно од начинот на кој диодата е поврзана во струјното коло, низ PN контактот ќе може да потече струја или не ќе може да потече струја.

Полупроводничката диода пропушта струја само во една насока. Струјата може да тече само тогаш кога N – делот од полупроводникот е поврзан на негативниот пол, а P – делот на позитивниот пол на изворот.

Диода како исправувач. Кај наизменичната струја, која во текот на времето ја менува насоката, полупроводничката диода пропушта струја само во една насока. Затоа, таа полупроводничка диода ја викаме исправувач на наизменичната струја, односно, диодата се користи за исправање на наизменичната струја.

Полупроводничките диоди имаат многу мали димензии и се многу потрајни од електронските цевки. Поради ова, денес се користат скоро секаде каде што електронската цевка беше незаменлива.



Непропустлива насока

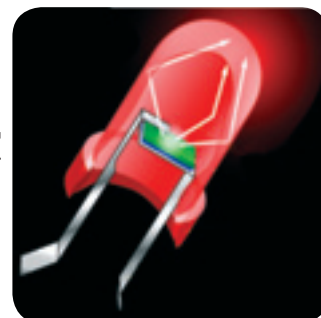


Пропустлива насока

Сл. 20.3

LED (LED-Light Emmission Diode) – диода се состои, исто така, од P - N контакт. Работи на принципот на емитирање (ослободување) на светлина при соединување на електроните и шуплините во полупроводникот.

LED диодите засветуваат при определен напон на палење. Директно претворање на електричната енергија во светлосна се остварува во галиумската (Ga) PN светлосна диода. Бојата на светлината зависи од материјалот што се користи за PN контактот. LED диодите се употребуваат како индикаторски светилки кај многу електронски уреди. Ги има како мали црвени, зелени, плави малечки светилки што служат како индикатори на работата на телевизорите, компјутерите, тастатурата, музичките системи и др.



Сл. 20.4



Со откривање на транзисторот во 1947 година, се смета дека почнува револуцијата во развојот на информатиката.

Името транзистор доаѓа од англиските зборови transfer + resistor, т.е. пренос на отпор.

Што е транзистор?



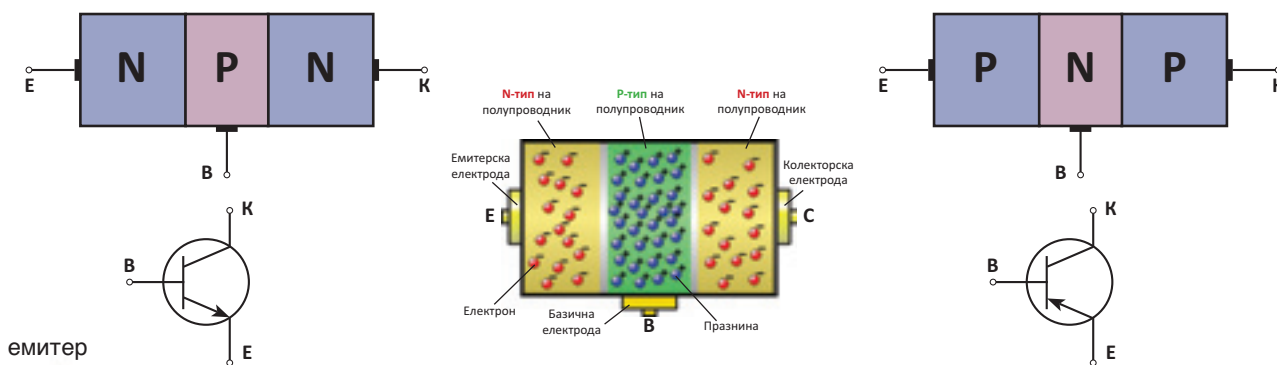
Сл. 20.5

Транзисторот е електронски елемент составен од три слоеви на полупроводничките кристали, подредени наизменично.

Надворешните слоеви се од ист тип, на пример N - тип, додека средниот е од P – тип и обратно. Гледаме дека се можни две изведби, според тоа и два вида транзистори: NPN и PNP транзистори. Овие транзистори се викаат **биполарни**.

Биполарниот транзистор е сицилиумов или монокристал од германиум, на кој преку легирање се создаваат три слоеви со различна спроводливост и тоа: NPN и PNP. Средниот слој е наречен база (B), додека крајните слоеви се наречени емитер (E) и колектор (K).

Шематските ознаки за транзисторите во електрониката се дадени на слика 20.6.



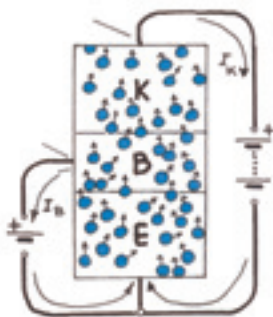
Сл. 20.6



Сл. 20.7

Денес најчесто се користат транзисторите од NPN – типот.

Транзисторот има три приклучоци (сл. 20.7): за колекторот, за базата и за емитерот.



Сл. 20.8

Со сврзување на соодветните извори на напон се создаваат два струјни круга.

Кругот од емитерот „управува“ со струјата во колекторскиот круг.

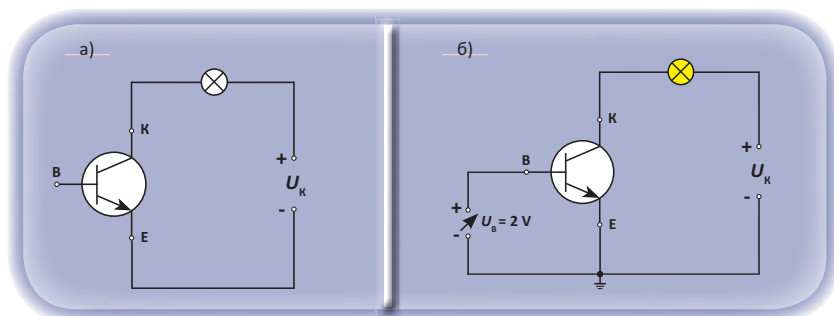
Емитерот на транзисторот се сврзува со негативните полови од двата извори на напони од кои едниот е вклучен во кругот со базата, а другиот во кругот со колекторот.

Емитерот упатува слободни електрони кон базата. Базата според големината на позитивниот напон послабо или појако ги привлекува електроните и ги пропушта кон колекторот кој ги собира.

На тој начин напонските сигнали кои се упатени кон базата, управуваат и ја определуваат јачината на струјата во колекторскиот круг.

Експеримент

Со помош на наредниот експеримент ќе покажеме каква е улогата на транзисторите во струјното коло (сл. 20.9).



Сл. 20.9

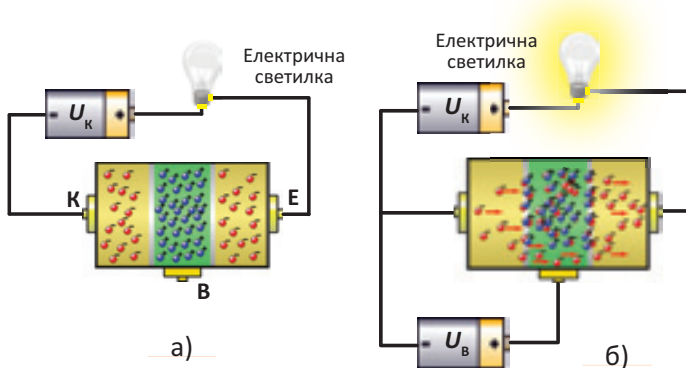
Според шемата на слика 20.9 а), транзисторот е сервиски поврзан со светилка. Базата нека остане слободна. Дали светилката свети?

Според шемата на слика 20.9 б) поврзете извор на напон помеѓу емитерот и базата. Дали во овој случај светилката ќе свети?

Во првиот дел од експериментот (сл. 20.9 а) светилката не свети. Транзисторот го прекинува струјното коло. Но ако помеѓу емитерот и базата вклучиме додатен напон („-“ пол на емитерот, „+“ пол на базата) светилката ќе свети (сл. 20.9 б). Струјното коло помеѓу емитерот и колекторот е затворено.

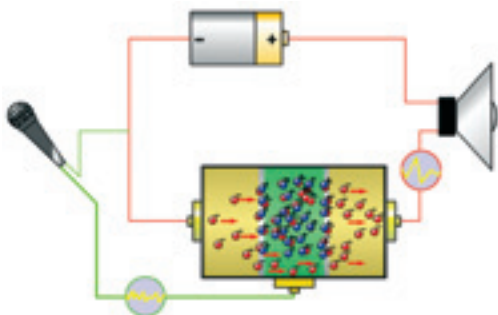
Истиот експеримент можеме да го прикажеме и на начин прикажан како на слика 20.10.

PN-премиот помеѓу базата и колекторот приклучен е на непропустливата насока (сл. 20.10 а). Низ транзисторот помеѓу емитерот и колекторот не може да тече струја, тогаш светилката не свети. Но ако базата е поврзана на позитивниот пол на додатниот напон, помеѓу емитерот и базата може да тече струја, бидејќи PN-премиот е приклучен на пропустливата насока (сл. 20.10 б).



Сл. 20.10

Важноста на транзисторот е во тоа што тој може да работи како засилувачки елемент. Ако се донесе мала променлива струја во влезното коло на транзисторот, таа на излезот ќе се појави како многукратно засилена струја што се менува на ист начин како што се менува напонот на влезното коло. Транзисторот се употребува во засилувачите и многу други електронски уреди, кај радиоприемниците, телевизорите и др.



Сл. 20.11 (Транзистор како засилувач)

Со откривањето на транзисторите се создадени сите електронски технички благодети што секој ден ни го олеснуваат животот, ни даваат можност за брзи комуникации (телефонски и сателитски врски), достапност до информации (компјутери и интернет) и многу други работи???

Транзисторите се современа замена за електронските цевки (триоди) кои беа во широка употреба во текот на првата половина на XX век.

Полупроводничката диода и транзисторите во однос на триодата ги имаат следните предности: мала потрошувачка

на електрична енергија, многу мали димензии, моментално способни за работа, многу поотпорни на механички оштетувања, овозможуваат производство на интегрални кола (на по милион диоди, транзистори, отпорници), овозможуваат производство на микропроцесори.



Интегрирани кругови (чипови)

Во најново време се произведуваат материјали од кои се изработуваат најважните делови на електронските уреди – чипови. Тие управуваат со машините за перење, машините за шиене, за пишување, телефони, музички системи, електронските часовници и др.



Сл. 20.12

Чип е тенка плоча која претставува интегриран круг. Него го сочинуваат струјни кругови составени од мали полупроводнички диоди, транзистори, кондензатори, проводници и други елементи, нанесени на еден ист полупроводнички кристал. Со тоа стана можно создавањето на микропроцесорите, основа на современата информатичка технологија.

Чиповите можат да бидат толку ситни што можат да се провнат низ „иглени уши“. Чипот се заштитува со керамички плочки. На неговата надворешна страна се наоѓаат контактите со кои се сврзува со други делови од сметачки или други апарати.

Електронскиот прибор којшто се изработува од тврди полупроводници е многу мал, работи на мали напони и слаби струи. Како на производи со масовно производство, цената им е мала и многу се потрајни во споредба со електронските цевки чија употреба е многу намалена.

Од сето ова што беше кажано досега, може да се добие реална претстава за улогата на полупроводниците во секојдневниот живот и техниката.



Размислете и одговорете

1. Што се полупроводници?
2. Која е намената на полупроводничката кристална диода?
3. Што е запилен (бариерен) слој?
4. На што се должи еднонасочната спроводливост на PN врската?
5. Кај полупроводниците има два вида на преносители на електрицитетот. Кои се тие?
6. Што претставува транзисторот?
7. Како работи транзисторот во улога на засилувач?
8. Кои се предностите на диодата и транзисторот?

Тест (Магнетизам)

1. Ако поделиме магнет на два еднакви делови ќе добиеме:

- а) два посебни магнети со по еден пол;
- б) два магнети, секој со по два еднакви полови;
- в) два магнети, секој со по два различни полови;
- г) еден магнет со два еднакви полови и еден магнет со различни полови.

2. Каде се наоѓа Северниот географски пол на Земјата?

- а) блиску до Северниот географски пол;
- б) блиску до екваторот;
- в) блиску до Јужниот географски пол;
- г) во центарот на планетата.

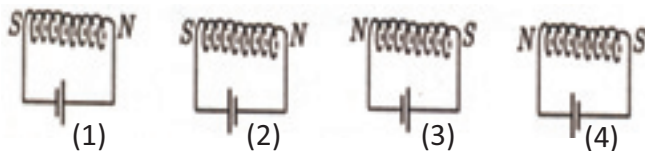
3. Како меѓу себе дејствуваат два паралелни

- а) нема меѓусебно дејство;
- б) дејствува привлечна сила;
- в) дејствува одбивна сила;
- г) дејствува и привлечна и одбивна сила.

4. Која од наведените формули за магнетен флукс е точна?

- а) $\Phi = \frac{N}{S}$ б) $\Phi = \frac{S}{N}$ в) $\Phi = N \cdot S$ г) $\Phi = B \cdot S$

5. Половите на навивката правилно се обележани на шемите:



- а) 1 и 2 б) 1 и 3 в) 1 и 4 г) 2 и 4

6. Точен одговор за електромотор е:

- а) има подвижен дел - статор;
- б) има неподвижен дел - ротор;
- в) електричната енергија ја претвора во механика;
- г) во него нема постојан магнет.

7. Со кој од дадените изрази се дефинира единицата за магнетна индукција?

- а) $\frac{N \cdot m}{A \cdot s}$ б) $\frac{N}{A \cdot m}$ в) $\frac{C}{N \cdot m^2}$ г) $\frac{C}{N \cdot m}$

8. Кој од наведените термини не се однесува на транзисторот?

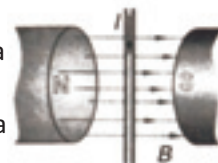
- а) емитер; б) анода; в) колектор; г) база.

9. Магнет е поставен до лесно подвижна навивка. При потечување на струја навивката ќе биде:



- а) привлечена од магнетот; б) одбиена од магнетот; в) започнува да се лула; г) останува неподвижна.

10. Разгледајте ја сликата и определете ја насоката на магнетната сила која дејствува на проводникот:



- а) се совпаѓа со насоката на магнетното поле;
- б) се совпаѓа со насоката на електричната струја;
- в) од Вас кон сликата, нормално на неговата рамнина;
- г) од сликата кон Вас, нормално на неговата рамнина.

11. Како се вика направата со која се променува насоката на електричната струја?

- а) статор; б) ротор; в) комутатор; г) котва.

12. На примарниот калем на трансформаторот има $n_p = 20$ навивки. Колкав е бројот на навивките n_s на секундарниот калем, ако $I_p = 5$ А и $I_s = 1$ А?

- а) 100 б) 4 в) 500 г) 5

13. Праволиниски проводник е затегнат во правец север – југ. Под проводникот е поставен компас. Во која насока ќе биде северниот пол на компасот, ако низ проводникот тече јака струја I ? Магнетното поле на електричната струја е многу посилно од магнетното поле на Земјата.

- а) исток;
- б) запад;
- в) север;
- г) југ.



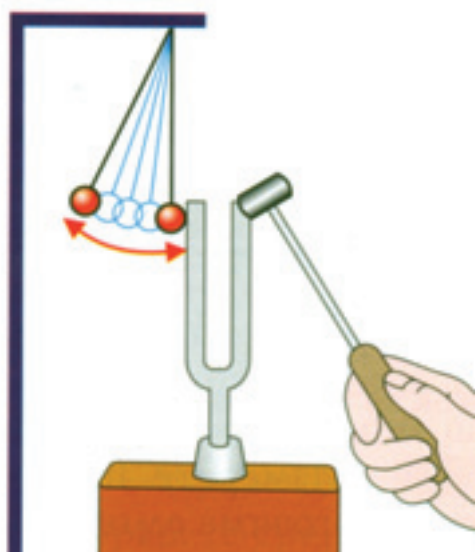
14. Полупроводничката диода ја има следната функција:

- а) ги засилува електричните сигнали;
- б) ја исправува електричната струја;
- в) ја претвора електричната енергија во топлотна;
- г) електричната енергија ја претвора во звук.

ОСЦИЛАЦИИ И БРАНОВИ. ЗВУК



- | | | |
|---|---------------------------------|-----|
| 1 | Осцилаторно движење | 88 |
| 2 | Браново движење | 93 |
| 3 | Особини на брановите | 95 |
| 4 | Звучни бранови | 98 |
| 5 | Ултразвук. Примена на ултразвук | 103 |

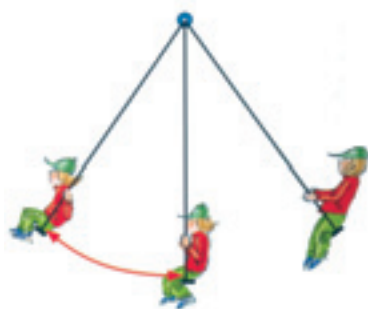


Периодично движење

До сега ги проучувавме движењата при кои телата со сите свои честички се преместуваат од едно на друго место, при што се движат брзо или споро. Меѓутоа, постои и поинакво движење.

Ако нишалка која се наоѓа во мирување ја придвижиме нагоре и ја пуштаме, таа се движи во една и друга насока (сл. 1.1). Тоа движење се повторува повеќе пати на ист начин. Исто такво движење прави и метално топче врзано на конец (сл.1.2).

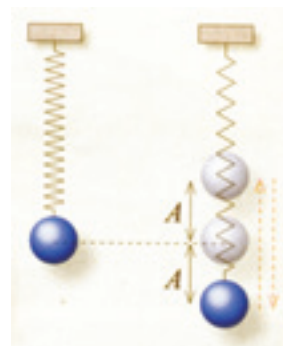
Кога вакво топче ќе се прицврсти на долниот дел на спиралата, а потоа спиралата се истегне и се пушти (сл.1.3), таа ќе се движи горе-долу.



Сл. 1.1



Сл. 1.2



Сл. 1.3

Секое од споменатите движења, после определено време, се повторува. Таквото периодично движење постои при ротацијата на Земјата, нејзиното движење околу Сонцето, при отчукување на срцето, при треперење на гласните жици, жиците на музичките инструменти и др.

Движењето коешто после одредено време се повторува на ист начин, се вика периодично движење.

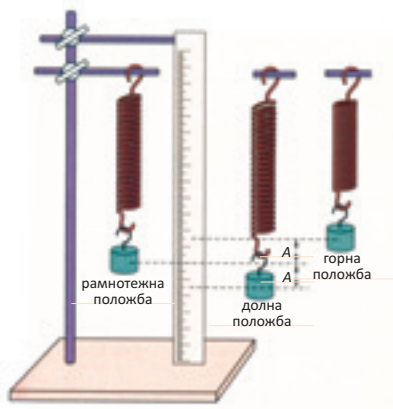
Ваквото движење е многу често во природата, во Вселената кај небесните тела, во музиката, во радиотехниката, како и во микро светот кај атомите и молекулите.

За да дојдеме до конкретни заклучоци за осцилаторното движење, ќе се послужиме со конкретни примери.

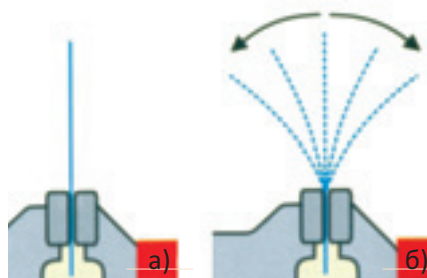
Обесен тег на еластична спирала се наоѓа во рамнотежна положба (сл.1.4). Ако го извадиме од рамнотежна положба и го пуштиме, ќе се движи горе-долу околу рамнотежната положба.

Истото изведете го и со еластична челична прачка на која едниот крај и е прицврстен, а другиот е слободен (сл. 1.5).

Трет пример, на еден тенок конец обесете едно метално топче (сл. 1.6) и постапете како кај двата претходни примери.



Сл. 1.4



Сл. 1.5



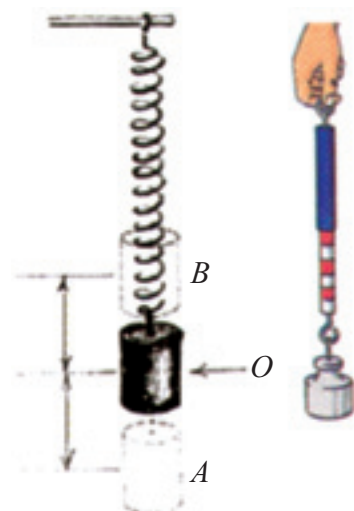
Сл. 1.6

Движењето на телото околу рамнотежната положба се вика осцилаторно движење, а телата (системите) коишто изведуваат вакво движење се викаат осцилатори.

Хармониски осцилации

Кога спиралата (сл. 1.7) ќе се оптерети таа се издолжува (истегнува) повеќе или помалку, во зависност од теретот што се обесува на спиралата. Во рамнотежната положба, кај нашиов пример, спиралата е истегната, а силата на еластичност на спиралата држи рамнотежа со тежината на тегот. Ако тегот оди надолу од рамнотежната положба, еластичната сила расте и го успорува движењето на телото се додека не го запре и потоа му дава забрзување во спротивна насока т.е. кон рамнотежната положба. Кога тегот ќе помине низ рамнотежната положба, поради својата инерција продолжува да се движи нагоре, брзината постепено му се намалува и од моментот кога брзината е нула почнува да се враќа надолу. Ако силата што го враќа телото во рамнотежна положба ја означиме со F , а со x која било оддалеченост од рамнотежната положба, тогаш:

$$F = -k \cdot x$$



Сл. 1.7

Каде што k е константа која што зависи од еластичните особини на спиралата и за секоја спирала има одредена вредност. Како што се гледа силата F е променлива бидејќи нејзината вредност во секој момент зависи од оддалеченоста од рамнотежната положба x . Според тоа и движењето на телото е променливо, брзината и забрзувањето се менуваат. Меѓутоа, овие промени периодично се повторуваат.

Осцилирањето го викаме **периодично движење** затоа што за ист временски интервал се повторува.

Осцилирањето кое што се извршува под дејство на сила $F = -k \cdot x$, која што е право пропорционална на оддалеченоста од рамнотежната положба и секогаш е насочена кон рамнотежната положба, се вика хармониско осцилирање.

Карактеристични величини кај хармониските осцилации

За време на осцилаторното движење разгледуваниот механички систем (осцилатор) поминува (се наоѓа) во различни положби.

Оддалеченоста на телото од рамнотежната положба се вика **елонгација**, а најголемата оддалеченост од рамнотежната положба се вика **амплитуда**. Елонгацијата и амплитудата се мерат со единиците за должина.

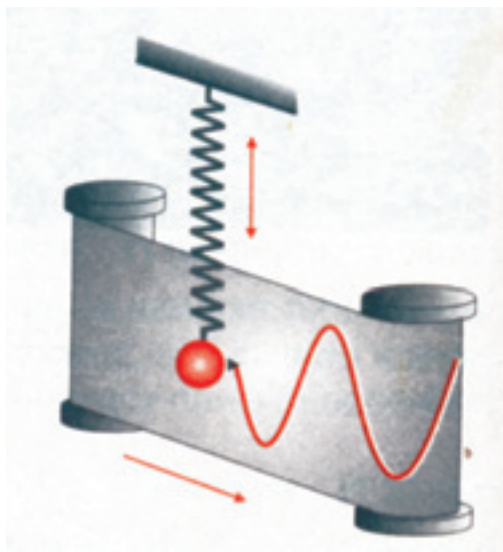
Кога тегот ќе помине пат од точката $O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O$ извел (направил) една осцилација.

Времето за кое телото прави една осцилација се вика **период на осцилирањето** (T), а бидејќи се работи за време, мерна единица е секунда (s).

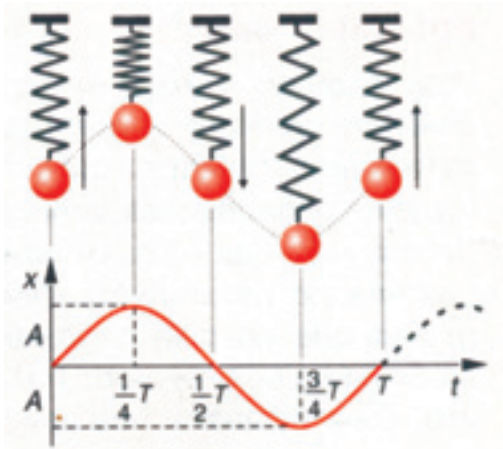
T се изразува со формулата $T = \frac{t}{n}$; n - број на осцилации; t - време за кое се извршени n - осцилации.

Бројот на осцилации во единица време се вика **фреквенција** или **честота** (f).

$$f = \frac{n}{t}, \text{ ако } n = 1, \text{ тогаш } t = T; \quad f = \frac{1}{T} - \text{ овој израз е врската помеѓу периодот и фреквенцијата.}$$



Сл. 1.8



Сл. 1.9

Мерна единица за фреквенција во SI е херц (Hz).

Еден херц е фреквенција на осцилаторно движење чие времетраење на една осцилација е една секунда.

Елонгацијата (x) е променлива величина, во текот на времето (t), се менува. Врската меѓу x и t ќе ја претставиме графички. За оваа цел ќе изведеме обид каков што е прикажан на слика сл. 1.8.

На топче што е обесено на спирала прицврстена е писалка којашто ја допира површината на рамната хартија. Кога хартијата се движи хоризонтално со постојана брзина (на пример, во секоја секунда покрај спиралата поминува 10 cm хартија), спиралата осцилира горе - долу, при што писалката на хартијата испишува брановидна линија со која е графички претставена зависноста помеѓу отклонувањето (x) и времето (t).

За почеток на графикот (сл. 1.9) е избран моментот ($t = 0$), кога топчето поминува низ рамнотежната положба и се движи нагоре. За една четвртина од периодот ($t = T/4$) топчето ја достигнува највисоката положба. Од тој момент ја менува насоката на движењето и почнува да се спушта надолу. Во моментот кога $t = T/2$ топчето поминува низ рамнотежната положба ($x = 0$) и во моментот кога $t = \frac{3}{4}T$ ја достигнува најниската положба. Тука одново се менува насоката на движење и во моментот кога $t = T$ минува низ рамнотежната положба и продолжува да се движи нагоре. Сл. 2.9 е график на хармониско осцилирање, односно дадена е зависноста на x од t .

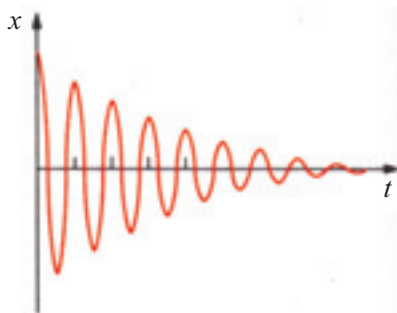
Кога осцилаторот не би губел енергија поради триењето, отпорот на воздухот, претворањето на неговата енергија во друг вид на енергија, тогаш амплитудата во текот на времето не би се менувала. Во вакви идеални услови, осцилаторот би осцилирал со константна брзина и неограничено (вечно). Таквите осцилации се викаат **непридушени осцилации**.

Во стварноста не постојат непридушени осцилации. Кај сите реални осцилатори има различни загуби на енергија. Затоа амплитудата на нивното осцилирање постепено се намалува и тоа се додека осцилаторот не застане.

Осцилации чија амплитуда, поради губење на енергија на осцилаторот се намалува, се викаат **придушени осцилации** (сл. 1.10).

Непридушените осцилации може да се одржат само под услов на осцилаторот постојано да се доведува (додава) енергија. Осцилациите кои што се одржуваат само со постојана дејство на надворешна сила, односно постојано доставување енергија на осцилаторот, се викаат **присилни осцилации**.

Периодичната сила која што предизвикува присилни осцилации се вика **присилна сила**.



Сл. 1.10



Нишало

Секое тело што е обесено на една хоризонтална оска и може да осцилира (ниша) со определена амплитуда, околу една рамнотежна положба, се вика нишало.

Метално топче обесено на долг, цврст, нерастеглив конец со занемарлива маса, кое може да осцилира во вертикална рамнина, под дејство на Земјината тежа, се вика математичко нишало.

Практично тоа е топче чиј пречник е значително помал од должината на конецот, а масата му е многу поголема од масата на конецот. Тоа значи дека топчето можеме да го сметаме како материјална точка, а конецот да нема тежина.

Вакво идеално нишало не постои, може да претпоставиме дека на него приближно одговара топче обесено на слаб конец (сл. 1.11).

Растојанието од точката на прицврстување на конецот до центарот на топчето е должина на нишалото (l), а положбата на телото кога виси, се вика **рамнотежна положба**.

Кога топчето од математичкото нишало ќе се извади од рамнотежна положба и се пушти, тоа под дејство на Земјината тежа почнува да осцилира.

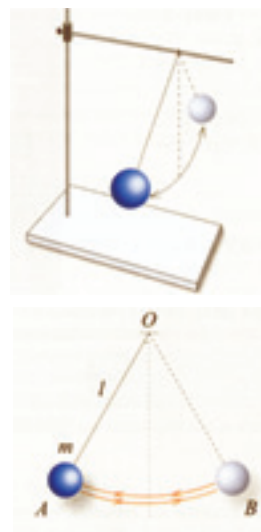
Периодот на осцилирање на математичкото нишало се пресметува по формулата:

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

Каде што l е должината на математичкото нишало, а g е Земјиното забрзување. Во овој израз ја нема ни амплитудата ни масата на топчето, што покажува дека вредностите на овие величини не влијаат на периодот на осцилирање на математичкото нишало.

Ако должината на нишалото се зголеми, на пример, за четири пати, периодот ќе биде два пати поголем.

Оваа особина на нишалото е применета кај часовниците со нишало.



Сл. 1.11

Механичка резонанција

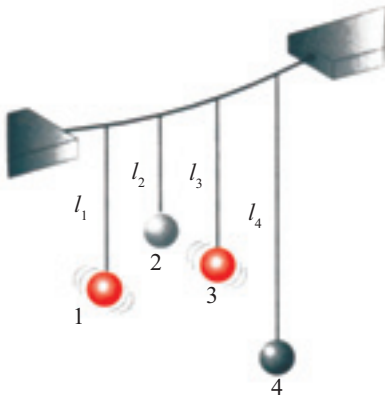
Особено интересна и важна за практиката е појавата кога присилните осцилации, настанати под дејство на надворешна периодична сила, имаат најголема можна амплитуда.

Појавата на нагло растење на амплитудата на присилните механички осцилации, во случај на совпаѓање на фреквенцијата на надворешната периодична сила со фреквенцијата на осцилаторот, е наречена механичка резонанција.

Осцилаторот кој ја прифаќа фреквенцијата на надворешната периодична сила е наречен **резонатор**.

Оваа појава може лесно да се демонстрира со следниот експеримент (сл. 1.12).

На еден хоризонтален затегнат конец да обесиме, на еднакви растојанија, четири математички нишала, од кои првото (1) и третото (3) се со еднакви должини, од ова следува и еднакви периоди, додека второто (2) и четвртото (4) се со помала односно поголема должина и со помал односно поголем период.



Ако едно од нишалата, на пример првото (1) го извадиме од рамнотежна положба и го пуштиме, тоа почнува да осцилира и ќе претставува надворешна периодична сила за другите нишала. По извесно време ќе забележиме дека ќе почне да осцилира и третото (3) нишало, односно изведува присилни осцилации, додека второто (2) и четвртото (4) нишало мируваат.

Сл. 1.12

Со примена на формулата $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ добиваме $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ и $T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{l_3}{g}}$. Бидејќи $l_1 = l_3$, се добива дека и $T_1 = T_3$.

Со примена на формулата $T = \frac{1}{f}$, се добива дека и $f_1 = f_3$. Со тоа е исполнет условот за резонанција и нишалото (3) по извесно време видливо почнува да осцилира зголемувајќи си ја постепено својата амплитуда. Тоа значи дека нишалото (1) како надворешна периодична сила ги наметнало своите осцилации на нишалото (3).

Кога нишалото (1) ќе престане да осцилира, нишалото (3) осцилира со најголема амплитуда. Потоа улогата на надворешна периодична сила ја презема нишалото (3) како осцилатор, а резонатор ќе биде нишалото (1).

Оваа улога на осцилатор - резонатор, наизменично се повторува сè додека во почетокот внесената енергија не се потроши во совладување на отпорот на средината во која се случува оваа појава.

За цело време осцилаторите (2) и (4) мируваат бидејќи нивните сопствени фреквенции се разликуваат од фреквенциите на надворешната периодична сила, односно $f_2 \neq f_1$ и $f_4 \neq f_3$.

Бидејќи, освен механичките осцилации постојат и други, на пример, звучни, електрични и други, постојат и соодветни резонанции – звучни, електрични итн.

Во многу случаи резонанцијата е корисна, затоа што со релативно мало надворешно дејство можат да се предизвикаат осцилации со големи амплитуди, а со тоа и соодветен ефект.

Браново движење

Веројатно ви се случило возејќи се со гумен детски чамец, оддалечени на разумно растојание од брегот на езерото, покрај вас да помине брз моторен чамец при што настануваат бранови. Вие веројатно сте се исплашиле и сте помислиле дека брановите ќе ве „исфрлат“ на брегот или ќе ве однесат кон внатрешноста на езерото.



Сл. 2.1

Но, тоа не се случило. Вашиот чамец се занишал, но не се поместил кон брегот или кон внатрешноста на езерото.

● Зошто брановите не го однеле чамецот?

Брановите „патуваа“, меѓутоа, честичките од водата под чамецот не „патуваа“. Тие само осцилираа горе - долу и осцилирањето „преземено“ од претходните честички го предаваат на наредните честички од водата. Процесот на пренесување на осцилаторното движење (осцилациите) од едни на други честички во дадена средина се вика **браново движење**, или кратко **бран**. Браново движење може да настане и во други еластични средини. Значајно за ова движење е тоа што честичките се движат во ограничен простор - тие осцилираат.

Позната е појавата, ако фрлиме камче во езеро со мирна вода, таму каде што ќе падне камчето водата ќе почне да осцилира вертикално, а почетниот бран го пренесува хоризонтално своето движење на водата што се наоѓа околу него.



Сл. 2.2

Да ги разгледаме брановите на површината на водата. За оваа цел земаме плиток сад со вода.

Ако површината на водата само еднаш ја допреме со врвот на моливот, почнува да се шири мал бран (сл. 2.2). Но ако во водата врвот на моливот го спуштаме периодично (сл. 2.3) од местото на допирот се шират **кружни бранови**, со повеќе „издигнувања“ и „спуштања“.



Сл. 2.3

Бранови можат да настанат и со периодично спуштање линијар на површината на водата (сл. 2.4) при што од местото на допирот се шират **рамни бранови**.

Трите случаи повторете ги и кога на површината на водата има парче плута.

● Што ќе забележите?

Ќе забележите дека парчето плута се движи горе - долу, не патува со бранот.

Местото на кое настанува и започнува ширењето на бранот се вика **извор на бранот**.

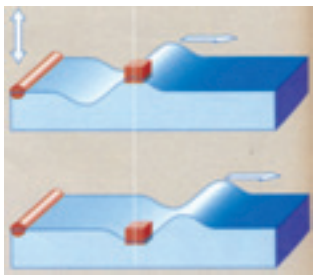
Пред создавањето (настанувањето) на брановите површината на водата е рамна и мирна. Водата е средина низ која се шират брановите. Таквите средини низ кои се шират брановите се викаат **еластични средини**.



Сл. 2.4

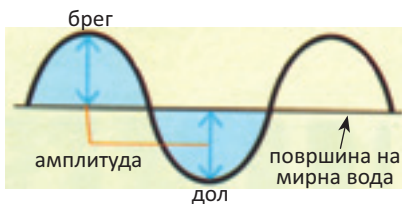


Сл. 2.5



Сл. 2.6

Движењето на дрвото на површината на водата од прилика одговара на движењето на честичките на водата. Кај примерите со парчето плута и парчето дрво се забележува како тие да се движат горе – долу, но не се движат заедно со водата.



Сл. 2.7

Да разгледаме ширење на бранови и низ други средини, на пример долга спирала.

На хоризонтална површина (маса или на подот) поставете еластична спирала. Едниот крај прицврстете го. Слободниот крај движете го со раката лево - десно, нормално на оската на спиралата.

Внимателно следете што се случува со спиралата.

Скицирајте го пореметувањето што го забележувате.

Мало парче хартија поставете на кое било место на спиралата. Обидот повторете го и опишете го движењето на парчето хартија. Парчето хартија се движи лево – десно околу својата положба при мирување, додека бранот „патува“ по должината на спиралата.

Кога крајот на спиралата постојано (без прекинување) го движиме лево десно, нејзините честички се движат околу рамнотежната положба, односно осцилираат.

Бидејќи помеѓу честичките на спиралата дејствуваат меѓумолекуларни сили, осцилирањето постепено се пренесува на соседните честички и тие почнуваат да осцилираат и го пренесуваат понатаму. Така настанува (се создава) бран.



Сл. 2.8

Бранот кај кој честичките осцилираат нормално на правецот на ширење на бранот се вика трансверзален бран.

Дали честичките можат да осцилираат во правецот на ширењето на бранот?

На затегнатата еластична спирала може да настане бран (и по неа да се движи) кој што битно ќе се разликува од претходниот (сл. 2.9). Таков бран можеме да создадеме (предизвикаме) ако со раката силно ја притиснеме спиралата и потоа одеднаш ја отпуштиме.

На некои места спиралата се згуснува, а на некои се растегнува. По секое згуснување следува растегнување. По спиралата ќе почне да се движи надолжен бран.

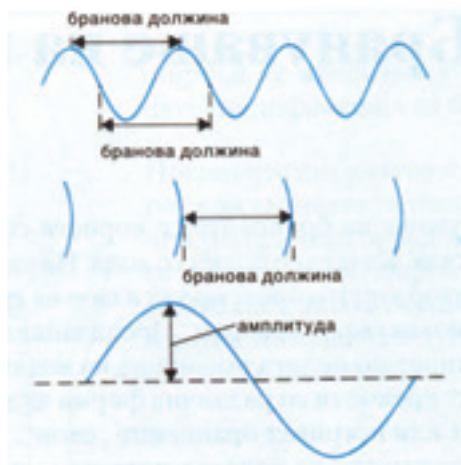


Сл. 2.9

Бранот кај кој честичките осцилираат во правецот на ширењето на бранот се вика лонгитудинален бран.



Особини на брановите



Сл. 3.1

Брановите можат да се прикажат и на овој начин (сл. 3.1) со цртање на таканаречените бранови линии. Секоја бранова линија може да претставува врв на трансверзален бран, или пак, згустеност на лонгитудиналните бранови.

Бројот на брановите што поминуваат покрај одредена точка за време од една секунда се вика **фреквенција** и се мери во **херци (Hz)**.

Ако фреквенцијата е 10 Hz, тоа значи дека за една секунда поминале 10 бранови.

Каква е врската помеѓу брзината на бранот, фреквенцијата и брановата должина?

Веќе рековме дека брзината на бранот е еднаква во сите правци доколку средината низ која бранот се шири има исти физички својства (состав, густина, температура и др.) т.е. ако средината е хомогена.

Движењето на бранот низ хомогена средина е еден од ретките примери за рамномерно праволиниско движење.

За определување на брзината на ширење на бранот ќе ја искористиме формулата за брзина

Ако бранот се движи со постојана брзина v , за време $t = T$, ќе измине пат $s = \lambda$.

Ако во формулата за брзина, место s ставиме λ , а место t ставиме T , брзината на бранот се определува со формулата

$$v = \frac{\lambda}{T}, \text{ оттука следува } T = \frac{\lambda}{v}, \lambda = v \cdot T.$$

Овие се основните формули за ширење на бранот.

Ако во основната равенка $v = \frac{\lambda}{T}$, место $\frac{1}{T}$ замениме f , добиваме формула што може да се примени при решавање на разни задачи

$$v = \lambda \cdot f, \text{ односно } \lambda = \frac{v}{f} \text{ и } f = \frac{v}{\lambda}.$$

Брзината на ширење на бранот (v) е еднаква на производот од брановата должина (λ) и фреквенцијата на бранот (f).

Пример: Со колкава брзина се движи бранот по (на) водена површина ако неговата бранова должина е 0,5 m, а периодот на осцилирање на бранот е 0,2 s? Колкава е фреквенцијата?

$$\lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$T = 0,2 \text{ s}$$

$$v = ? \quad f = ?$$

$$v = \frac{\lambda}{T};$$

$$f = \frac{1}{T};$$

$$v = \frac{0,5 \text{ m}}{0,2 \text{ s}};$$

$$f = \frac{1}{0,2 \text{ s}};$$

$$v = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$f = 5 \text{ Hz}.$$

Ова ќе го потврдиме и со конкретен пример.

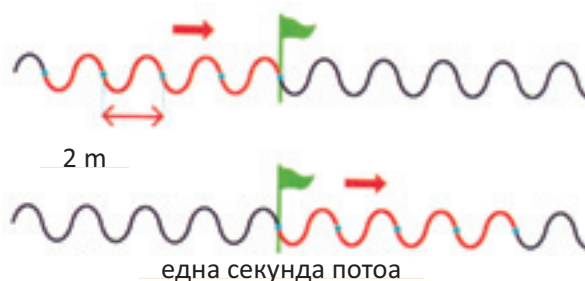
Замисли го бранувањето на морската (или езерската) површина. На сл. 3.2, покрај знамето, за една секунда минуваат четири бранови (четири брегови и четири долови), тоа значи дека фреквенцијата на овој бран е 4 Hz.

Секој бран е долг 2 m, значи брановата должина е 2 m. Покрај знамето за една секунда поминале четири

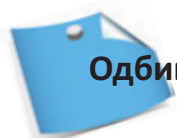
бранови. Ова значи дека бранот за време од една секунда поминал 8 m, значи брзината му е 8 m/s.

$$8 \text{ m/s} = 4 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ m}, \text{ или } \text{брзина} = \text{фреквенција} \cdot \text{бранова должина}$$

Со ова се потврдува равенката $v = f \cdot \lambda$.



Сл. 3.2



Одбивање и прекршување на брановите

Кога бранот ќе наиде на гранична површина меѓу две средини, се менува правецот на неговото движење. Дел од бранот се враќа во првата, а другиот дел од бранот продолжува да се движи во втората средина.

Појавата при која бранот се враќа во првата средина се вика одбивање на бранот, а преминувањето во друга средина прекршување на бранот.

Промената на правецот на движење на бранот при доаѓање на гранична површина е условена од физичките својства на средината, кои што битно влијаат на брзината на ширење на бранот, како и од вредностите на величините од брановото движење.

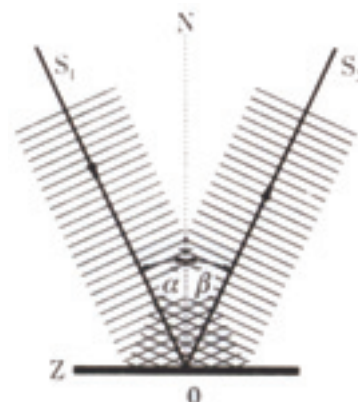
Поради што се одбиваат и прекршуваат брановите?

Затоа што, осцилациите, кои што се пренесуваат низ дадена средина, на граничната површина, се предаваат (пренесуваат) на честичките од другата средина и тие самите постануваат извор на нови бранови. Еден дел од вака настанатите секундарни бранови се шират во втората средина, а другиот дел се враќаат во средината од која што дошле упадните бранови.

Одбиениот бран го менува правецот на движење, но неговата брзина, по интензитет, останува непроменета во однос на брзината на упадниот бран (иста средина).

Појавата одбивање на брановите е прикажана на сл. 3.3.

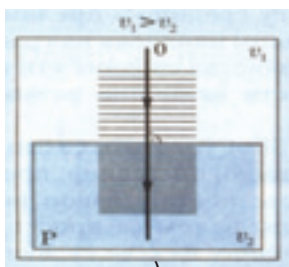
Паралелните линии се делови од концентрични кругови со голем пречник (изворот на брановите е на големо растојание), така што нивните делови може да се поистоветат со прави линии. Еднаквите растојанија помеѓу линиите на упадниот и одбиениот бран зборува за тоа дека нивните брзини и нивните бранови должини се еднакви.



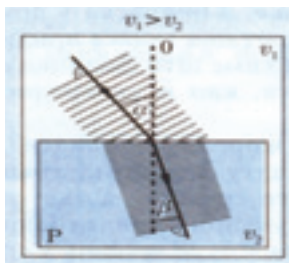
Сл. 3.3

Аголот помеѓу правецот S_1O од кај што бранот доаѓа и нормалата ON на граничната површина меѓу двете средини се вика **упаден агол α** , а аголот помеѓу истата нормала и правецот во кој што бранот се шири после одбивањето OS_2 , се вика **одбивен агол β** . Со мерење, лесно може да се докаже дека овие два агли се еднакви, односно $\beta = \alpha$.

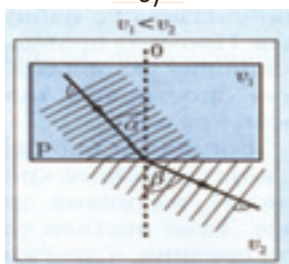
При одбивање на брановите, упадниот и одбивниот агол меѓу себе се еднакви.



а)



б)



в)

Сл. 3.4

Прекршувањето на брановите е претставено на сл. 3.4. При премин на бранот од првата во втората средина, фреквенцијата на бранот останува иста.

Од изразот $v = \lambda \cdot f$, се гледа дека во средините во кои бранот се шири со поголема брзина поголема е и брановата должина, односно, брановата должина е помала ако е помала брзината на ширење.

На сликата 2.4 а) претставен е премин на бран од средина во која што неговата брзина е поголема во средина во која што брзината му е помала ($v_1 > v_2$).

Ако бранот на граничната површина доаѓа во правец на нормалата, тогаш не го менува правецот на движење. Ако бранот доаѓа на граничната површина од истата средина под упаден агол (сл. 3.4 б), тој го менува правецот на движење, односно се прекршил.

Аголот помеѓу правецот на ширење на бранот во втората средина и нормалата на граничната површина се вика агол на прекршувањето.

Во овој случај аголот на прекршувањето е помал од аголот на поаѓањето, $\beta < \alpha$.

Кога бранот преминува од средина во која што неговата брзина е помала во споредба со средина во која што брзината му е поголема (сл. 3.4 в), тогаш аголот на прекршувањето е поголем од упадниот агол, $\beta > \alpha$.



Размислете, одговорете, решете

1. Кој вид бран е бранот А, а кој бранот Б?



Сл. 3.5

2. Три бранови се шират со иста брзина, но со различна фреквенција и бранова должина (сл. 3.6). Кој бран се шири со:

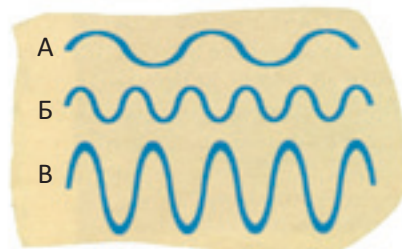
- најголема фреквенција?
- најдолга бранова должина?
- најголема амплитуда?

3. На сликата е претставено браново движење кое настанува кога едниот крај на јагето го движиме горе - долу. Јагето ќе го движиме така што за време од 5 секунди ќе настанат 10 брегови на бранот.

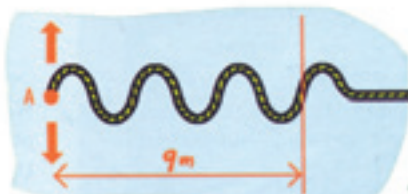
- Колкава е брановата должина на настанатиот бран?
- Колкава е фреквенцијата на бранот?
- Со колкава брзина се движи бранот по јагето?

4. Периодот на осцилирањето на бранот е 0,5 s, а брановата должина му е 20 cm.

- Колкава е фреквенцијата на бранот?
- Со колкава брзина се шири бранот?

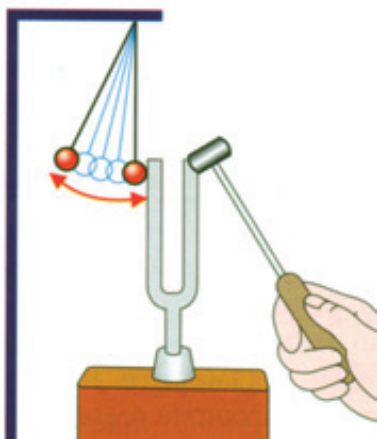


Сл. 3.6



Сл. 3.7

Звучни бранови



Сл. 4.1

Кога седите во училницата го слушате гласот на наставникот, но во исто време слушате бучење на автомобили, пеење на птици и др. Дома зборувате или го слушате соговорникот, а во исто време од радиоприемникот или телевизорот слушате музика или звучни пораки.

Проучувањето на звукот во современата наука, во техниката и медицината стануваат се позначајни. Делот од физиката што се занимава со изучување на настанување на звукот, неговите основни својства и закони, како и неговата примена, се вика **акустика**.

Човечкото сетило за звук регистрира звучни бранови во границата од **16 Hz - 20 000 Hz**. Ако фреквенциите на звучните бранови е надвор од овие граници, нивното дејство со сетилата за слух не може да се регистрира.

Звучен бран чија фреквенција е помала од 16 Hz се вика **инфразвук**, а со фреквенција поголема од 20 000 Hz се вика **ултразвук**.

Секаде сме опкружени со звук.

Што е звук? Како настанува?

Повеќето од вас знаат, но сепак да се потсетиме, разгледаме и да провериме.

Кога жица од гитара ќе заосцилира, создава звук. И звучната вилушка кога осцилира настанува звук.

Телото што осцилира ги движи честичките во воздухот. Тие наизменично се згуснуваат и се разредуваат при што настануваат лонгитудинални бранови. Тие бранови се шират низ воздухот на сите страни и кога ќе стасаат до увото ги регистрираме како **звук**.



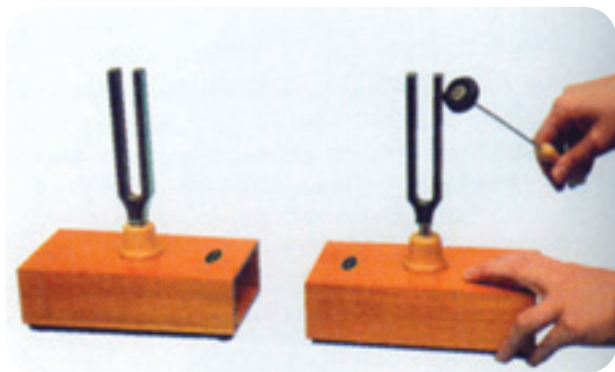
Сл. 4.2

За да настане звук потребно е тело што осцилира и еластична средина низ која може осцилирањето да се пренесува.

Тело чии осцилации предизвикуваат звучни бранови се вика **звучен извор**.

Секое тело (тврдо, течно или гасовито) што може да осцилира со фреквенција во интервалот на чујност, во принцип, може да биде извор на звук.

Осцилациите, а со тоа и енергијата, од изворот на звукот се шират во форма (вид) на бранови - **звучни бранови**.



Сл. 4.3

Звук во човечкото грло настанува со осцилирање (треперење) на гласните жици.

Ние случаме различни звуци кои можат да се групираат во **шумови** и **тонови**.

Звуците ги делиме на шумови и тонови.

● Како настанува шум, а како тон?

● Шум настанува со неправилно осцилирање на звучниот извор. Шумови се јавуваат при работа на мотор, разни шкрипења, експлозии, стружења и др.

● Тон настанува со правилно осцилирање на еластично тело. Пример, осцилирањето на музичката вилушка, правилното осцилирање на жици на музички инструменти, затегната мембрана на тапан и др.

Меѓутоа, не постои остра граница меѓу музичките звуци и шумовите. На пример, кога некој музички инструмент е расштимуван, тогаш тој создава некои неправилни звуци, налик на шумови. Од друга страна, извесна „музикалност“ може да се долови при дување на ветерот, жуборењето на потоците и друго.

Секој тон се разликува по својата **висина**, **боја** и **јачина**.

Висината на тонот е определена со фреквенцијата (f) на звучниот извор.

Осцилациите со голема фреквенција даваат висок тон, а осцилациите со мала фреквенција даваат низок тон.

На сите ни е познато дека звукот на една иста мелодија изведена на различни музички инструменти звучи различно. Без да го гледаме звучниот извор, можеме да препознаеме дали свири виолина или гитара, кларинет или гајда. На радио секогаш го препознаваме гласот на омилениот пејач. Луѓето што ги знаеме можеме лесно да ги препознаеме по гласот, без да ги гледаме.

Разликата помеѓу тоновите со иста висина и јачина настаната од различни звучни извори се вика **боја на тонот**.



Една од најважните карактеристики на звучните бранови е **јачината (интензитетот) на звукот**. Објективната јачина на звукот се определува со количеството енергија што го пренесува звучниот бран во единица време, низ единица плошина нормална на правецот на ширење на бранот.

Ако со E ја означиме енергијата на звучниот бран, која за време t се пренесува низ нормалната површина со плошина S , тогаш објективната јачина на звукот I е дадена со формулата

$$I = \frac{E}{S \cdot t}.$$

Бидејќи $\frac{E}{t}$ претставува моќност на звукот (P), горната формула го добива обликот

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



Апарат за мерење
јачина на звук

Сл. 4.4

Последната формула ја дава физичката јачина на звукот, која се изразува со единицата $\frac{W}{m^2}$.

Човечкото уво е способно да регистрира необично широк интервал на звуци со различни јачини. Долната граница е наречена **праг на чујност**, а горната **граница на болка**.

Стандарден праг на чујност се зема $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ при фреквенција од 1 kHz, а најголемата јачина на звукот што може да ја поднесе човечкото уво е околу $10 \frac{W}{m^2}$.

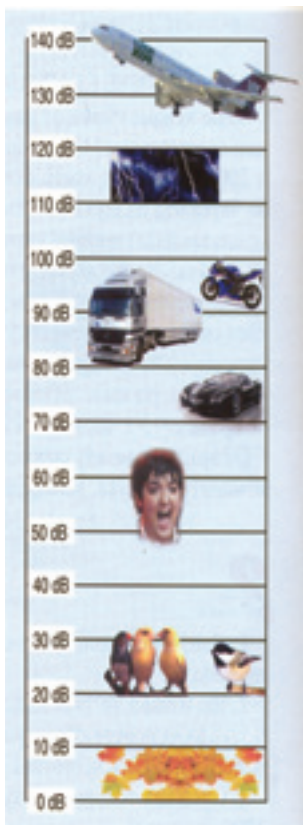
Единицата $\frac{W}{m^2}$ не е практична, па се преминало на друга попрактична

единица која се дефинирани врз основа на субјективниот осет за јачина на звукот наречена **гласност**.

Субјективната јачина на звукот се изразува со единицата **бел (В)**. Бидејќи оваа единица е голема, во практиката се употребува десет пати помала единица наречена **децибел (dB)**. Најслабиот звук кој што увото може да го осети е 0 dB. Ова е праг на чујност за човек со нормален слух.

Јачината на звукот при шепотење е околу 20 dB, а при нормален разговор околу 60 dB. Звук со јачина над 160 dB може да го пукне тапанчето на увото.

На сликата 4.5 е дадена јачината на звукот од различни извори на звук.



Сл. 4.5

Ширење на звукот

За пренесување на звукот од изворот до нашето уво, потребна е некоја средина низ која се шири звукот. Најчесто, тоа е воздухот. Освен воздухот, звукот се пренесува и низ други гасови, течности и тврди тела. Нуркачот го слуша звукот во вода ако неговиот другар потчукнува со два камена еден на друг. Ако увото се постави до железничка шина, може да се слушне приближувањето на возот од поголема далечина. Единствен услов за пренесување на звучните бранови е средината да има еластични својста.

Наредениот обид се однесува на улогата на воздухот при пренесување на звукот до нашето уво (сл. 4.6).



Сл. 4.6

Под стаклено своно, засвонува свончето. Го слушаме добро. После тоа, од стакленото своно, со помош на вакуум пумпа постепено го извлекуваме воздухот.

Звукот од свончето станува се потивок, за да на крај ништо не слушаме, иако свончето и понатаму работи.

Звукот не се пренесува низ празен простор (вакуум).

Ако на пример, во вселената се случи некоја голема експлозија, ние на Земјата не ја слушаме затоа што нема еластична средина низ која ќе се пренесе звукот.

Звучниот бран во воздухот е лонгитудинален бран.



Брзина на звукот

Материјали	v (m / s)
алуминиум	6420
железо и стакло	5950
злато	5240
дрво	5000
најлон	2620
каучук	1550
море (25 °C)	1530
вода (25 °C)	1498
водород	1280
хелиум	965
плутониум	500
воздух (20 °C)	340

Звукот е бран кој се пренесува низ еластична средина, затоа неговата брзина зависи од еластичните својства на средината низ која се пренесува. Веројатно ви се случило кога пливате под површината на водата да се исплашите, мислејќи дека над вас се наоѓа моторен чамец. Кога ќе се појавите на површината на водата забележувате дека чамецот е далеку од вас. Тоа е знак дека водата многу добро го пренесува звукот.

Во некои тврди средини брзината на звукот може да биде и неколку пати поголема од брзината на звукот низ воздухот.

Видовме дека звучните бранови се пренесуваат низ тврди, течни и гасовити средини. Низ гасовите и течностите брановите се лонгитудинални, а низ тврдите средини можат да бидат и трансверзални.

Брзината на звукот зависи од температурата на воздухот. Звучните бранови се шират побрзо низ топол воздух, отколку низ ладен воздух.

Брзината на звукот не зависи од воздушниот притисок. Ако тој се зголеми, брзината на звучните бранови останува иста.

Брзината на звукот зависи од материјата низ која се шири. Звучните бранови се шират побрзо низ течностите отколку низ гасовите, а најбрзо се шират низ тврдите тела.

Ако ноќе, од некоја поголема далечина се следи пукањето на пиштол, светлосниот сигнал се забележува скоро истовремено кога пиштолот пукал, а пукотницата се слуша покасно.

Интересно е прашањето: Кој ќе ги слушне прв звучните акорди од пијано - посетителот во концертната сала кој е оддалечен 10 m од местото на изведување на програмата, или слушател кој ја следи програмата со помош на радиоприемник на растојание од 100000 m?

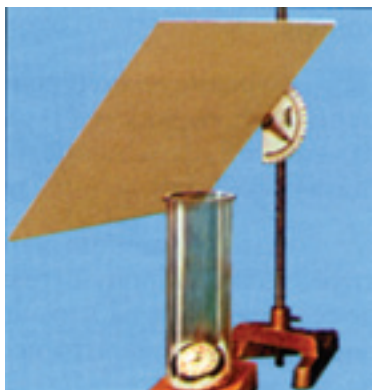
Бидејќи брзината на радиобрановите е иста со брзината на светлината $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ тие го минуваат растојанието од 10^5 m за време t_1 .

$$t_1 = \frac{10^5 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{1}{3000} \text{ s.}$$

Брзината на звукот во воздухот е околу 340 m/s. Растојанието од 10 m го минува за време од:

$$t_2 = \frac{10 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} = \frac{1}{34} \text{ s.}$$

Од резултатите заклучуваме дека за пренесување на звукот со посредство на радио брановите е потребно околу 100 пати помалку време.



Сл. 4.7

Одбивањето на звукот може да се покаже и во училиница. Во стаклена мензура (може и челичен цилиндар) висока околу 50 cm, поставуваме рачен часовник. На десетина сантиметри на страна од отворот на мензурата (или цилиндарот), чукањето на часовникот воопшто не се слуша, или се слуша сосема слабо. Ако над отворот на мензурата (или цилиндарот) се постави коса (околу 45° спрема хоризонталата) тетратка или некоја плоча, звучните бранови се одбиваат, при тоа го менуваат правецот на ширење, како што е прикажано на сл. 4.7. Чукањето на часовникот убаво ќе се слуша на значително поголема далечина од мензурата (или цилиндарот).

Кога ќе најдат на пречки, брановите се одбиваат така што правецот на упадниот бран и правецот на одбиениот бран градат еднакви агли со нормалата на пречката (сл. 4.8)



Сл. 4.8

Ехо е појава која се состои во тоа што звукот од изворот стигнува (доаѓа) до некоја пречка (сид, камен, рид) се одбива од неа и се враќа назад до изворот.

$$\alpha = \beta.$$

Со појавата одбивање на звукот е поврзан познатиот феномен - **ехо**.

Ехо е појава која се состои во тоа што звукот од изворот стигнува (доаѓа) до некоја пречка (сид, камен, рид) се одбива од неа и се враќа назад до изворот.

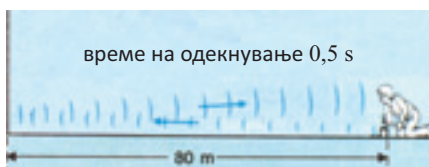
На оваа појава е заснован методот за одредување на растојанието до различни објекти (предмети).

Претпоставуваме, во моментот кога од звучниот извор настанал звучен бран, се регистрира времето на неговото емитување. Звукот кој наидува на пречка, се одбива од неа, се враќа назад при што се мери вкупното време на движење на звукот. За тоа време звукот поминал пат од $2s$, каде што s е растојанието од изворот до пречката. Ако брзината на звукот v е позната, тогаш со помош на формулите: $t = \frac{2s}{v}$ или $s = \frac{1}{2} v \cdot t$, може да се пресмета растојанието до објектот од кој се одбил звучниот сигнал.

Пример. Девојката на сликата 4.9 удира на една дрвена плоча која е оддалечена 80 m од сидот. При секој удар, таа го слуша одекнувањето 0,5 s подоцна. Ова се нарекува време на одекнување.

Овој податок се користи за пресметување брзина на звукот:

$$\text{брзина на звукот} = (\text{растојанието до сидот и назад}) / (\text{време на одекнување})$$



Сл. 4.9

$$v = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 80}{0,5} = 320 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Во одредени случаи одекнувањето е непожелно, како на пример, во кино сали, во концертни сали итн. Потребно е подолго време додека престане одекнувањето, па така гледачите имаат тешкотии јасно да го слушаат звукот или музиката.

Ултразвук. Примена на ултразвук

Како што кажавме човечкото сетило за слух ги регистрира звучни бранови во границата од 16 Hz до 20 000 Hz. Ако фреквенциите на звучните бранови е надвор од овој интервал, сетилата за слух не може да го регистрираат нивното дејство.

Звучен бран со фреквенција помала од 16 Hz се вика инфразвук, а со фреквенција поголема од 20 000 Hz се вика ултразвук.

Ултразвук, на пример, испуштаат делфините, лилјаците и некои други животни. Делфините, со помош на ултразвучните бранови, многу добро се снаоѓаат во матни води, пронаоѓаат јата риби, „комуницираат“ меѓу себе, заобиколуваат препрека и друго. Лилјаците, со помош на ултразвучните бранови се оријентираат во просторот и ловат плен. Овој начин на ловење, карактеристичен за делфините, лилјаците и други животни, се вика **ехолокација**.

Овој метод се користи и за испитување на дното на морето, за откривање на подморници и други објекти.

Ултразвукот со големи фреквенции се добива по вештачки пат, со помош на вештачки направи, а за негова примена се користат повеќе методи.

Ултразвучните бранови имаат некои карактеристични својства кои овозможуваат нивна практична примена во науката и техниката.

Едно такво својство, на пример, е можноста ултразвукот строго да се насочи во определен правец.

Ултразвукот, како вид на бранови, се шири во еластични средини. Брзината на ширење на овие бранови во цврстите супстанции е меѓу 3 000 m/s и 6 000 m/s, додека во течностите е околу 1 500 m/s.

Кога ултразвучен бран дојде на границата помеѓу две средини тој делумно се одбива (рефлектира). Ова одбивање се врши според законите за одбивање на брановите.

При премин на ултразвукот од воздух во некоја цврста или течна средина, еден голем дел од ултразвучните бранови се одбива, бидејќи густината на воздухот е многу помала.

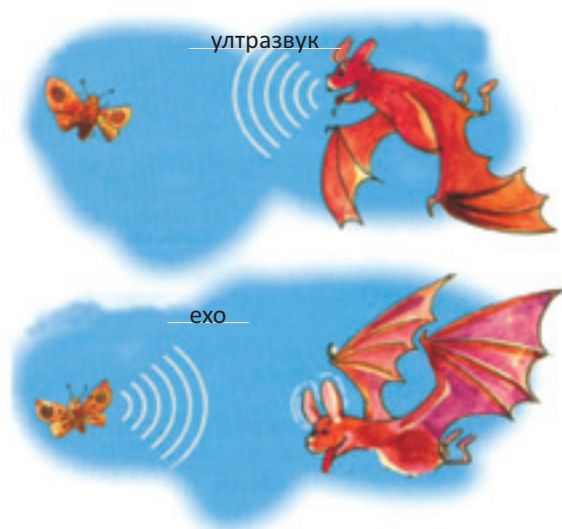
Поради тоа, можеме да сметаме дека на границата на течните, односно цврстите средини од една страна и воздухот од друга, речиси целата ултразвучна енергија се одбива назад. Ултразвучните бранови се одбиваат и од препреки што им стојат на патот.

Ултразвучните бранови имаат многу поголем интензитет (јачина) од звучните бранови.

Ултразвучните бранови имаат: механичко, хемиско, тоplotно и физиолошко дејство.



Сл. 5.1



Сл. 5.2



Сл. 5.3

објекти во водата: подморници, подводни карпи, јата риби и друго (сл. 5.3). За оваа цел, на дното на бродот се прицврстува извор од кој се испуштаат (емитуваат) ултразвучни бранови, односно ултразвук за краток временски интервал.

Ваквиот импулс на ултразвук се движи во длабочината и кога доаѓа до дното или друг вид препрека се одбива и се враќа назад до апаратот за регистрирање. Знаејќи го временскиот интервал на испуштањето на ултразвучниот импулс и враќањето на истиот, и знаејќи ја брзината со која ултразвукот се простира низ водата, лесно може да се пресмета длабочината на морето, односно оддалеченоста на објектот. Меѓутоа, најчесто целиот овој процес е автоматизиран така што длабочината директно се чита на екранот на приемникот.

Пример. Колкава е длабочината на водата, ако времето помеѓу испраќањето и повратното примање на ултразвучниот сигнал е $t = 4 \text{ s}$? Брзината на ултразвучните бранови во морската вода е 1500 m/s .

Растојанието s , што го изминува сигналот од испраќањето до враќањето во приемникот е двапати поголемо од длабочината h , односно

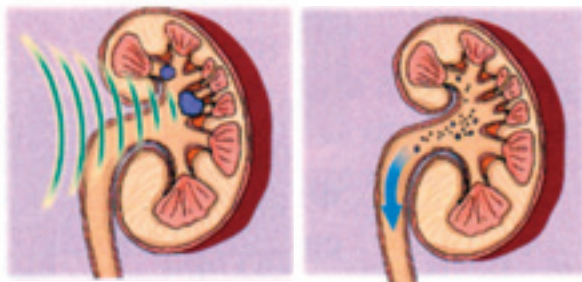
$$s = 2h. \text{ Познато ни е дека } s = v \cdot t, \text{ оттука}$$

$$2h = v \cdot t; \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{1500 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s}}{2} = 3000 \text{ m}.$$

Значи, длабочината $h = 3000 \text{ m}$.

Под дејство на ултразвукот можат да се добијат фини емулзии за фотографски плочи или филмови кои се користат за добивање на квалитетни слики.

Посебно е важна примената на ултразвукот во медицината и фармацијата. Современата медицина располага со повеќе методи, кои овозможуваат да се набљудува состојбата на внатрешните органи и да се врши интервенција без хирушки зафат. Еден од најбрзите и безопасни методи е **ехографијата**.



Сл. 5.4

Ултразвукот се насочува на органот што се испитува, на пример, на бубрег или срце. На основа на одбиените или пропуштените звучни бранови се заклучува за состојбата на испитуваниот орган.

Слика 5.4 се однесува на кршење на камчиња во бубрег со ударни бранови. Ударните бранови се фокусираат на камчињата и ги кршат, а потоа преку мокрачата (урината), ситните камчиња (песок) се исфрлаат надвор од бубрегот.

Со помош на ултразвукот се следи развојот на плодот кај бремените жени (сл. 5.5).

Ехографијата користи ултразвук со мала енергија и затоа не е опасен за пациентите. Исто така, овој метод е побезбеден од оној што користи X - зраци, бидејќи X - зраците ги оштетуваат клетките во телото.

Ултразвукот се применува и при стерилизација на прехранбените производи бидејќи со него се уништуваат многу микроорганизми.



Сл. 5.5

Бучава

Човекот во секојдневниот живот и работа, посебно во големите градови е изложен на дејство на разни звуци, кои при подолго траење можат да влијаат на неговото здравје и неговата работна способност.

Секој звук кој што го доживуваме како пречка, го викаме **бучава**. Според тоа, тоа претставува директен загадувач на човековата околина, односно загадувач на животната и работната средина.

За да се заштити човекот и да ја сочува работната способност од бучавата, се превземаат разни заштитни мерки.



Сл. 5.6

Бучавата може да има многу штетни последици: при подолго дејство слабеет сетивото за слух, а може да дојде до делумно или потполно губење на слухот. При дејство на нервниот систем, бучавата предизвикува зголемена замореност, разни нервни заболувања, главоболки, зголемување на температурата итн., а со самото тоа се намалува работната способност.

За да се заштити човекот и да ја сочува работната способност од „звучната загаденост“ се превземаат разни заштитни мерки. Заштитата од „звучната загаденост“ се прави на повеќе начини. Најефикасно е да се отстрани нејзиниот извор или да се намали јачината на звукот.

Во градскиот сообраќај е забранета употреба на автомобилски свирки (освен во исклучителни случаи – брза помош, полиција, пожарна). Во строгите центри во големите градови, во некои главни улици, покрај болници и училишта се забранува движење на камиони, автомобили, мотори и други сообраќајни средства.

Поради големата бучава што ја создаваат сообраќајните средства при движење, се градат патишта кои ги заобиколуваат градските населби, а лево и десно од нив се засадуваат дрвореди кои го спречуваат ширењето на звукот. Вработените во средините каде е можна бучава се информираат за нејзиното штетно дејство и се должни да ги почитуваат заштитните мерки. Така, на пример, работниците во електро и металските работилници, во текстилните фабрики, на аеродромите итн. се должни во ушната школка да стават тампони од влакнеста материја (волна, памук) кои доста го апсорбираат звукот или пак да се користат специјални покривки за ушните школки.



Сл. 5.7

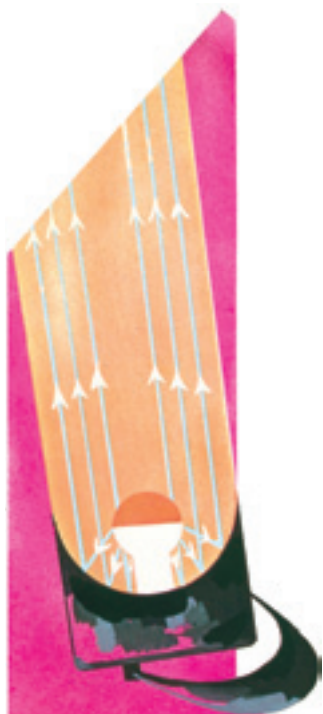
Заштитата од бучава треба да се предвидува и при градење на разни објекти. За оваа цел се предвидуваат разни пригушувачи, обложување на сидовите со материјали кои го „впиваат“ звукот и др.

За колективна заштита од бучава, со посебни акти, треба да бидат предвидени временските интервали во кои, во текот на 24 часа ќе владее потполн мир. Во големите станбени згради ова се регулира со куќен ред.

Тест (Осцилации и бранови. Звук)

1. Кои од наведените тела изведуваат механички осцилации?
а) Вртелешка
б) Топка при играње тенис
в) Крилата на пеперутката кога лета.
2. Периодот на осцилирање на топче е 0,1 min. Колкава е фреквенцијата на топчето?
а) $\frac{1}{6}$ Hz б) 0,1 Hz в) 6 Hz г) 10 Hz
3. Колкава е фреквенцијата на звукот што го слуша човекот?
а) 16 Hz - 20 Hz б) 16 kHz - 20 kHz
в) 16 Hz - 20 kHz г) 16 kHz - 20 MHz
4. Во која од дадените средини звукот се движи со најголема брзина?
а) воздух; б) вода; в) вакуум; г) земја;
5. Нишало за време од 5 s направило 16 осцилации. Периодот на треперење е:
а) 4 s б) 2 s в) 0,5 s г) 0,25 s
6. Во кое од наброените места не може да се шири звукот?
а) на дното на морето
б) во длабока пештера
в) на висок планински врв
г) во Вселената
7. Колкава е фреквенцијата на ултразвукот?
а) поголема од 20 kHz
б) помеѓу 16 Hz и 20 kHz
в) помала од 16 kHz
г) помала од 16 Hz
8. Во децибели се мери:
а) висината на звукот
б) јачина на звукот
в) брзината на звукот
г) фреквенцијата на звукот
9. Ехото е појава поврзана со:
а) зголемување на јачината на звукот
б) намалување на јачината на звукот
в) брзината на звукот
г) одбивањето на звукот.
10. Брзината на ултразвукот во морската вода е 1480 m/s. Колкава е длабочината на морето, ако сигнал испратен од бродот се врати после 2 s?
а) 740 m б) 1480 m в) 2960 m
г) никој од дадените одговори не е точен.
11. Во кој од наведените случаи се користи ултразвукот?
а) запишување на говор и музика
б) мерење на длабочина на водени базени
в) предавање информации од космосот
г) пренесување телефонски разговори.
12. Метално топче е обесено на конец. Периодот на нишалото зависи од:
а) масата на топчето
б) должината на конецот
в) силата која го движи топчето
г) насоката на движењето.
13. Брзината на звук во воздухот е:
а) 300 000 km/s; б) 1450 m/s;
в) 17 m/s; г) 0,34 km/s.
14. Тело осцилира со фреквенција 1 Hz. Периодот на треперење е:
а) 1 h; б) 1 min; в) 1 s; г) 0,5 s.

СВЕТЛИНСКИ ПОЈАВИ



- 1 Ширење на светлината 108
- 2 Одбивање на светлината. Рамно огледало 113
- 3 Сферно огледало 116
- 4 Прекршување на светлината 120
- 5 Тотална рефлексija 123
- 6 Разложување на бела светлина. Дисперзија 127
- 7 Леќи 130
- 8 Човечко око како оптички уред 135
- 9 Адитивно и суптрактивно мешање на боите. Како човечкото око разликува бои 137

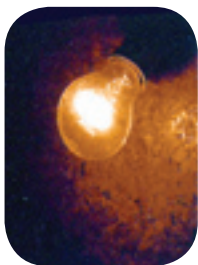
Ширење на светлината

Светлината е „извор“ на животот. Се што забележуваме со сетилото за вид го нарекуваме светлина.

Можеме ли да одговориме на следните прашања:

- Што претставува светлината и каква е нејзината природа?
- Што се извори на светлина?
- Како се распространува светлината?

За многу од овие прашања имате доста практични сознанија и ќе настојувате да ги искористиме и нив.



Сл. 1.1

Погледнете ја сликата 1.1. со сијалицата што свети. Веројатно во животот сте имале разни прилики да допрете со рака сијалица што свети (иако тоа не е препорачливо). Што сте забележале? -Сијалицата е загреана. Познато ви е дека стаклото е топлински изолатор, гасот - во сијалицата е толку разреден што неговото струење не може да го загрее стаклото. Се поставува прашањето: Кој го загреал стаклото? Одговорот е јасен: светлината што ја испуштила сијалицата.

- Што можеме да заклучиме за природата на светлината?
- Светлината претставува вид на енергија.



Сл. 1.2

Претпоставувате ли како настанува претворањето на електричната енергија во светлинска кај сијалицата? Електричната енергија во светлинска. Кој вид на енергија се претвора во светлина кај потковицата? (сл. 1.2). Топлинската енергија се претвора во светлинска.

Светлината како енергија ја користи животинскиот свет, растителниот свет, домаќинствата, индустријата.

Дали светлина емитураат само загреаните тела? -Не. Во природата постои и т.н. „ладна светлина“. Неа ја емитураат некои морски животни, некои инсекти, фосфорните бројки на часовникот, цифрите

кај современите сметачи, светлечките реклами, флуоресцентните цевки, светлечки диоди и слично.

Телата коишто емитуваат светлина се нарекуваат светлински извори.

Некои примери на светлински извори прикажани се на слика 1.3, 1.4, 1.5 и 1.6.

Главен извор на светлина на Земјата е Сонцето-кое е големо и вжарено небеско тело со температура на површината од 60000 C. (сл. 1.6)

Најмалата количина на светлинска енергија се вика фотон.



Сл. 1.3



Сл. 1.4



Сл. 1.5



Сл. 1.6

Поделба на светлинските извори

Светлинските извори, главно, се делат на: примарни и секундарни, и на природни и вештачки.

Примарни извори на светлина се оние тела кои што светат сами од себе (Сонцето, ѕвездите (сл. 1.7), фосфорот (сл. 1.8) и други.

Секундарни извори на светлина се оние тела од коишто се одбива светлината (пример: Месечината).

Наведените примери се воедно и природни извори на светлина.

Вештачки извори на светлина се оние коишто се производ на човековите откритија (свеќа, светилка, ласер (сл. 1.9.) и друго).

Како посебно интересен и необичен вид на извор на насочена светлина е ласерот (сл. 1.9). Неговата примена во науката и техниката од ден на ден добива се поголеми размери.

Оптичка средина

Секое тело низ кое светлината може да се распространува го викаме оптички провидна средина или, кратко, оптичка средина (пр. вакуум, воздух, стакло, вода, вселенски простор и друго).

Распространување на светлината

Како се распространува светлината во хомогена оптичка средина?

Светлината од изворот се распространува преку светлински зраци. Повеќе светлински зраци чинат (прават) светлински сноп (сл. 1.11), а ако се многу малку светлински зрак (сл. 1.12).

Светлинските зраци уште се викаат правци на распространување на светлината.

Како се распространува светлината во природни услови прикажано е на слика 1.10.

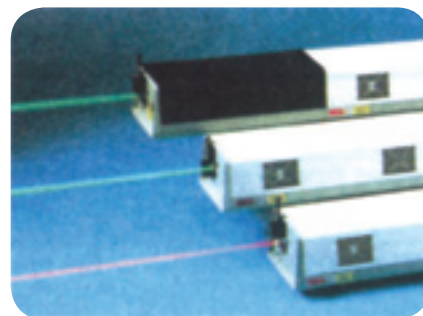
Светлината се распространува праволиниски. Погледни ја сликата 1.13 со картоните што имаат мал отвор во средината - од едната страна се наоѓа светлинскиот извор, а од другата страна окоото. Што заклучувате? Кога отворите се во права линија човекот ја гледа светлината, а ако еден од нив се измести не ја гледа.



Сл. 1.7



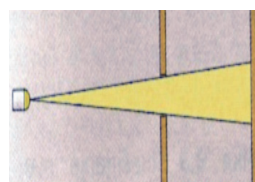
Сл. 1.8



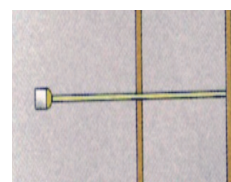
Сл. 1.9



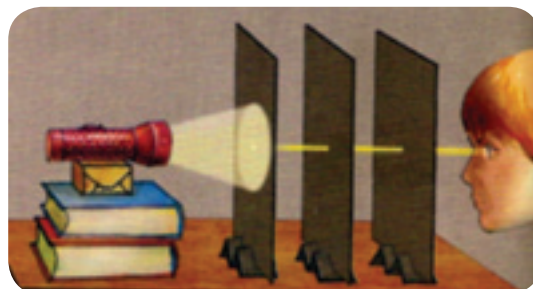
Сл. 1.10



Сл. 1.11

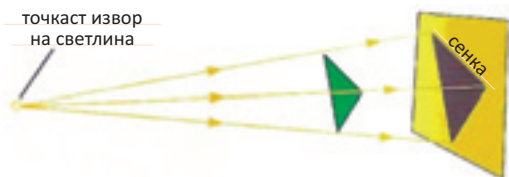


Сл. 1.12

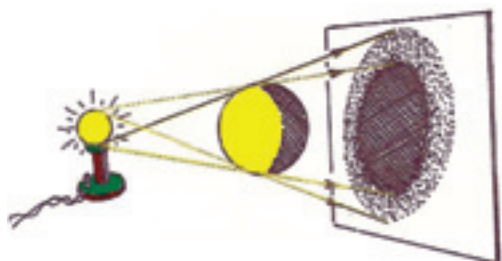


Сл. 1.13

Сенка и полусенка



Сл. 1.14



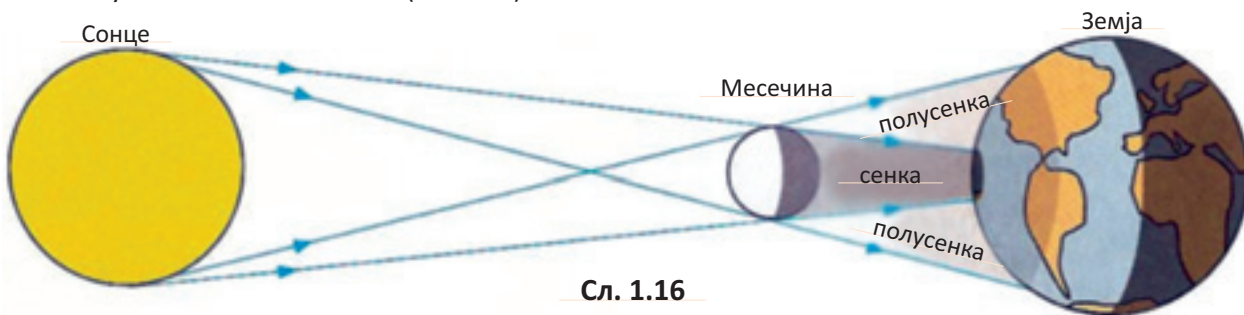
Сл. 1.15

За докажување на праволиниското распространување на светлината има бројни примери. Еден од нив е и појавата на сенка и полусенка (сл. 1.14 и сл. 1.15).

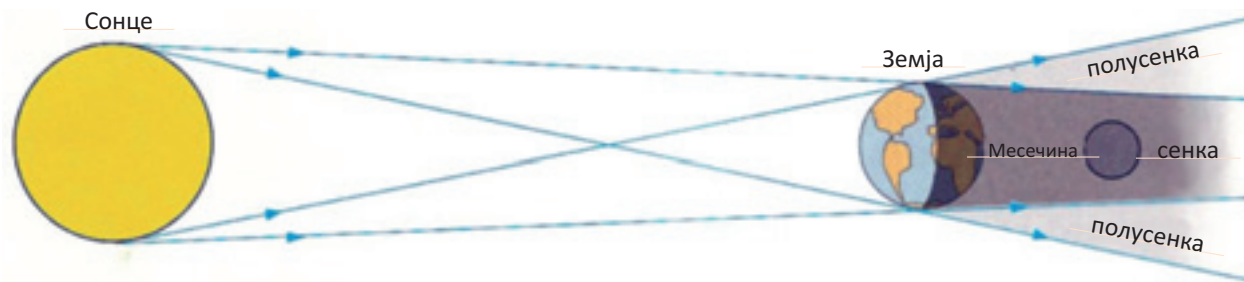
Поради праволиниското распространување на светлината, зад осветлените предмети се јавува **сенка**. Големината на сенката - нејзината форма и острината зависат од големината на светлинскиот извор, големината на осветлениот предмет, како и нивната заемна положба. Зад предметите осветлени со точкаст светлински извор сенката е со остри граници меѓу осветлениот и неосветлениот дел.

Во колку е светлинскиот извор поголем лесно може да се забележи (сл.1.15.) дека зад непровидното тело, помеѓу сенката и потполно осветлениот простор, постои еден дел којшто е делимично осветлен и се вика **полусенка**.

Појавата на сенка и полусенка во природата е најизразена при затемнувањето на сонцето (сл. 1.16.) и затемнувањето на месечината (сл. 1.17.)



Сл. 1.16



Сл. 1.17

Затемнувањето на Сонцето настанува кога Земјата се наоѓа во ист правец меѓу Сонцето и Месечината. Сонцето ја осветлува Месечината, а таа фрла сенка на Земјата. Во просторот каде што е сенката на Месечината фрлена врз Земјата, Месечината не се гледа. Ако Сонцето, Земјата и Месечината се наоѓаат во исти правец, кога Месечината се наоѓа во сенката на Земјата тогаш таа не се гледа, а појавата се вика помрачување на Месечината.

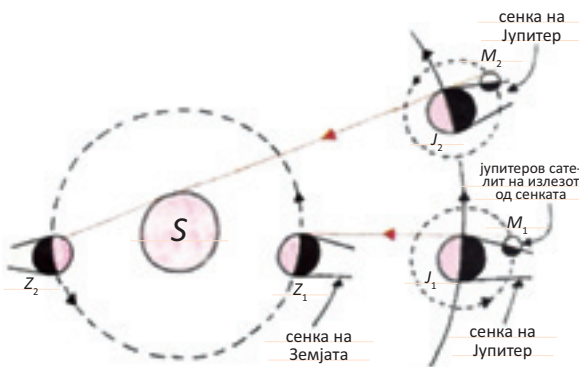
На сликите коишто го прикажуваат затемнувањето на Сонцето и Месечината јасно може да се види просторот на сенка и полусенка.

Кога се набљудуваат овие појави во природата не е препорачливо да се гледаат со голо око (без заштита).

Брзина на светлината

Ако темна просторија ја осветлиме, скоро моментално ќе ги видиме предметите во неа. Овој и многу други ефекти даваат впечаток дека светлината има бесконечна брзина. Данскиот физичар Олаф Ремер (1676 година) го проучувал Јупитер и неговите сателити кои кружат околу него. Ремер го мерел времето од едно до друго влегување на еден од неговите сателити во сенката на Јупитер.

Земјата завртува околу Сонцето за време од една година, а Јупитер (бидејќи е многу подалеку) тоа завртување го прави за 12 години.



$$c = \frac{s}{t} = \frac{300\,000\,000 \text{ km}}{1000 \text{ s}}$$

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Сл. 1.18

Забележал дека колку Земјата се оддалечува од јупитер, јупитеровиот сателит како повеќе време да се задржува во сенката на Јупитер (сл. 1.18). Забележал дека меѓу времето на задржувањето на јупитеровиот сателит во сенката на Јупитер кога земјата се наоѓа во положба Z_1 (најблиска до Јупитер) и Z_2 кога Земјата се наоѓа во најоддалечената положба од Јупитер, јупитеровиот сателит во најоддалечената положба на Земјата се наоѓал скоро 1000 секунди повеќе време. Заклучил дека закаснувањето на сателитот со излегувањето од сенката е поради времето што е потребно светлината да го помине растојанието (пречникот) на земјината еклиптика коешто изнесува 300 000 000 километри.

Од познатите формули за пресметување на брзината пресметал дека брзината на светлината изнесува 300 000 километри во секунда.

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Со примена на други поточни методи за мерење на брзината на светлината е најдена вредност $c = 299\,792 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Оваа брзина на светлината е во вакуум и таа е најголема можна брзина во природата.

Брзината на светлината во различни оптички средини е различна.

Пример:

Во вода изнесува $c = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$,

во стакло $c = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$,

а во дијамант $c = 120\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Колку брзината на светлината во некоја оптичка средина е помала велиме дека таа има поголема оптичка густина и обратно.

Во астрономијата вообичаено е растојанијата да се мерат во светлински години. Една светлинска година е растојанието коешто светлината ќе го помине за една година минувајќи секоја секунда по 300 000 километри. Светлината од Сонцето до Земјата стасува за време од 8,3 минути, а од најблиската ѕвезда до земјата за 4 години.



Одговорете и решете

1. Имаме ли право кога велиме „светлината е извор на животот“? Образложете го своето убедување.



Сл. 1.19

2. Изведете го обидот со фенерче и сид (сл. 1.19.). Поставете меѓу сидот и фенерчето предмет. Испитајте како големината на сенката на предметот зависи од неговото растојание до фенерчето.

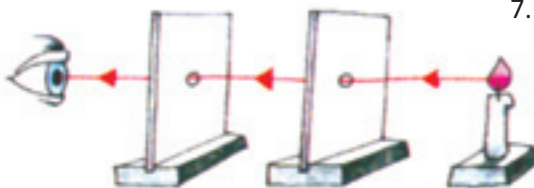
3. На сликата 1.20 е претставена свеќа која се наоѓа пред картон со мал отвор (сл. 1.20). Што ќе се случи ако еден од картоните се помести? Дали ќе го гледаме светлинскиот извор?

4. Што се светлински извори?

5. Како знаеме дека светлината претставува енергија?

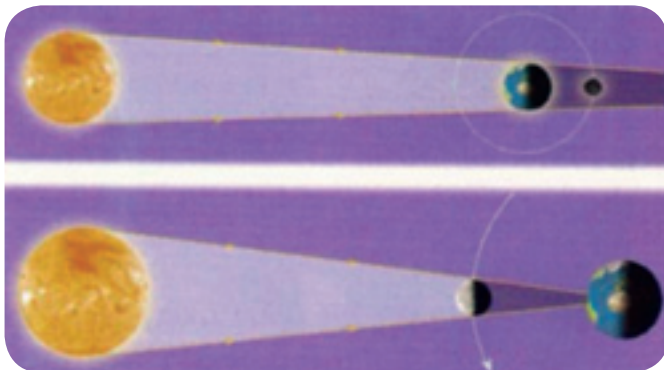
6. Која средина ја викаме оптичка?

7. Што претставува светлински сноп, а што светлински зрак?



Сл. 1.20

8. Што има прикажано на слика 1.21. и на која особина на ширењето на светлината се заснива? Преку оваа слика објаснете го праволиниското распространување на светлината.



Сл. 1.21

9. Ако растојанието меѓу Земјата и Сонцето е 150 милиони километри, а светлината се движи со брзина од 300 000 километри во секунда, колку часови патува светлината од Сонцето до Земјата?

10. Дали железото и каменот се оптички провидни средини?

11. Дали огнот може да биде природен светлински извор?

12. Зошто во големите морски длабочини е вечна темнина иако водата е потполно чиста?

13. Дали Сонцето прима енергија од другите ѕвезди во вселената?

14. Што е прикажано на сликата 1.22.?

15. Што е прикажано на сликата 1.23.?



Сл. 1.22



Сл. 1.23



Одбивање на светлината Рамно огледало

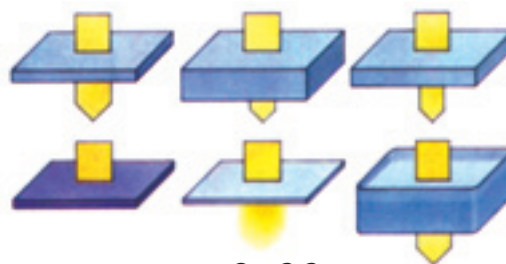
Што забележуваш на рабовите од автопатите? Погледни ја сликата 2.1. и објасни што има на столпчињата и зошто служат тие.



Сл. 2.1

На столпчињата има метални плочки и ако на нив падне светлина тие стануваат видливи, а тоа ни е знак дека тука е ивицата од патот. Вакви “светлечки” плочки или ленти има на страничните делови од автомобилите, велосипедите, ученичките торби и слично. Тоа се познатите „мачкини очи”.

Кога светлечките плочки ќе се осветлат во мракот светат многу поинтензивно од околните тела. Причина за блесокот е во тоа што светлината којашто доаѓа до нив се одбива или рефлектира.



Сл. 2.2

Појавата на одбивање на светлината се вика рефлексија.

Некои тела можат целосно да ја впијат светлината. Оваа појава се вика апсорпција. Има тела коишто ја пропуштаат светлината, таа појава се вика транспаренција (сл.2.2).

Одбивањето на светлината од нерамна површина се вика дифузно одбивање (сл. 2.3.)



Сл. 2.3



Рамно огледало

Рамно огледало е секоја рамна убаво полирана површина, (било да е од метал или стакло па и мирна површина на вода) којашто има особина светлината што паѓа на неа да ја одбие.

Светлинските зраци коишто паѓаат на рамното огледало, се одбиваат од него по одреден закон.

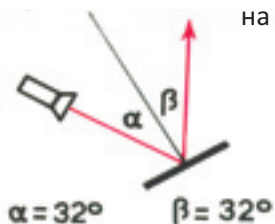
Земете бела емајлирана метална плоча (сл. 2.4.) и поставете ја на вертикален статив. На таква плоча можат да се прицврстат разни прибори со помош на мали магнети (буквата М). Така, на пример, со помош на џебна батерија која е подесена да емитира тенок светлински сноп, кој паѓа на рамно огледало залепено на дрвена призма, забележете колкав е аголот што го зафаќа упадниот зрак и нормалата и аголот што го зафаќа одбиениот зрак и нормалата на огледалото во точката на паѓање.



Сл. 2.4

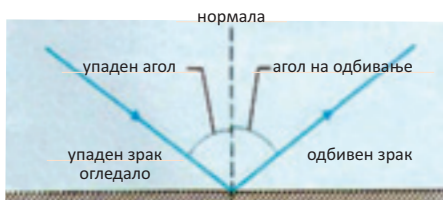
Какви се по големина овие агли? - Еднакви (сл. 2.5).

$$\alpha = \beta$$



Сл. 2.5

Обидите покажуваат дека упадниот зрак, нормалата и одбиениот зрак лежат во иста рамнина. Законот за одбивање на светлината кај рамното огледало гласи:

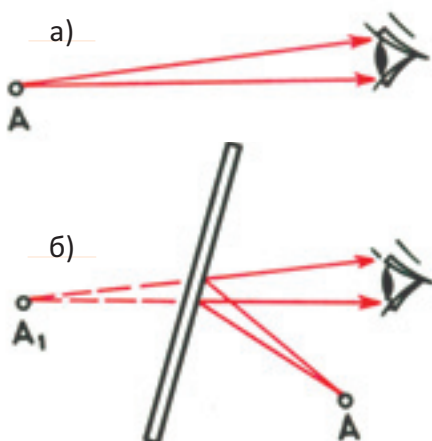


Сл. 2.6

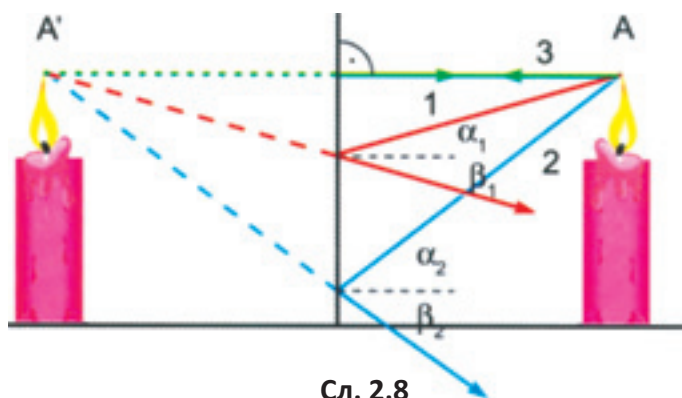
Светлинскиот зрак кој паѓа на рамното огледало се одбива така што аголот на паѓање α е еднаков со аголот на одбивање β . Упадниот зрак, нормалата и одбиениот зрак се наоѓаат во иста рамнина (сл. 2.6).

• Како ќе го видиме некој предмет? Погледни ја сликата 2.7 а) и б). Што претпоставуваш?

• Предметот ќе го видиме ако од неговите поединечни точки доаѓаат светлински зраци што се разминуваат. Окоето нема способност да утврди дали светлинскиот зрак доаѓа директно или се одбил од огледалото.



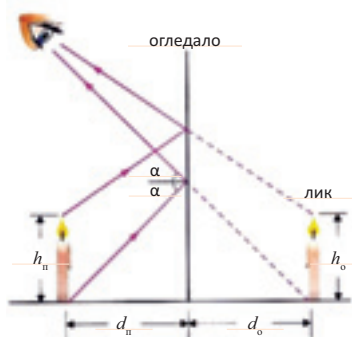
Сл. 2.7



Сл. 2.8

Лик кај рамното огледало

Погледнете ја шемата (Сл. 2.8) за добивање на лик кај рамно огледало. Од секоја точка земени се по три светлински зраци и тоа: еден кој се движи по нормалата и се одбива по истиот правец и два други зраци коишто се одбиваат по законот за одбивање.

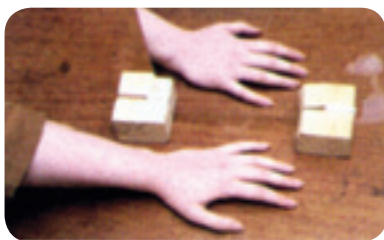


Сл. 2.9

На сл. 2.9 прикажана е конструкција на лик кај рамно огледало.

Веројатно заклучивте дека ликот кај рамното огледало е:

- еднаков по големина со предметот ;
- на еднаква оддалеченост од огледалото како и предметот;
- спротивен на предметот односно левата страна од ликот е десна страна кај предметот;
- имагинарен - не може да се фати на екран (се добива во пресекот на продолженијата на светлинските зраци);



Сл. 2.10



Сл. 2.11

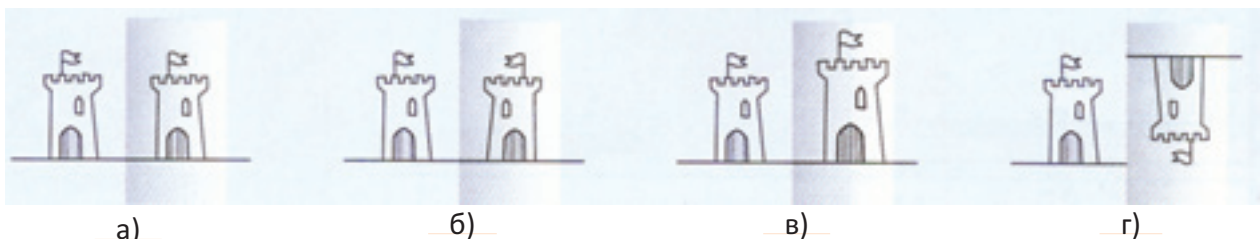
- Истите заклучоци важат и за сликите 2.10 и 2.11.

- На слика 2.10 ни е прикажан лик на човечка рака во рамно огледало. Левата рака изгледа како десна. Тоа уште подобро се потврдува со сл. 2.11 кај детето (предмет) е крената десната рака, а кај детето (лик) крената е левата рака.



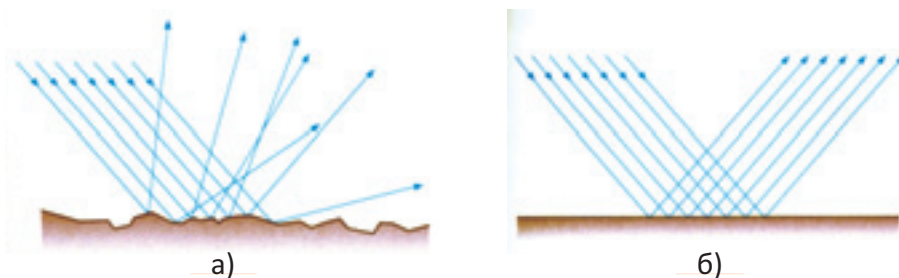
Размисли и одговори

1. Од прикажаните слики во рамно огледало само една е правилна. Погоди која е таа слика.



Сл. 2.12

2. Од одбиените светлински снопови прикажани на сликата 2.13. а) и б), можеш ли да одговориш во кој случај се работи за рамно огледало.



Сл. 2.13

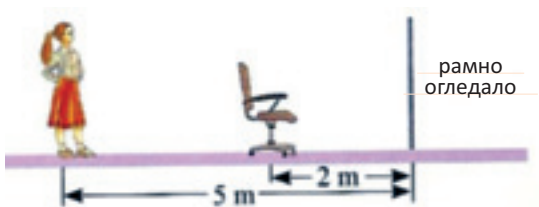
3. Зошто ја гледаме месечината кога знаеме дека таа не зрачи сопствена светлина?

4. На сл. 2.14. девојчето Софија ја набљудува сликата на столот во рамното огледало. На сликата се дадени оддалеченостите на столицата од рамното огледало (2m) и оддалеченоста на Софија (5m).

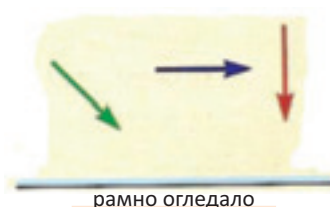
Колку метри е растојанието од Софија до ликот на столицата?

5. На сл. 2.15. прикажани се 3 стрелки во различни положби. Конструирајте ги ликовите (во вашите тетратки) на сите три стрелки пооделно.

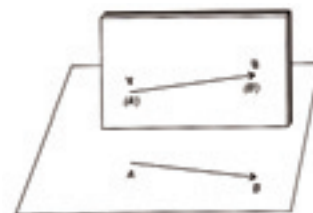
6. Од сликата 2.16. (на којашто е прикажано рамно огледало вертикално поставено на хоризонтална рамнина) се гледа предметот и ликот во рамното огледало. Провери дали во овој случај важи законот за одбивање од рамно огледало.



Сл. 2.14



Сл. 2.15

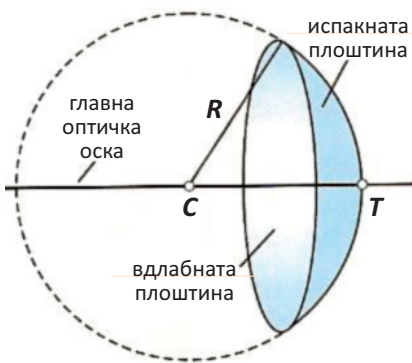


Сл. 2.16

Сферно огледало



Сл. 3.1



Сл. 3.2

- главна оптичка оска - тоа е правата што ги поврзува центарот на сферата и темето (CT);

- фокус (F) - точката во којашто се сечат сите одбиени зраци од огледалото;

- фокусно растојание (f) - растојание меѓу темето (T) и фокусот (F) на огледалото.

Дали законот за одбивање кај рамното огледало важи и за сферните огледала? Да. На мали сегменти сферното огледало може да се третира како рамно огледало. Разликата меѓу рамните огледала и сферните огледала е само во тоа што кај рамните огледала нормалите во сите точки се паралелни, а кај сферните огледала се насочени кон една точка што се вика фокус или жижа.



Сл. 3.4

На сликата 3.1. ви е прикажано огледало што го користат заболекарите.

Забележете дека површината на ова огледало е закривена, а и ликовите ги немаат оние карактеристики како кај рамното огледало.

Огледалата коишто се делови од некоја сферна површина ги викаме сферни огледала (Сл. 3.2).

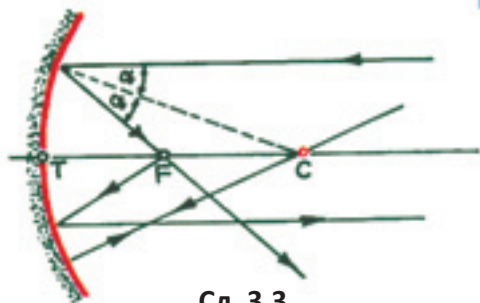
Ако е полирана внатрешната страна, се нарекуваат вдлабнати или конкавни огледала.

Ако е полирана надворешната страна тие огледала се викаат испакчени или конвексни огледала.

Елементите што ги карактеризираат сферните огледала се (сл. 3.3):

- центарот на закривеноста (центарот на сферата чиј дел е огледалото-тоа е точката C-се вика оптички центар);

- теме (T) - тоа е најиспакнатата точка на огледалото;



Сл. 3.3

Проверете

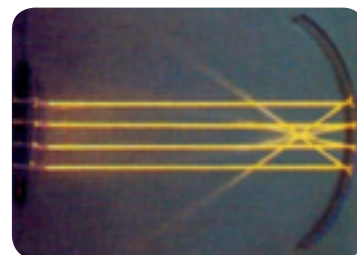
- Како светлинскиот сноп се одбива од вдлабното огледало?



Направете го следниот обид:

Земете фенерче (сл. 3.4.) коешто е конструирано така да светлината од сијалицата се одбива од вдлабнатото огледало и се добива паралелен сноп на светлина.

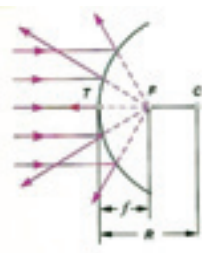
Паралелниот сноп на светлина од фенерчето се насочува кон конкавно (вдлабнато) огледало (сл.3.5.). Снопот на светлина е паралелен со главната оптичка оска. Поради тоа светлинските зраци се одбиваат од огледалото и при тоа минуваат низ една точка, наречена фокус на огледалото (сл.3.6.). Фокусот F лежи на главната оптичка оска (сл. 3.6.). Растојанието f од фокусот до темето T на огледалото е тн фокусно растојание. Растојанието од точката C до точката T означено е со R и претставува радиус на сферата од чија што огледалото е дел.



Сл. 3.5



Сл. 3.6



Сл. 3.7

На сликата 3.7 шематски е прикажано како изгледа одбивањето на паралелниот сноп на светлина од испакнено огледало. Испакченото огледало, за разлика од вдлабнатото, ги растура светлинските зраци. Од сликата забележуваме дека ако ги продолжиме одбиените светлински зраци од испакченото огледало тие се сечат повторно во една точка (F) која што ја нарекуваме фокус или жижа.

Дали можете да направите разлика меѓу местоположбите на фокусите кај вдлабнатите огледала и кај испакнатите огледала?

Фокусот кај вдлабнатите огледала е добиен со пресек на светлинските зраци, а кај испакчените огледала е добиен со пресек на продолженијата на светлинските зраци. Едниот фокус може да се фати на екран -што значи дека е реален; А другиот не може да се фати на екран -што значи дека е имагинарен.

Користење на сончевата енергија со помош на фокусирање.

Бидејќи конкавните огледала паралелниот сноп на светлина го “собираат” во една точка и поради фактот што таа по природа претставува вид на енергија - ако на местото каде што се собира светлината (фокусот) се стави лист хартија истиот ќе се запали (сл. 3.8.). Во топлиите краишта со фокусирање на сончевата светлина можеме истата да ја искористиме и за приготвување храна.

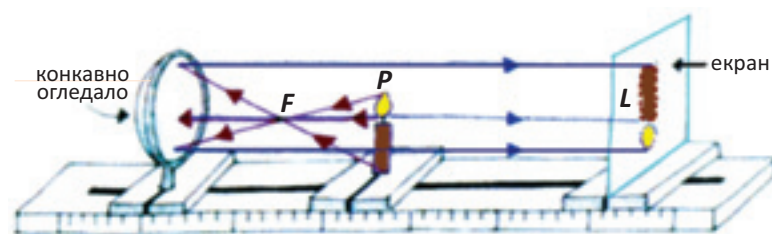


Сл. 3.8

На овој начин некои течности можат да се загреваат до високи температури. Оваа енергија може да се искористи за различни цели, но технологијата е скапа и нејзината иднина допрва доаѓа. Сонцето е непресушен извор на енергија и “човекова иднина”.

Да ве потсетиме и на Архимед и на неговите огледала употребени во една битка во далечното минато.

Како се добива сликата кај сферните огледала?



Сл. 3.9

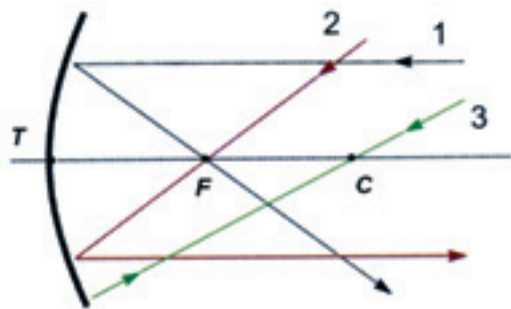
Со едноставни средства прикажани на сликата 3.9. можете да испитате какви слики се добиваат кај вдлабнатите огледала.

На една шина поставени се: извор на светлина, вдлабнато огледало и екран.

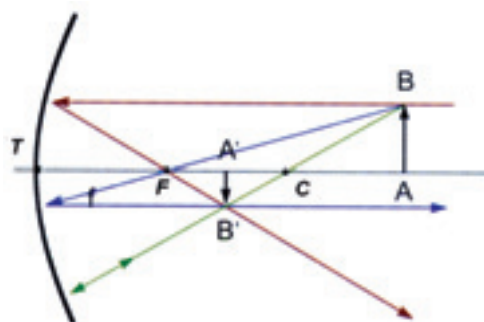


Со придвижување на светлинскиот извор настојувајте на екранот да добиете остра слика. Каква слика ќе добиете на екранот зависи од положбата на огледалото и изворот на светлина.

За да можеме шематски да ја конструираме сликата кај сферните огледала, треба да го познаваме одбивањето на трите основни зраци на светлината (сл. 3.10), а тие се:



Сл. 3.10



Сл. 3.11

1) зракот којшто паѓа на вдлабнатото огледало и е паралелен со главната оптичка оска, после одбивањето минува низ фокусот;

2) зракот што минува низ фокусот по одбивањето е паралелен со одбивањето од главната оптичка оска;

3) зракот кој поминува низ центарот C се одбива во истиот правец назад.

Конструкцијата на ликот кај конкавното огледало прикажано е на слика 3.11.

Ако со R го означиме растојанието од темето (T) до центарот (C) тогаш:

$$R = 2f \Rightarrow f = \frac{R}{2}$$

Фокусното растојание (f) е еднакво на половина од радиусот на сферата чиј дел е огледалото.

За конструкција на ликот кај сферните огледала доволни се само двата првонаведени основни зраци. Притоа доволно е да се определи ликот на точката B којашто е најоддалечена од оптичката оска. Како и кај рамните огледала за да разбереме како се добива ликот на некој предмет и кај сферните огледала, доволно е да знаеме како се добива ликот на една точка. За да се добие лик на некоја точка мора од неа да доаѓаат светлински зраци до огледалото. Каков лик ќе добиеме зависи од распространувањето на зраците по одбивањето.

Равенка на сферно огледало

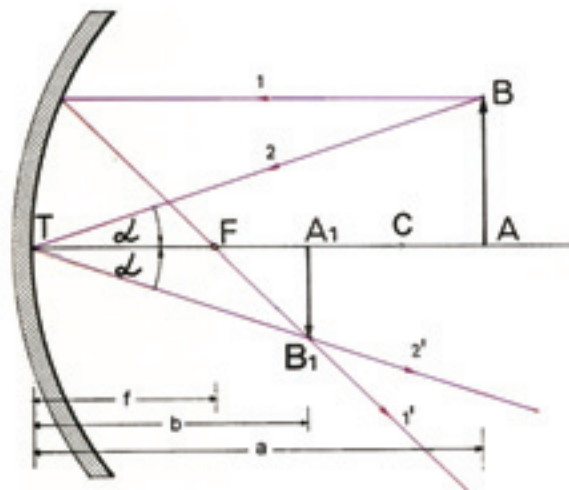
Преку сличноста на триаголниците (A, B, T и A_1, B_1, T) и соодветната пропорција се доаѓа до релацијата:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

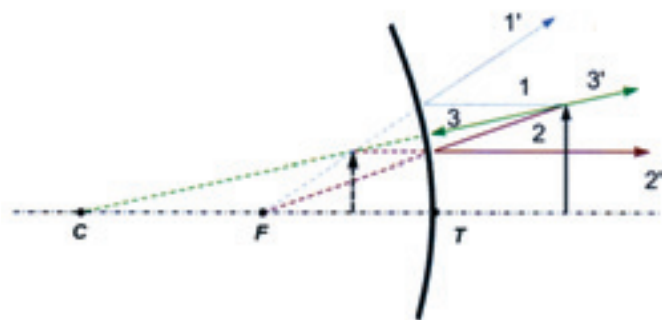
a - растојание од предметот до огледалото;

b - растојание на ликот до огледалото;

f - фокусно растојание.



Сл. 3.12



Сл. 3.13

Лик кај испапчено огледало

Зракот кој оди према фокусот се одбива од огледалото и е паралелен со оптичката оска. Зракот којшто оди кон центарот на сферата се одбива од огледалото по истиот правец по кој доаѓа.



Сл. 3.14



Размисли, одговори и реши

1. Погледни ги сликите 3.15 и одговори:
 - Зошто ликовите се различни по големина?
 - За какви огледала се работи?

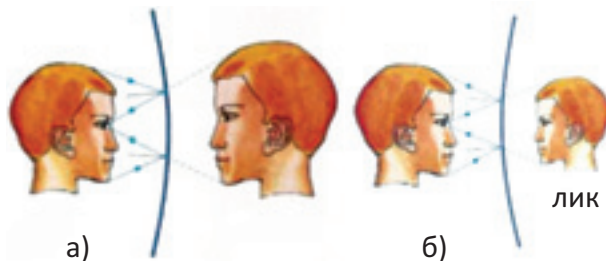
2. Зошто ако раскрсницата не е доволно прегледна, се става испапчено, а не вдлабнато огледало (сл. 3.16.)?

3. Каде се наоѓа светлинскиот извор кај автомобилските фарови?

4. Каков вид огледало претставува мирната површина на океанот, за космонаутите?

5. Пресметај ја оддалеченоста на ликот од вдлабнатото огледало ако фокусното растојание е 3,5 центиметри, а предметот е оддалечен од темето 10,5 центиметри.

6. Колкаво е фокусното растојание кај сферно огледало ако радиусот на сферата е 40 центиметри.



Сл. 3.15

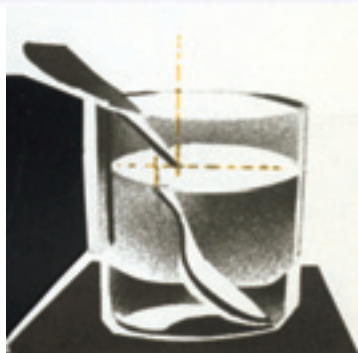


Сл. 3.16

Прекршување на светлината



Сл. 4.1



Сл. 4.2

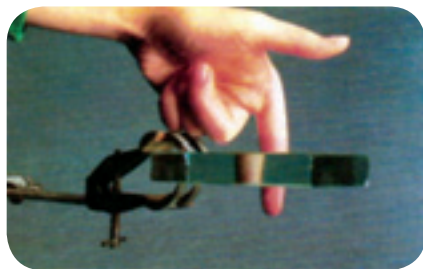
Сте имале прилика во животот да бидете во состојба како на сликите. Имено, да седате, а нозете да ви бидат во сад со вода или сте на брегот од некоја река или езеро, а нозете ви се во водата (сл. 4.1). До вас да има чаша со вода или сок, а вон еа ставено лажичка (сл. 4.2). Како ви изгледаат нозете и лажичката на местото каде што се допираат со водата, ако гледате под одреден агол.

Забележувајте дека на местото каде што се ставени нозете во водата односно лажичката во чашата со вода или сок изгледаат како да се прекршени.

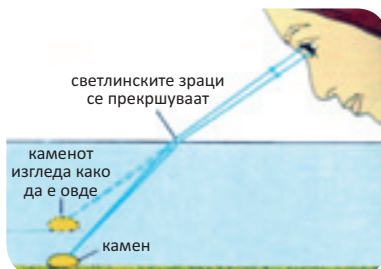


Да направиме неколку обиди.

Обид 1: Направете обиди како на сликите 4.3 и 4.4.



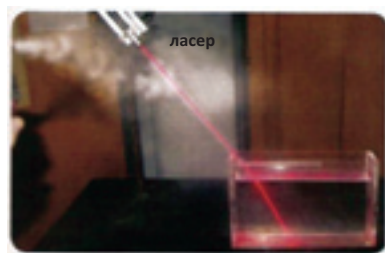
Сл. 4.3



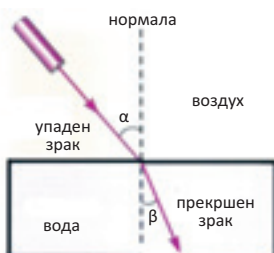
Сл. 4.4

На сликата 4.3 зад стаклен квадар поставен е прст од раката. Од сликата ни изгледа дека прстот е прсечен на три дела (ова воопшто не боли). Всушност, овој лик е резултат на прекршувањето на светлинските зраци при нивното поминување низ стаклото.

На сликата 4.4 дното на водата ни изгледа подлабоко отколку што е. При овој обид на почетокот кадата е празна и каменот го гледаме на дното од садот. Ако кадата ја наполниме со вода до одредено ниво ќе забележиме дека како каменот да ја променил својата положба и се наоѓа во положба нешто повисока од претходната. Што се случило со турањето на водата? Во првобитниот случај одбиените зраци од каменот доаѓаат директно до окото, а во вториот зраците ја променуваат својата насока како резултат на дејството на водата.



Сл. 4.5



Да испитае:

Насочуваме лазерски зрак кон водна површина. Набљудуваме како при преминувањето од воздухот во водата зракот си ја променува насоката - тој се прекршува на границата од двете средини (сл. 4.5). Зракот, којшто преминува во водата, се нарекува прекршен зрак.

Аголот меѓу нормалата и упадниот зрак го обележуваме со α , а аголот меѓу прекршениот зрак и нормалата го обележуваме со β .

Кога светлината преминува од една просирна средина во друга просирна средина, на границата од двете средини ја променува насоката на распространување. Оваа појава се вика прекршување на светлината.

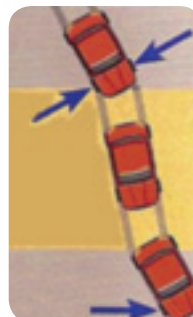
> Зошто се прекршува светлината?

Во различни просирни средини светлината се распространува со различна брзина. На пример: брзината на светлината во воздухот (е околу 300.000 километри во секунда) е поголема од брзината на светлината во вода (225.000 километри во секунда). Велиме, дека водата има поголема оптичка густина од воздухот.

Поголема брзина - помала оптичка густина.

Помала брзина - поголема оптичка густина.

Кога светлината преминува во средина со поголема оптичка густина прекршениот зрак се доближува кон нормалата т.е. $c_1 > c_2$ (сл. 4.6). При преминување во средина со помала оптичка густина се случува спротивното- прекршениот зрак се оддалечува од нормалата $c_1 < c_2$ (слика 4.6). Ако направиме споредба со движењето на автомобил, којшто од асфалт преминува преку песок (сл.4.7), тогаш десното тркало прво го намалува движењето и автомобилот се завртува надесно кон нормалата. При излезот од песокот десното тркало прво ја зголемува брзината и автомобилот се завртува налево-се оддалечува од нормалата.



Сл. 4.7

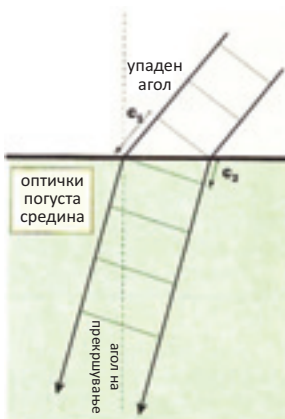


Сл. 4.8

Ако светлината се движи по нормалата на површината (сл. 4.8.) тогаш светлината не се прекршува и го задржува правецот на нормалата. На сл.4.9. прикажано е прекршувањето на светлината.

Од наведените обиди јасно може да се заклучи дека **основна причина за прекршувањето на светлината е промената на нејзината брзина.**

Испитувањата покажале дека **количникот од упадниот агол и аголот на прекршување е еднаков на количникот на брзината на светлината во едната, односно во другата средина и се вика индекс на прекршување:**



Сл. 4.9

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{c_1}{c_2} = n.$$

Ако во формулата за индексот на прекршување c_1 е брзината на светлината во вакуум индексот на прекршување се вика апсолутен. Ако брзините c_1 и c_2 се брзини за две оптички различни средини индексот се вика релативен.

Релативните индекси на прекршување на светлината во однос на воздухот за неколку оптички средини дадени се од табелата Т-1.

Средина	Вода	Мраз	Кварц	Рубин	Дијамант
n - индекс	1,33	1,31	1,5	1,76	2,42

Табела Т-1

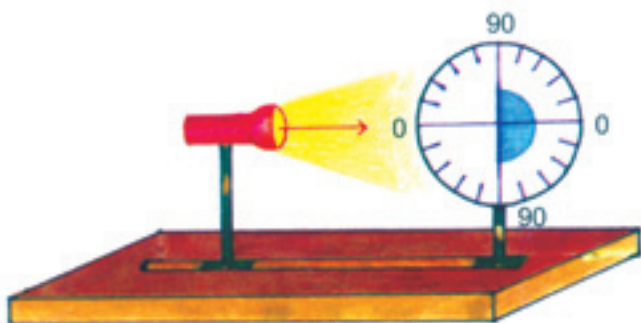
Пример 2: Да го пресметаме релативниот индекс на прекршување на светлината во средините: воздух-вода (n_1); стакло-воздух (n_2) и стакло-вода (n_3).

Брзините на светлините во средините се: во воздух $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; во вода $c = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; во стакло $c = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Ако дадените вредности за брзините ги замениме во формулата за пресметување на индексот на прекршување тогаш за бараните индекси на прекршување ги добиваме вредностите: $n_1 = 1,33$; $n_2 = 0,67$; $n_3 = 0,89$.



Размисли и одговори

1. На слика 4.10 како ќе го промени светлината правецот на распро-странувањето ако на граничната површина паѓа како што е прикажано на сликата.



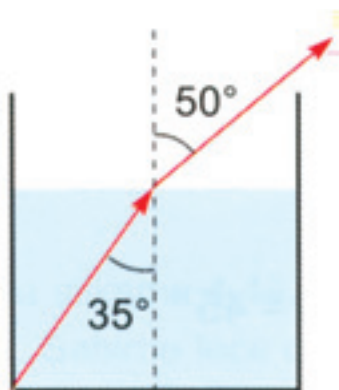
Сл. 4.10

2. Зошто светлината го менува правецот на распространување кога преминува од една оптичка средина во друга оптичка средина?

3. Во кои случаи упадниот агол и аголот на прекршување се еднакви?

4. Што е индекс на прекршување на светлината?

5. Брзината на светлината во вода е 225 000 километри во секунда, а во дијамантот е $1,24 \cdot 10^8$ метри во секунда. Колкав е релативниот индекс на прекршување, ако светлината оди од вода во дијамант?



Сл. 4.11

6. Од податоците прикажани на сликата 4.11 одговори:

- Од каква во каква оптичка средина преминува светлината?
- Зошто светлинскиот зрак е прекршен од нормалата?
- Пресметај го индексот на прекршување.



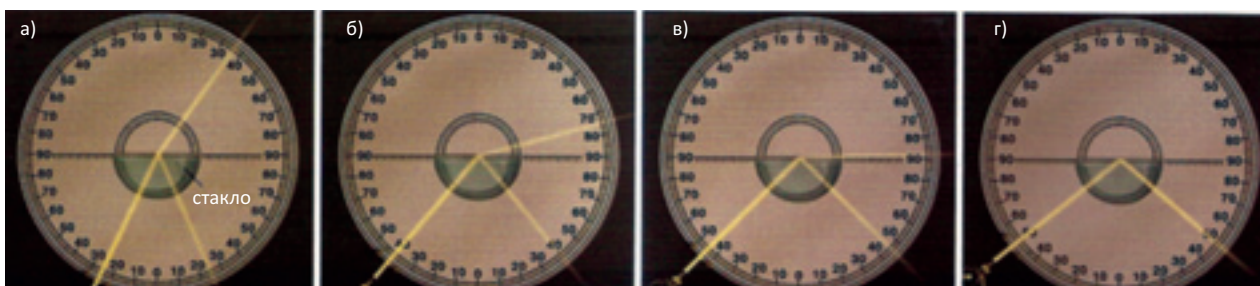
Тотална рефлексција

За пренесување на информации - телевизија, интернет, телефонски разговори и друго се користат оптички кабли. Тие се составени од тенки стаклени влакна, низ коишто минуваат светлосните сигнали. Како што знаеме светлината се распространува праволиниски. Како тогаш зраците поминуваат низ влакната, не смета ли тоа дека тие не се прави, а на многу места и се свиткани? За да одговориме на ова прашање, треба да ја проучиме појавата на тотална рефлексција.



Што е тотална рефлексција?

Обид 1: Во средината на оптички круг поставуваме стаклена плоча. Ги насочуваме светлинските зраци кон центарот на кругот (сл.5.1.). На рамната граница стакло-воздух се набљудува појавите-прекршување на светлината и одбивање на светлината. Прекршениот зрак се оддалечува од нормалата, затоа што воздухот има помала оптичка густина од стаклото.



Сл. 5.1

Со зголемување на упадниот агол, прекршениот зрак почнува да се приближува до границата од двете средини (сл. 5.1 а) и б). При одреден агол на паѓање, наречен граничен агол, прекршениот зрак се лизга по површината на границата меѓу двете средини (сл. 5.1 в).

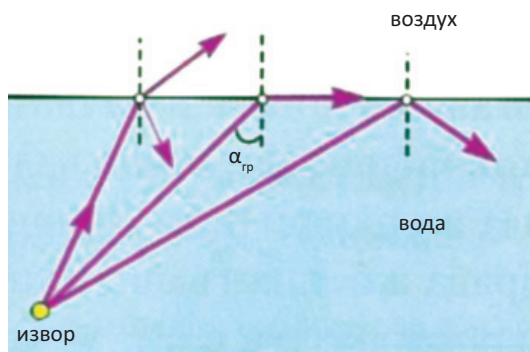
Ако го зголемуваме упадниот агол, светлината целосно се одбива од границата стакло - воздух (слика 5.1 г) - набљудуваме **тотална рефлексција** или таканаречено потполно внатрешно одбивање.

Појавата, при којашто светлината се распространува во средина со поголема оптичка густина и целосно се одбива од границата со друга средина со помала оптичка густина, се нарекува тотална рефлексција.

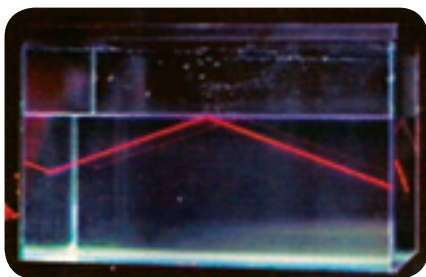
Упадниот агол при којшто прекршениот зрак се лизга по површината на двете средини се вика граничен агол. За овој агол можеме да речеме дека е аголот на паѓање од оптички погуста во оптички поретка средина при којшто аголот на прекршување изнесува 90° . Граничниот агол за различни материји е различен.

Така на пример граничниот агол меѓу средините воздух-вода изнесува 49° ; воздух-стакло 42° и воздух-дијамант 24° . Шематскиот приказ на обидот сл. 5.1 прикажан е на сл. 5.2.

Кај тоталната рефлексција за одбиените светлински зраци важи законот за одбивање кај рамно огледало.



Сл. 5.2



Сл. 5.3



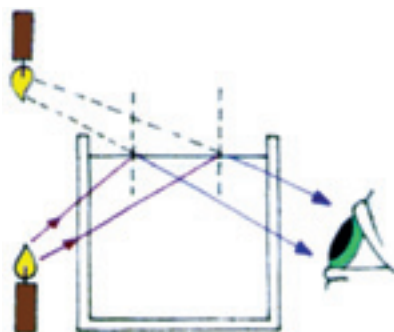
Обид 2:

Насочете светлински зраци од лазер спрема аквариум полн со вода (сл. 5.3.) и набљудувајте го потполното внатрешно одбивање од границата вода-воздух. При изведувањето на обидот повторете ја постапката како при обид 1. Односно, менувајте го упадниот агол на светлината се додека светлинскиот сноп не се одбие од граничната површина и не се врати назад.



Обид 3:

Наполнете прозирен сад со вода до неговиот горен раб. Од едната страна на чашата ставете запалена свеќа, така што таа да е под нивото на површината на водата (сл. 5.4). Набљудувајте ја свеќата од другата страна на садот со око поставено под нивото на површината на водата.



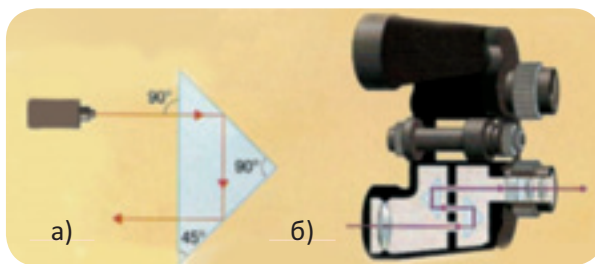
Сл. 5.4

Светлината од свеќата доаѓајќи до граничната површина вода-воздух наместо да се прекршува таа се одбива и ликот на свеќата го гледаме како во рамно огледало.

Каде е искористена оваа појава?

Оптичка призма

Кај оптичката призма искористена е појавата на тотална рефлексија кај двогледите и други оптички апарати за промена на насоката на распространување на светлината (сл. 5.5). Од сликата гледаме дека светлинскиот зрак на едната страна паѓа под агол од 90° и не се прекршува, на другата страна паѓа под агол од 45° и тотално се рефлектира, затоа што граничниот агол за стакло-воздух изнесува 42° . Под исти агол паѓа и на другата страна и излегува од призмата без прекршување. На сл. 5.5.б) прикажано е како оваа појава е искористена кај двогледите.



Сл. 5.5

За дијамантот

Дијамантот (сл. 5.6.) е многу оптички густа материја. Граничниот агол на потполното внатрешно одбивање (тотална рефлексија) меѓу него и воздухот е 24° . Ако дијамантот го ставиме во вода граничниот агол (сл. 5.7.) изнесува 33° . Поради малата вредност на граничниот агол со воздухот многу од светлинските



Сл. 5.6



Сл. 5.7

зраци коишто паѓаат на дијамантот потполно се одбиваат од долната површина на дијамантот, се враќаат назад према горе и повторно излегуваат од дијамантот. Затоа дијамантот има блескав сјај.

Оптичко влакно

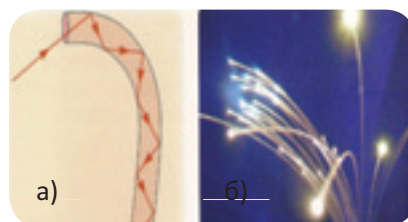
Оптичките влакна се многу тенки (колку влакно од човечка коса). Светлината поминувајќи низ нив претрпува многукратно потполно внатрешно одбивање (тотална рефлексија) од надворешната површина на влакното и се распространува само во неговата внатрешност (сл. 5.8.). На оваа слика на шемата (а) прикажано е движењето на светлинскиот зрак низ оптичкото влакно. На сл. 5.8. б) прикажан

е сноп од оптички влакна. Оптичките влакна обично се групираат во голем број и при тоа се добива оптички кабел (сл. 5.9).

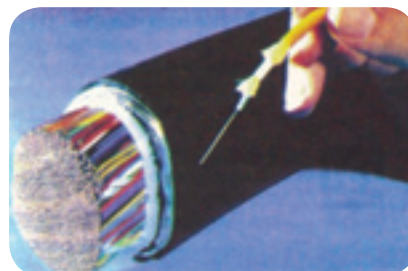
Оптичките кабли имаат низа предности во однос на обичните кабли со метални спроводници. Тие обезбедуваат поголема брзина при пренесувањето на информациите и се отпорни на надворешни влијанија. Оптичките кабли се користат за пренесување на звук, слики на мали растојанија (пример меѓу два соседни компјутери), но можат да пренесуваат и слики на стотици километри.

Оптичките влакна можат да овозможат квалитетен пренос на некој видеозапис или податоци. Се користат во телефонијата каде што гласот се претвора во електрични сигнали, а тие во светлински сигнали коишто се движат низ оптичките влакна.

Оптичките влакна се користат и во медицината. Со нивна помош се набљудуваат внатрешните органи на човечкиот организам (желудник, црева и слично).



Сл. 5.8



Сл. 5.9



Сл. 5.10



Сл. 5.11

Апаратот што ги користи оптичките кабли за набљудување на внатрешните органи се вика ендоскоп (сл. 5.10).

Ендоскопот претставува танок оптички кабел со камера на неговиот крај. Кабелот се внесува преку уста (сл. 5.11) во храноводот или желудецот.

Камерата поставена на оптичкиот кабел испраќа слики од внатрешните органи и при тоа можат да се видат состојбите на органите.

Фатаморган

Во летно време, кога е многу топло и без ветар, асфалтниот пат во далечината изгледа дека е влажен (сл. 5.12), а кога ќе се дојди до тоа место, нема ни трага од влага. Оваа појава е последица на минувањето на светлинските зраци низ слоевите од воздухот коишто се со различна густина и се вика фатаморган.

Тоталната рефракција настанува кај слојот од воздухот којшто се наоѓа непосредно над земјата и затоа се добива впечаток за вода на патот.



Сл. 5.12



Сл. 5.13

Поради тоталната рефракција што настанува на светлината минувајќи низ различните слоеви од воздухот коишто имаат различна густина може да се случи при одредени околности да добиеме и лажна претстава за положбата на сонцето (сл. 5.13).

Појавата на тотална рефракција е многу почеста и повеќе позната во жешките пустински предели. Таму заморените патници жедни за вода им се создава погрешен впечаток дека во близината се наоѓа некое езеро (сл. 5.14). Од овој впечаток оваа појава го добила името фатаморган (лажна чешма).

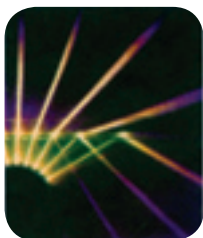


Сл. 5.14

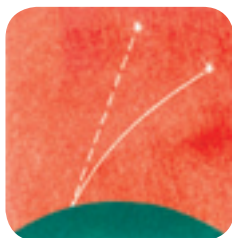
Веднаш над Земјата поради високата температура се создава многу танок слој од воздух којшто е толку разреден што дејствува како внатрешна површина на стаклена плоча и ја одбива светлината. Светлината од синилото на небото целосно се одбива од тој слој и затоа ни се чини дека на Земјата има вода.



Размисли и реши



Сл. 5.15



Сл. 5.16

1. На сл. 5.15 прикажани се светлосни зраци коишто преминуваат од оптички погуста во оптички поретка средина. Некои од зраците воопшто не се прекршуваат, некои се прекршуваат од нормалата, а некои се одбиваат во истата средина. За која појава станува збор?

2. Објасни ја појавата што е прикажана на сл. 5.16.

3. Опишете ја појавата тотална рефлексија и наведете некои примери за нејзиното објаснување.

4. Што претставува граничниот агол на тоталната рефлексија?

5. Како се вика упадниот агол што го зафаќа светлинскиот зрак со нормалата ако аголот на прекршување изнесува 90° ?

6. Прецртај ги во вашите тетратки и дополни ги сликите за да покажуваат што се случува со светлинскиот зрак откако ќе падне врз оптичката призма.

7. Зошто не се набљудува тотална рефлексија на сончевите зраци од стаклата на прозорците?

8. Кој од трите светлосни зраци на сл. 5.18. ќе претрпи потполно внатрешно одбивање? Граничниот агол на тоталната рефлексија на границата вода-воздух е 49° .



Сл. 5.17

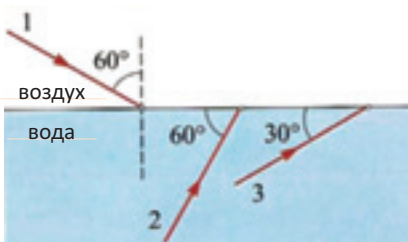
9. Како настанува тоталната рефлексија кај оптичкото влакно?

10. На сл. 5.19 прикажана ви е тристрана призма и светлински зрак којшто паѓа на призмата. Направете цртеж (во вашите тетратки) и проследете го одот на светлосниот зрак низ призмата. Колку степени изнесува аголот меѓу упадниот светлосен зрак и излезниот светлосен зрак?

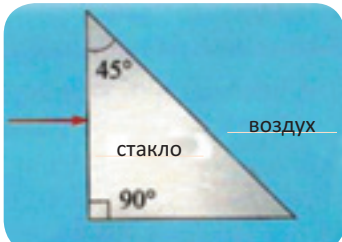
11. Зошто тотална рефлексија не може да настани кога светлината преминува од оптички поретка во оптички погуста средина?

12. На сл. 5.20 прикажани се 4 светлински зраци коишто паѓаат на граничната површина на начинот што е прикажан на сликата. Граничниот агол за средината стакло-воздух изнесува 42° . Кој од 4 те светлосни зраци ќе претрпи потполно внатрешно одбивање? (а) 1; б) 2; в) 3; г) 4)

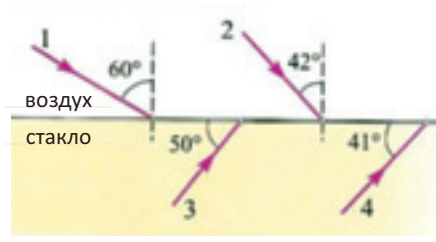
13. Во кој случај упадниот агол и аголот на прекршување се еднакви?



Сл. 5.18



Сл. 5.19



Сл. 5.20



Разложување на бела светлина Дисперзија

Белата сончева светлина ни изгледа дека е проста, но во суштина (набљудувајќи одредени појави во природата - виножито) таа е сложена и е составена од повеќе бои.



Да испитаме

Пропуштаме бела сончева светлина низ оптичка призма (сл. 6.1). Забележуваме дека уште во самата призма се разложува на повеќе бои.

Разложувањето на светлината кога минува низ оптичката призма се вика **дисперзија**.

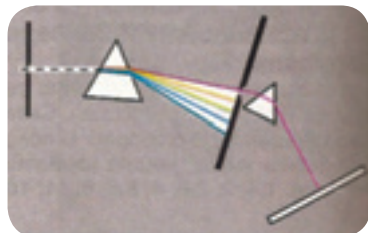
Боите што се добиваат при ова разложување се викаат **спектрални бои** коишто се поредени на следниот начин: црвена; портокалова; жолта; зелена; сина; модра и виолетова. Забележуваме дека меѓу спектралните бои не постои строга граница, но тие се прелеваат една во друга.

Појавата, белата светлина после прекршувањето да се појавува во спектрални бои се нарекува разложување или дисперзија на белата светлина.

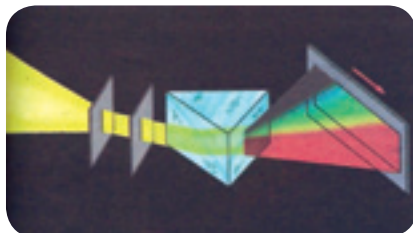
Ако спектралните бои (сл.6.2) се соберат во една точка повторно ќе се добие бела светлина.

Светлината составена од разнобојни компоненти се нарекува полихроматска светлина.

Да направиме обид како што е прикажан на сл.6.3. Од спектарот на белата светлина со помош на темен екран со мал отвор се одвојува еден зрак, во случајов црвен и се пушти да паѓа на



Сл. 6.3



Сл. 6.4



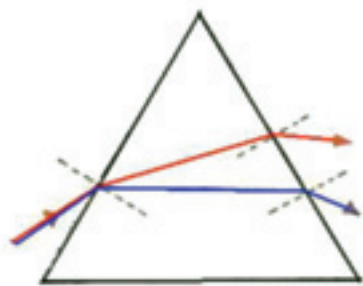
Сл. 6.2

друга призма се гледа дека зракот се прекршува низ призмата, но не се разложува. Оваа светлина се нарекува проста или **монохроматска светлина**. Монохроматската светлина најчесто се добива со помош на спектрални филтри (сл.6.4).

● Која е причината за разложување на белата светлина?

За да одговориме на ова прашање ќе го направиме обидот прикажан на сл. 6.5. На оптичка призма се пуштаат два светлински зраци (црвен и син). Забележуваме дека светлинските зраци при влезот во призмата се одвојуваат при што црвениот зрак помалку се прекршува, а синиот повеќе. Значи основна причина за разложувањето е различниот индекс на прекршување на боите од спектарот.

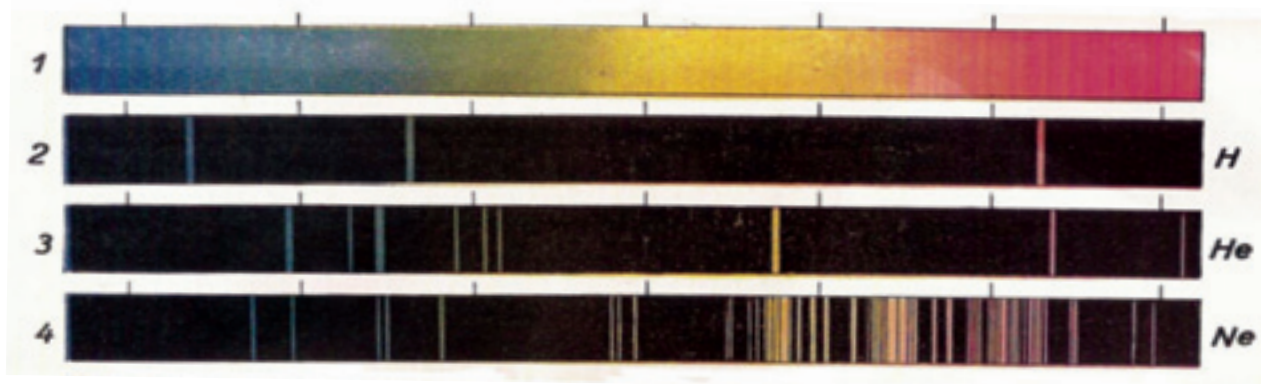
Тоа значи дека при разложувањето на белата светлина кога се прекршува во призмата сите спектрални бои имаат различни индекси на прекршување и затоа се одвојуваат една од друга.



Сл. 6.5

Бидејќи индексот на прекршување ($n = c_1/c_2$) зависи од количникот на брзините во воздух и призма, брзината на сите спектрални бои (c_1) во воздухот е еднаква, а брзината (c_2) во оптичката призма е различна и индексите на прекршување ќе бидат различни. Во наведениот случај брзината на црвената светлина во стаклото е поголема од брзината на прекршувањето на сината следува дека црвената светлина има помал индекс на прекршување, а сината поголем индекс на прекршување.

Различниот индекс на прекршување на секоја спектрална боја, е причина што сложената бела светлина при прекршувањето се разложува на спектрални бои.



Сл. 6.6

Што е спектрална анализа?

Ако на оптичка призма се пушти светлина добиена од усвитени гасови (пример: хелиум или неон) светлината ќе се разложи, а спектарот ќе има сосема друг изглед (сл.6.6. 2, 3, 4).

Спектарот означен со бројот 1 е континуиран спектар добиен од вжештено тврдо тело. Спектрите под редни броеви 2, 3, 4 се викаат линиски спектри. На овие спектри гледаме помалку или повеќе бојосани спектрални линии коишто се наоѓаат на точно определено место и за секој хемиски елемент се различни. На овие слики дадени се линиските спектри на водород, хелиум и неон.

Како што нема ни двајца луѓе со исти отисоци на прстите, така исто не постојат ни два линиски спектри со ист распоред на спектралните линии во спектарот. Со помош на овие спектри може да се утврди постоењето на некој елемент дури и во милионити дел од милиграмот на некоја супстанција.

Така е постаната една нова област во аналитичка хемија којашто се вика спектрална анализа. Инструментот што се користи при оваа анализа се вика спектрометар.

Виножито

Појавата на виножитото со векови ги збунувало луѓето, затоа што не можеле да ја објаснат оваа појава. Кога е сончев ден виножитото може да се види и во близината на некој водопад ако има многу ситни капки вода во воздухот.



Сл. 6.7

Виножитото може да се добие иако човек свртен со грбот кон сонцето, во делот од просторот пред себе, со помош на распрскувач на вода да создаде многу ситни капки од вода, ќе ги види боите и тоа како кај виножитото.

Појавата на виножитото е поврзана со прекршувањето на светлината низ ситните капки од вода. Значи виножитото настанува само кога сончевите зраци ги осветлуваат ситните водени капки кои лебдат

во воздухот. Тоа се случува после дожд, на небо покриено со темни облаци кога сонцето се наоѓа зад грбот на набљудувачот, а облаците испуштаат ситни капки на дожд.

При поволни услови можат да се видат истовремено две виножита (сл. 6.8):

- главно, каде што црвената боја е на надворешниот дел од лакот и

- споредно, каде што црвената боја е на внатрешниот дел од лакот.

● Како настанува дисперзија кај виножитото?

Сончевата светлина минувајќи низ капките од дождот, еднаш се прекршува при влезот во капките, потоа потполно се одбива од задната страна на капката (сл. 6.9 - При тоа се разложува) и конечно повторно се прекршува на излезот од капката. Секоја капка делува слично како призма при што се добива спектарот од бои. При излегувањето од капките црвената излегува под агол од 42° спрема правецот на упадната сончева светлина, а виолетовата под агол од 40° . Останатите бои доаѓаат со ред под агли меѓу овие два.

Светлината од ситните капки на дождот доаѓа во окото на набљудувачот и тој го гледа виножитото како спектар од бои лачно поставени во просторот.



Сл. 6.8



Сл. 6.9



Размисли и одговори

1. Каков е спектарот на бои од сончевата светлина, а каков е од усвитени гасови?

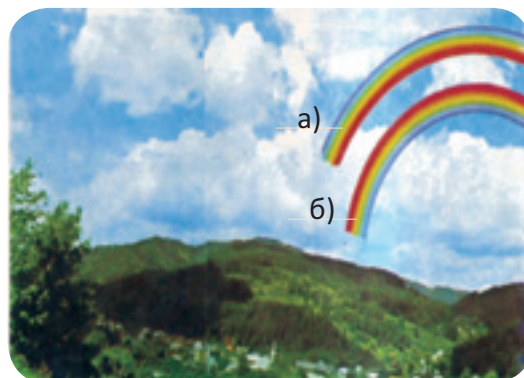
2. На сл. 6.10. прикажан е случај кога има појава на две виножита во исто време (а и б). Кое виножито е главно, а кое е споредно?

3. Која боја од спектарот на сончевата светлина се прекршува најмногу, а која најмалку?

4. Која е причината за разложување на белата светлина во оптичката призма?

5. Која светлина ја викаме монохроматска?

6. Што е спектрална анализа?



Сл. 6.10



Сл. 7.1



Сл. 7.2



Сл. 7.3



Сл. 7.4

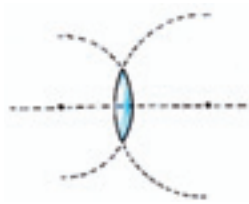
Леќите веќе ги имате видено, а можеби и сте се служеле со нив како зголемувачи на мали предмети (сл. 7.1) или пак сте ги употребувале вие или некој другари за корекција на видот-наочари (сл. 7.2).

- Што претставуваат оптичките леќи?
- Колку видови на оптички леќи постојат и како ги препознаваме?

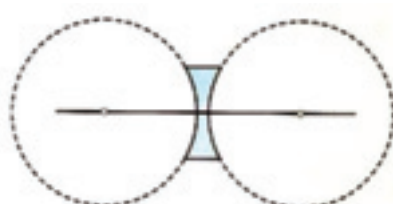
Просирно геометриско тело ограничено со две закривени површини кои се делови од сферни површини го викаме оптичка леќа.

Леќите кои се во средината подебели, а на краевите потенки ги викаме **собирни** или **конвергентни** леќи (сл.7.3).

Леќите коишто се во средината потенки, а на краевите подебели ги викаме **растурни** или **дивергентни** леќи (сл.7.4).



Сл. 7.5



Сл. 7.6

На сл. 7.5 и 7.6 шематски се претставени собирните односно растурните леќи.

Забележуваме дека кај собирните леќи сферите чиишто дел претставуваат леќите со центри O_1 и O_2 се сечат и во пресекот е леќата, а кај растурните леќи (сл.7.6.) сферите чиишто дел е леќата не се сечат, но се доближуваат.

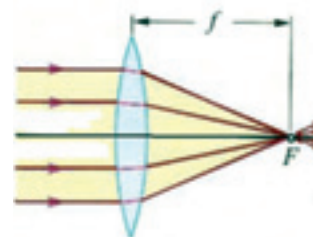
При преминот низ леќите светлината два пати се прекршува. Поради прекршувањето светлинските зраци при излезот од леќите го менуваат својот правец.

За да ја забележиме разликата меѓу собирните и растурните леќи, ќе го набљудуваме минувањето на паралелен сноп на светлина низ собирните (сл.7.7.) и растурните леќи (сл.7.8.).

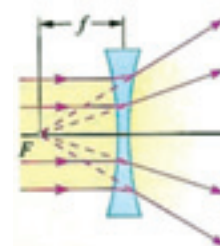
- Што забележуваш од сликите?

Собирната леќа паралелниот сноп на светлина го собира во една точка што се вика **фокус**, а растурната го растура светлинскиот сноп така како да доаѓа од една точка којашто се нарекува **имагинарен фокус**.

Од сликите гледаме дека фокусот кај собирните леќи е пресек на реалните светлински зраци, а фокусот кај растурните леќи е привиден и се добива во пресекот на продолженијата на прекршените зраци.

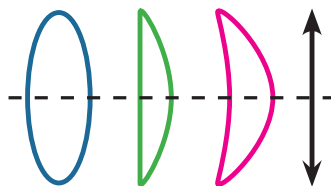


Сл. 7.7

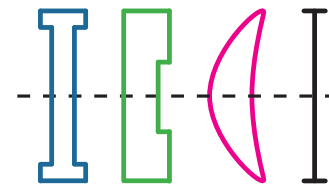


Сл. 7.8

На сликите 7.9 и 7.10 можете да ги видите видовите на леќи кои се во употреба а, исто така, можете да го видите нивното шематско обележување со знаците за собирни и растурни леќи. Овие симболи ќе ги користиме при конструкцијата на ликови.



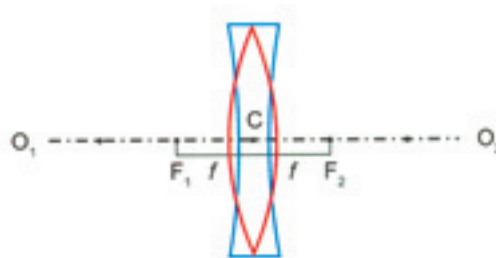
Сл. 7.9 (Собирни леќи)



Сл. 7.10 (Растурни леќи)

Елементи карактеристични за леќите:

- Правата што ги поврзува центрите на сферите од кои е добиена леќата (O_1, O_2) се вика **оптичка оска** и таа е нормална на граничните површини (сл. 7.11);
- Точката C се вика **оптички центар**;
- f е фокусно растојание (растојание меѓу фокусот и оптичкиот центар).

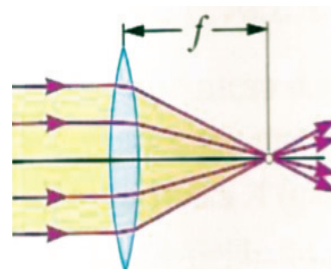


Сл. 7.11

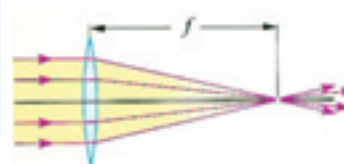
Јачина на леќите

Леќата којашто посилно ги прекршува светлинските зраци има помало фокусно растојание (сл. 7.12), а леќата што послабо ги прекршува светлинските зраци (сл. 7.13) има поголемо фокусно растојание: $J = \frac{1}{f}$

Со помош на обидот прикажан на сл.7.14. може наједноставно да се определи јачината на собирната леќа, преку мерење на фокусното растојание (f)



Сл. 7.12



Сл. 7.13

Фокусното растојание е мерка за јачината на прекршување на светлината низ леќата.

Јачината на леќата (J) е обратно пропорционална со фокусното растојание.

Ако за фокусното растојание ја ставиме единицата 1 метар (1 m) ја добиваме единицата за јачина на оптиката леќа **1 диоптер (1 D)**.

Ако $f = 0,5 \text{ m}$, $J = 2 \text{ D}$, кај растурните леќи $f = -0,5 \text{ m}$, а $J = -2 \text{ D}$.

Јачината на леќата кај собирните леќи го носи предзнакот „+“, а кај растурните „-“.



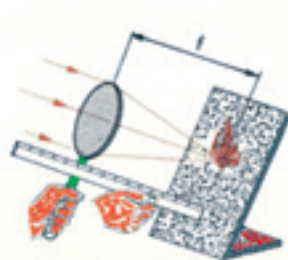
Фокусната далечина (f) на една собирна леќа може да се определи со наредниот обид.

Обид:

Потребен прибор: собирна леќа, извор на паралелен сноп на светлина и екран (лист хартија).

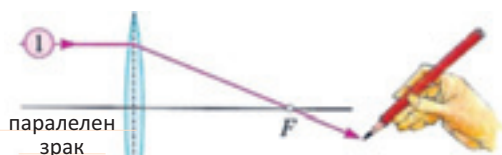
Со рака ја држиме собирната леќа на патот на сончевите зраци и хартијата ја движиме кон леќата се додека фокусот не падне на хартијата.

Со линијар го мериме нормалното растојание меѓу фокусот и леќата, што, всушност, претставува фокусна далечина.

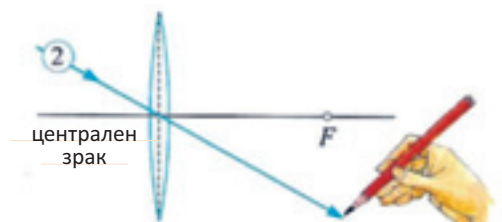


Сл. 7.14

Добивање на ликови кај оптички леќи

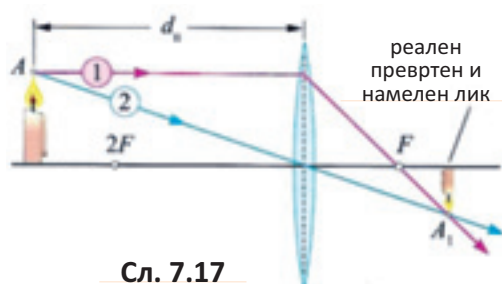


Сл. 7.15

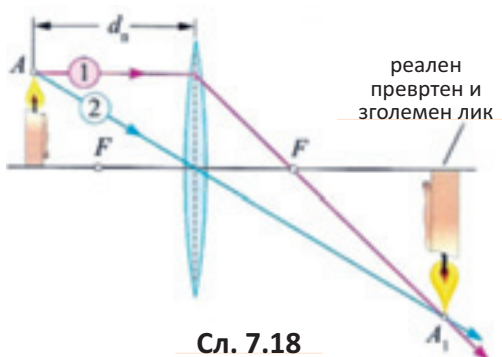


Основни светлински зраци за конструкција на лик

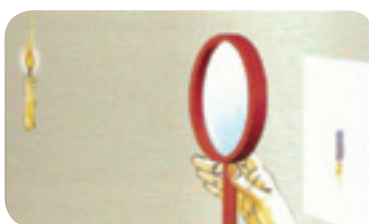
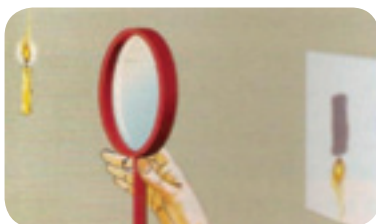
Сл. 7.16



Сл. 7.17



Сл. 7.18



Сл. 7.19

За да го конструираме ликот кај леќите потребно е да ги знаеме основните зраци коишто тргаат од една точка од предметот. За оваа цел доволно е да познаваме два основни зраци со чија што помош ќе го конструираме ликот, а тие се:

1. Паралелен зрак - Тоа е зрак којшто е паралелен на главната оптичка оска на леќата. При прекршувањето овој зрак поминува низ фокусот на леќата (сл. 7.15).

2. Централен зрак - Тоа е зракот, што поминува низ центарот на леќата. Централниот зрак минува низ леќата без прекршување (сл. 7.16).

Реален лик

Прво ќе го набљудуваме ликот на предметот, којшто се наоѓа подалеку од леќата на растојание d_p коешто е поголемо од двојното фокусно растојание $2f$ на леќата. Избираме точка A од едниот крај на предметот и го цртаме паралелниот зрак (1) и централниот зрак (2), коишто излегуваат од точката A (сл. 7.17). Откако светлинските зраци ќе поминат низ леќата, тие зраци се сечат во точката A_1 од другата страна на леќата. Точката A_1 е лик на точката A. На истиот начин може да се конструира лик на секоја точка од предметот - така што се добива лик на целиот предмет. Од цртежот на сл. 7.17 се гледа, ликот е намален и превртен. Бидејќи ликот може да се фати на екран велиме дека ликот е реален.

Ако го поставиме предметот „меѓу фокусот и двојното фокусно растојание“ (сл. 7.18) и одново го конструираме ликот на предметот со истите зраци ќе добиеме: Ликот е зголемен, превртен и реален затоа што се добива со пресекот на светлинските зраци, кои минуваат низ леќата.

Набљудување на реален лик

Да провериме експериментално, дека реалниот лик може да се фати на екран. Поставете собира на леќа меѓу запалена свеќа и лист од картон (екран). На екранот се гледа превртен и реален лик на свеќата (сл.7.19).

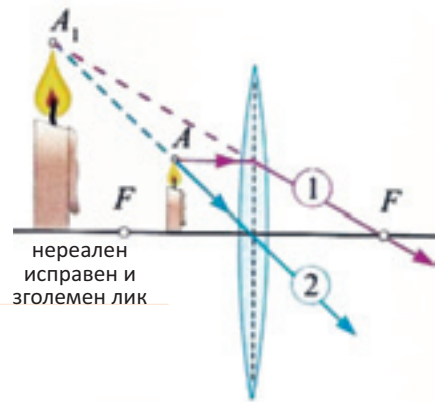
Движете ја само леќата. При одредена положба на леќата ликот е оштар. Тоа е положбата, при која што екранот е точно на местото, каде што се наоѓа ликот (споредете ги двата случаи прикажани на сл.7.19.).

Ако го поставите екранот на друго место ликот се заматува. Добивањето на оштар лик на екранот се вика фокусирање.

Нереален лик - Лупа

Го поставаме предметот меѓу леќата и фокусот (сл.7.20.).

Го проследуваме патот на основните зраци (1 и 2). Зраците тргаат од точката A, се прекршуваат низ леќата и тоа така што зракот паралелен со оптичката оска минува низ фокусот на леќата. Зракот (2), централниот зрак минува низ центарот на леќата и не се прекршува. Зраците после прекршувањето се разидуваат и никаде не се сечат. Зраците ќе се пресечат во нивните продолженија. Така ќе се добие ликот во точката A1. Ако се повтори овој начин за сите точки од предметот се добива лик на целиот предмет. Од сликата 7.20. се гледа дека, ликот е исправен, зголемен и нереален. Ликот не е реален затоа што се добива во пресекот на продолженијата на светлинските зраци и не може да се фати на екран.



Сл. 7.20

На опишаниот начин функционира оптичкиот инструмент лупа.



Сл. 7.21

Како ќе постапиш со лупата за да добиеш јасен лик? Со приближување и оддалечување на лупата од предметот. Веќе забележа дека предметот кај лупата се наоѓа меѓу леќата и фокусот. Затоа тој е исправен, зголемен и имагинарен.

Зголемувањето кај лупата (U) се добива како количник од големината на ликот со големината на предметот:

$$U = \frac{L}{P}$$

L - големината на ликот; P - големината на предметот.



Сл. 7.22

Што мислите, која лупа ќе даде поголемо зголемување на ликот: со помало или со поголемо фокусно растојание (f)? -Лупата со помало фокусно растојание. Каква е јачината на таа оптичка леќа? -Поголема.

Со лупата може да се постигне зголемување од 10 до 12 пати.

Лупата најчесто ја користат: часовничарите, лекарите, филателистите и други.

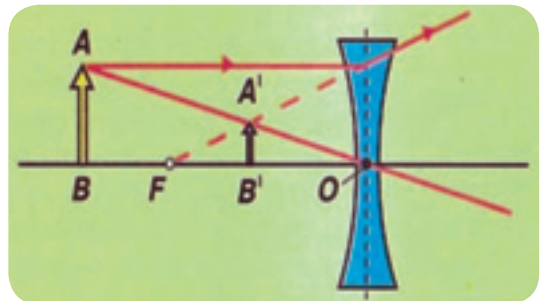
Конструкција на лик кај растурна леќа

Во овој случај, како и во претходниот, за добивање на ликот доволни се два светлински зраци. Како што гледаме од сликата 7.23. ликот не се добива во пресекот на реалните зраци, туку во нивните продолженија. Затоа ликот кај растурните леќи секогаш е имагинарен, исправен и намален без обзир каде се наоѓа предметот.

Меѓу фокусната далечина f , растојанието на предметот од леќата (a) и растојанието на ликот од леќата (b) постои следната зависност:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

Ова е равенка за оптички леќи. За растурните леќи важи истата равенка при што оддалеченоста на предметот од леќата е позитивна ($a > 0$), а фокусното растојание и оддалеченоста на ликот од леќата се негативни.



Сл. 7.23

Пример: Пред собирна леќа со фокусна далечина од 30cm се наоѓа предмет на оддалеченост од 80cm. Каде се наоѓа ликот?

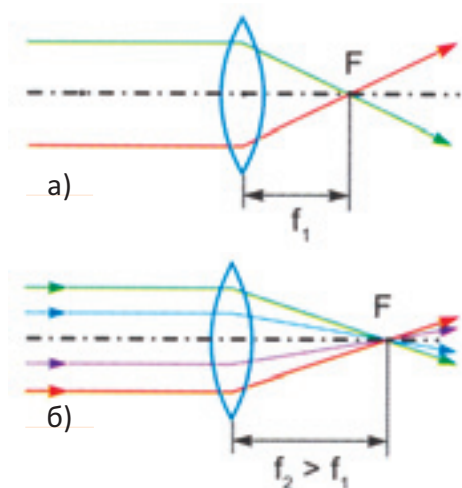
Податоци: $a = 0,8 \text{ m}$; $f = 0,3 \text{ m}$; $b = ?$

Решавање: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ Се добива $b = 0,48 \text{ m}$.

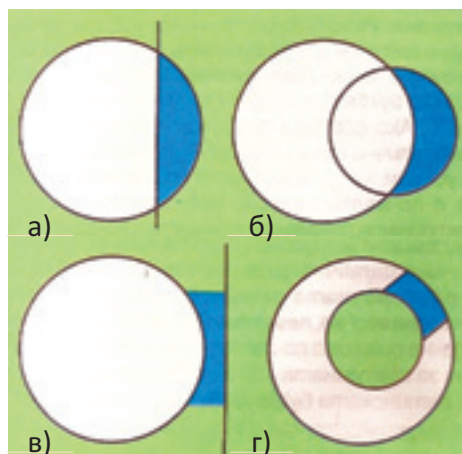


Проверете, одговорете и решете

1. Опишете што ви е потребно за да ја определите фокусната далечина на собирната леќа.
2. Која леќа има поголема фокусна далечина: подебелата или потенката? Направи скица - цртеж.
3. Колкава е јачината на собирната леќа ако е фокусната далечина 6 cm?
4. Пресметај ја фокусната далечина на леќа со јачина $J = 0,5 \text{ D}$.



Сл. 7.24



Сл. 7.25

5. Спореди ги сликите 2.24 а) и б) и одговори која леќа има поголема јачина?

6. Како може со парче мраз да се запали хартија?

7. Кои ликови можат да се фатат на екран?

8. Во која положба треба да се наоѓа предметот кај собирната леќа, за да биде еднаков по големина со ликот?

9. Каков ќе биде ликот кај собирна леќа, ако предметот се наоѓа меѓу леќата и фокусот?

10. Собирна леќа има ознака 4D (диоптри). На која оддалеченост ќе го поставите предметот ако сакате да добиете јасна слика на екранот оддалечен 150 cm од леќата?

11. Собирна леќа има фокусно растојание од 2,5 cm. Нацртај го ликот на предметот висок 2cm којшто се наоѓа 4,5 cm пред леќата. Колкава е големината на ликот?

12. За каков вид на леќи станува збор на сл. 7.25 а, б, в, г?

13. На сл. 7.26 прикажано е добивање на лик кај собирна леќа. Нацртај графички приказ за двата случаи споредувајќи ги нивните големини.

14. Колкаво може да биде најголемото зголемување кај лупата?



Сл. 7.26



Човечкото око како оптички уред

Окото е многу осетлив природен оптички апарат.

Без него не можеме да знаеме што се случува во надворешниот свет. Човекот може да ги користи: фотоапаратот, лупата, микроскопот и многу други оптички апарати благодарение на окото.

Состав на човековото око

Окото има сферна форма со дијаметар околу 2,5 cm.

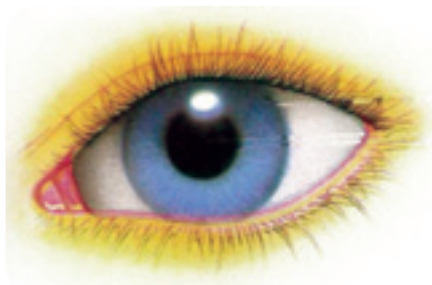
Составните делови на окото прикажани се на сл. 8.2 (а на сл. 8.1 природен изглед на окото), а тие се: очно јаболко; шареница; зеница; рожница; очна леќа; мрежница; очен нерв и жолта пега.

Окото го покрива подвижен очен капак којшто служи за отварање и затварање на патот на светлинските зраци, а понекогаш и за заштита од повреди.

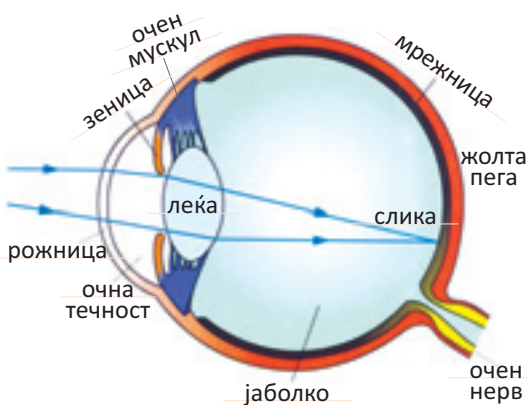
- **Шареницата** ја определува бојата на окото;

- **Зеницата** - е отворот низ кој влегува светлината во окото. Ако влезете во темна соба, се зголемува точката на средината на зеницата.

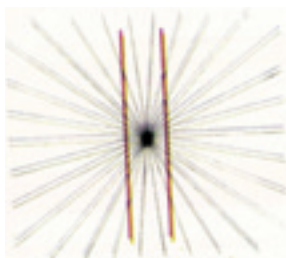
- **Рожницата** - и жолтото петно зад неа, односно течноста, ги насочуваат светлинските зраци кон леќата. На сл. 8.3. прикажан е начинот на пропуштање на светлината. Кафеавите линии изгледаат како да се искривени. Проверете со линијар дали е тоа така.



Сл. 8.1



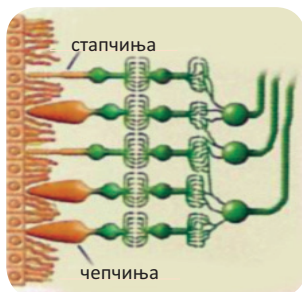
Сл. 8.2



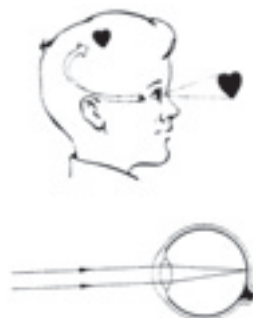
Сл. 8.3

- **Очната леќа** - претставува двојно испапчена собира на леќа со фокусно растојание од околу 2,5 cm. Таа самата се приспособува при фокусирањето на предметот и добивање на лик. Леќата не се поместува напред или назад (како кај фотоапаратот), туку се истенчува или здебелува со помош на очните мускули. Очните мускули можат очната леќа да ја затегнат или олабават. При тоа се менува нејзиното фокусно растојание (а со тоа и јачината на леќата). На тој начин се овозможува ликот на предметот да падне на мрежницата.

- **Мрежница** - е „екранот“ на кој се формира сликата на предметот. Се состои од милиони ќелии (стапчиња и чепчиња сл. 8.4.) чувствителни на светлина. Тие испраќаат сигнали до соодветниот центар од мозокот преку очниот нерв којшто е поврзан со огромен број на нервни влакна поврзани со стапчињата и чепчињата. Во мозокот (сл. 8.5.) светлинските сигнали се претвораат во слика. Трансформацијата на сигналите е прилично сложен процес.



Сл. 8.4



Сл. 8.5

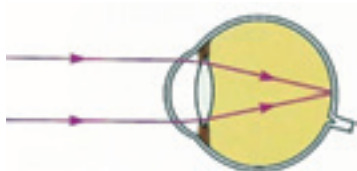
Како фокусира окото?

Светлинските зраци што доаѓаат од предметот, минувајќи низ рожницата и леќата се прекршуваат и на мрежницата даваат реален и намален лик (сл. 8.5). Големината на ликот на предметот на мрежницата зависи, главно од големината на предметот и неговата оддалеченост од окото (сл. 8.6).



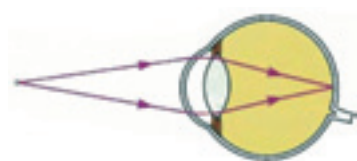
Сл. 8.6

Видниот агол е аголот што го зафаќаат зраците од двете крајни точки на предметот, а кои влегуваат во окото. Кога предметот е подалеку, очните мускули ја затегнуваат очната леќа (сл. 8.7) и таа станува потенка. Со тоа прекршувањето е помало и ликот се фокусира на мрежницата. Значи за овие случаи потребна е леќа со помала јачина.



Сл. 8.7

Ако набљудуваме предмет што се наоѓа на многу помало растојание од окото, под дејство на очните мускули се зголемува дебелината на леќата (сл.8.8). Со зголемување на дебелината на леќата се добива појако прекршување на светлината. Оваа способност на окото да ја менува дебелината на очната леќа се вика **прилагодување** или **акомодација**.



Сл. 8.8

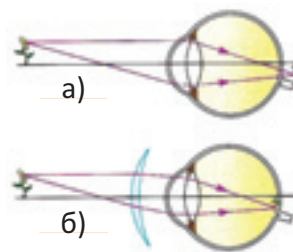
Растојанието до најблиските предмети, коишто окото ги фокусира, без да се напрега, се нарекува **растојание на јасно гледање**. Тоа е најмалото растојание на кое смее да се наоѓа предметот што го гледаме, за да не се замори брзо окото.

Кај младите луѓе тоа е помало, а кај возрасните поголемо. Средно земено за растојание на јасно гледање се смета растојанието од 25 cm.

Се смета дека на напрегнатоста на окото има влијание и бојата на светлината. Окото „најслободно“ гледа кога во него доаѓа светлина со жолтозелена боја. Се претпоставува дека тоа е така затоа што Сонцето оваа светлина најмногу ја зрачи.

Далековидност

Далековидното око блиските предмети ги гледа нејасно, а далечните јасно. Светлинските зраци што доаѓаат од некој поблизок предмет (сл. 8.9 а) создаваат лик зад мрежницата. За да се формира јасен лик на мрежницата, треба да се зголеми јачината на прекршувањето на леќата. Тоа се постигнува со ставање на собирна леќа пред окото (сл. 8.9 б).



Сл. 8.9 (Далековидност)



Сл. 8.10 (Кратковидност)

Кратковидност

Кратковидното око (сл.8.10) блиските предмети ги гледа јасно, а далечните нејасно. Светлинските зраци што доаѓаат од предметот (сл. 8.10 а) создаваат лик пред мрежницата. Значи, зраците повеќе се прекршуваат отколку при нормалното око. За да се формира јасен лик на мрежницата, треба да се намали јачината на прекршувањето на очната леќа. Тоа се постигнува со ставање на растурна леќа (сл. 8.10 б). Поради наведените мани на окото за нивно отстранување луѓето што се далековиди или кратковиди носат очила (сл. 8.11) или контактни леќи (сл. 8.12).



Сл. 8.11



Сл. 8.12



Адитивно и суптрактивно мешање на боите. Како човечкото око разликува бои

На сончевата светлина ја гледаме убавината на цветната градина. Раскош на бои: тревата е зелена, цветовите се бели, црвени, оранжни, сини, модри и ...

Цветовите ја претставуваат убавината на природата и фрлаат сјај на животот.

Како ги гледаме различните бои?

Мрежницата - „екранот“ од човечкото око е делот каде што се формира сликата на предметот што го гледаме. Таа се состои од ќелии-наречени **стапчиња** (ги има околу 133 000 000) и **чепчиња** (ги има околу 7 000 000), тие ги примаат дразбите од светлината и сигналите ги испраќаат до мозокот преку главниот очен нерв, којшто ги презема од нервните влакна.

Стапчињата реагираат на интензитетот на светлината, но не можат да разликуваат бои.

Чепчињата се концентрирани во центарот на мрежницата-тие се осетливи на бои, а за да може да функционираат им е потребна повеќе светлината.

Човечкото око може да види стотици бои. Но, сепак, мрежницата има само три типа клетки што се осетливи на бои:

- Чепчиња што реагираат на црвена светлина;
- Чепчиња што реагираат на зелена светлина и
- Чепчиња што реагираат на сина светлина.

Во зависност од тоа кои бои се застапени во спектарот на светлината што доаѓа во окото се „возбуждуваат“ оние чепчиња што се осетливи на тие бои. Со помош на теоријата „на три бои“- црвена, зелена и сина (сл. 9.1) се формираат и останатите бои.

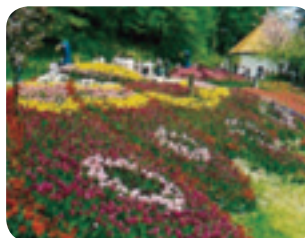
Затоа црвената, зелената и сината боја се викаат **основни бои**. Со нивна комбинација се добиваат сите останати бои.

Кога некои од чепчињата не функционираат правилно, во тој случај окото не може да разликува некои бои. Најчест случај е кога не може да ја разликува црвената боја од зелената. Овој недостаток на окото е познат под името **далтонизам**.

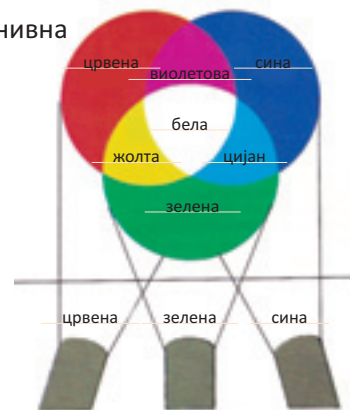
● Како се мешаат спектралните бои?

Мешањето на спектралните бои прикажано е на сл.9.2. на која што снопови од основните зраци - црвена, зелена и сина се мешаат на бел екран.

- делот каде што се препокриваат основните зраци е бел;
- делот каде што се препокриваат - мешаат црвената и зелената боја се добива жолта боја;
- делот каде што се мешаат-црвената и сината се добива виолетова боја;
- делот каде што се мешаат зелената и сината боја се добива цијан боја.



Сл. 9.1



Сл. 9.2



Сл. 9.3



Сл. 9.4

Мешањето на две основни бои при кое се добива друга боја се вика адитивно мешање на боите.

Ако со мешање на две бои-пример сина и жолта, црвена со сино зелена или зелена со розова (сл. 9.3) се добива бела боја. Такви парови на бои се викаат **комплементарни** или **дополнителни**.

Црвената, зелената и сината боја не можат да се добијат со комбинација на други бои.

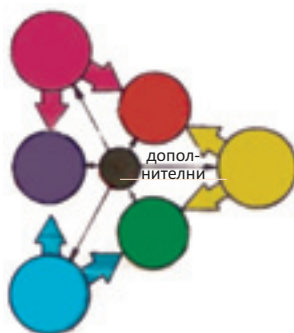
Какви бои се добиваат со мешање на две или три примарни (основни) бои прикажано е на сл. 9.4, а се викаат дополнителни бои.

Како се мешаат сликарските бои?

Сликарските бои се пигментски и тие се разликуваат од спектралните бои. Кај сликарските бои основни се: црвената, жолтата и сината боја (сл.9.5.). При мешањето на еднакви количини од примарните пигментски бои се добива црна боја. Ваквото мешање на пигментските бои се вика суптрактивно мешање.



Сл. 9.5



Сл. 9.6

Со мешањето на основните пигментски бои се добиваат дополнителните пигментски бои (сл. 9.6.).

Ако се споредат сликите 9.4.-дополнителни бои кај спектралните бои и сл.9.6. дополнителни бои кај пигментските бои ќе се види разликата при мешањето кај спектралните бои и пигментските бои.

Така на пример, при мешање на сина и портокалова спектрална боја се добива бела боја, меѓутоа при мешањето на сина и портокалова пигментска боја се добива зелена боја.

Да заклучиме дека кога станува збор за терминот боја мора да се внимава дали станува збор за спектрална или оптичка боја добиена со разложување на белата светлина или станува збор за пигментска боја која што обично се нарекува сликарска боја и има различно потекло и градба од спектралната боја.

Од што зависи бојата на телата?

Кога станува збор за бојата на телата треба да се прави разлика дали телото е просирно или непросирно.

Бојата на просирното тело може да се менува во зависност од спектралниот состав на упадната светлина.



Сл. 9.9

Светлинските филтри претставуваат просирни тела кои што имаат особина да пропуштаат само одредени бои од спектарот. Овие филтри се прикажани на сл. 9.9 и тоа под а изгледот на неколку светлински филтри; под б црвен филтер и под в зелен филтер.

Ако на црвен филтер се пушти да паѓа спектрален светлински сноп тој ја пропушта само црвената светлина (сл. 9.9.а). Ако на зелен филтер се пушти бела светлина или спектрален светлински сноп, тој ја пропушта зелената светлина, а другите ги апсорбира. Ако зелена светлина (сл. 9.9.в) се пушти да падне на црвен филтер позади него просторот ќе биде темен. Значи, црвениот филтер ја апсорбира зелената светлина.

Филтрите во боја се користат во фотографијата. Со нив се постигнуваат различни светлински ефекти во телевизијата, киното и на различни сцени. Соодветните рефлектори користат црвени, зелени и жолти филтри за добивање на различни светлински ефекти.

Бојата на непрозирните тела се определува од смесата на спектралните бои, коишто ги рефлектира телото. Затоа, бојата на непрозирното тело зависи како од бојата на самото тело, така и од спектралниот состав на светлината што паѓа на нив. За да се определи бојата на непрозирно тело треба да се осветли со бела светлина (сл. 9.10 а).



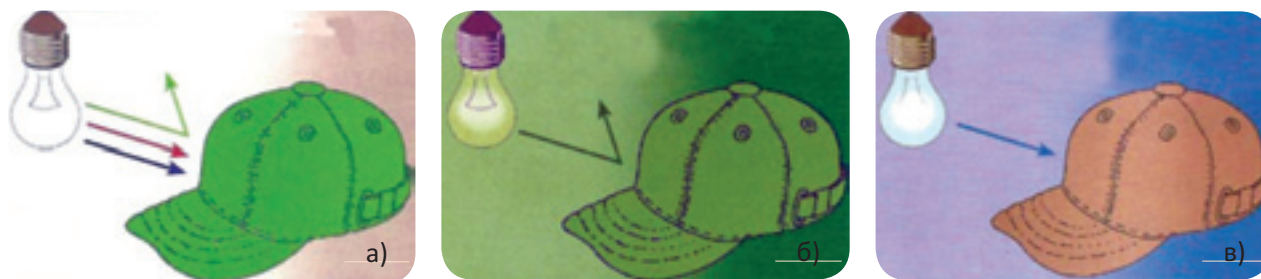
Сл. 9.10

Телото осветлено со бела светлина (која што ги содржи спектралните бои) телото ќе изгледа бело. Ако телото ја одбива само црвената боја од спектарот на светлината ќе изгледа црвено (сл. 9.10.б). Ако телото ги апсорбира сите спектрални бои од белата светлина, тогаш тоа ќе изгледа црно (сл.9.10.в).

Ако телото не ги апсорбира подеднакво сите бои од спектарот на белата светлина тоа ќе биде обоено, а неговата боја ќе зависи од тоа кои делови од спектарот тоа ги апсорбира. Ако непрозирното тело се осветлува со таква светлина во која ги нема некои од боите што тоа ги рефлектира, тогаш неговата боја се менува. Со тоа може да се објасни зошто при вештачкото осветлување некои тела немаат иста боја како и пред дневна светлина.

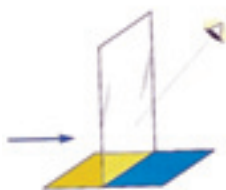
Кога телата ја менуваат бојата?

За да ја испитаме оваа појава ќе се послужиме со следниот обид. Земаме капа зелена по боја и ја осветлуваме со различни видови на светлина (сл. 9.11 а, б, в). Ако зелената капа ја осветлиме со основните бои од спектарот (црвена, зелена и сина) сл. 9.11 а) гледаме дека капата ги апсорбира црвената и сината светлина, а ја одбива зелената. Капата ќе ја гледаме зелено обена.



Сл. 9.11

Ако капата ја осветлиме само со зелена светлина (сл. 9.11 б) поново ќе ја гледаме зелено обоена. Ако капата ја осветлиме со сина светлина (сл. 9.11 в) капата ќе ни изгледа црна.



Сл. 9.12



Сл. 9.13

Бојата на светлината кај прозирните тела, набљудувани во одбиена светлина или во пропуштена светлина може да биде различна (сл. 9.12.). Така на пример прозирно тело силно ја одбива жолтата светлина, а ја пропушта само плавата, во рефлектирана светлина ќе изгледа жолто, а во пропуштена светлина, плаво.

Мешањето на спектралните бои може да се добие и по механички пат со помош на таканаречен Њутнов диск (сл. 9.13.) чии сектори се обоени со различни бои. Боите на плоштините на спектралните бои не се исти. Со брзо вртење на дискот светлината што ја прима окоето од различните сектори ја регистрира како бела.



Размислете. Решете.

1. Софија отишла во дискотека со жолта блуза. Како ќе изгледа бојата на блузата кога во диското се осветли со: а) бела светлина; б) црвена светлина; в) зелена светлина и г) сина светлина? Телата со жолта боја ја пропуштаат сината светлина, а ја одбиваат зелената и црвената светлина. При мешање на зелена и црвена светлина се добива жолта светлина.

2. На сл.9.14. прикажано е како светлината минува низ филтер со боја виолетова. Каква светлина минува низ овој филтер? Каква светлина ќе помине низ филтерот со боја цијан?(сината или црвената?)



Сл. 9.14

3. Каква е бојата на сина топка, ако е осветлена со црвена светлина?

4. Што претставува адитивното мешање на боите?

5. Суптрактивното мешање е карактеристично за:

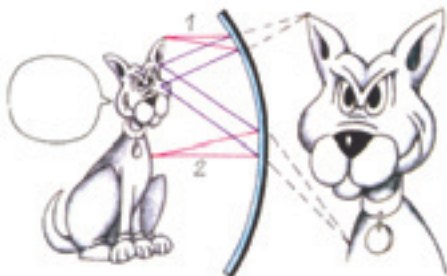
- а) Спектралните бои
- б) Пигментските бои



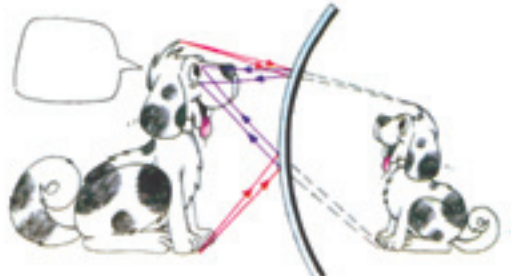
Проверете колку научивте

1. Ако ликот кај рамното огледало е оддалечен 2 m, за колку метри треба да се помести огледалото за ликот да биде оддалечен 10 m?

2. Гледајќи ги сликите со кучето (сл. 1 и 2) пред огледалата, можеш ли да одговориш пред какви огледала се наоѓа кучето? Направи споредба на ликовите и дај свое објаснение.



Сл. 1



Сл. 2

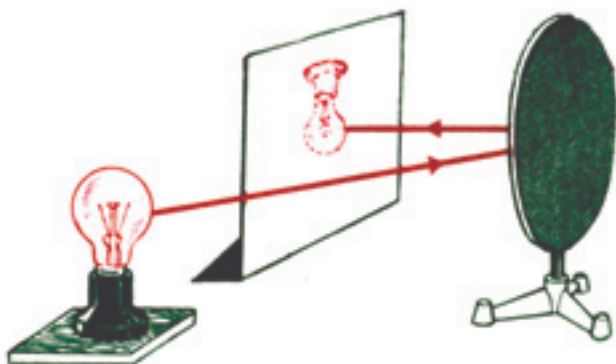
3. Што се случува со светлината кога преминува од една оптичка средина во друга со различни брзини на распространување.

4. Колкава е јачината на леќата, ако фокусното растојание изнесува 5 cm?

5. Со каква леќа се отстранува кратковидоста, а со каква далековидоста?

6. Кои леќи го носат предзнакот "+", а кои "-".

7. Гледајќи ја сликата 3, одговори каде се наоѓа светлинскиот извор пред вдлабнатото огледало.



Сл. 3



Сл. 4

8. Објасни зошто ружата сл. 4 ја гледаме црвено.

9. Ликот и предметот се еднакви по големина и на еднакво растојание во два случаи, и тоа:

а) кај рамното огледало -секогаш;

б) кај сферното огледало -кога предметот е во двојното фокусно растојание. По што се разликуваат ликовите во двата случаи?

10. Дали железото и каменот се оптички средини?

11. Што е индекс на прекршување?

12. Во која средина брзината на светлината е најголема?

13. Која е разликата меѓу реалните и имагинарните ликови?

14. Една леќа има фокусно растојание 0,1 m, а друга 20 cm. Која леќа има поголема јачина?

15. Која појава е искористена при формирањето на виножитото?

Тест (Светлина)

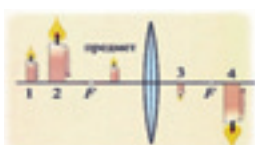
1. Топлински извор на светлина е:
 а) ласер; б) светлечка диода
 в) обична светилка; г) неонска светилка.

2. На сликата 1 прикажан е систем од две огледала. Низ која од точките ќе помине светлинскиот зрак откако ќе се одбие од двете огледала?

- а) А; б) В; в) С; г) О.



Сл. 1



Сл. 2

3. Свеќата на сл. 2. се наоѓа меѓу леќата и нејзиниот фокус. Кој е ликот на свеќата од леќата?

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

4. Дисперзијата на светлината настанува поради:

- а) различниот упаден агол;
 б) различната оптичка густина;
 в) различниот индекс на прекршување.

5. На сл. 3. даден е светлински зрак којшто се прекршува на границата воздух-вода. Колкав е аголот на прекршување?

- а) 60° ;
 б) 20° ;
 в) 30° ;
 г) 40° .



Сл. 3

6. При преминот на белата светлина низ оптичка призма најмногу се прекршува:

- а) виолетова; б) црвена; г) жолта; д) зелена

7. Ако осветлиме зелен предмет со црвена светлина, тогаш предметот ќе изгледа:

- а) зелен; б) црвен; в) црн; г) син.

8. Какво огледало ќе искористите, ако треба да преправите паралелен светлински сноп во сноп што се растура?

- а) испапчено сферно огледало
 б) вдлабнато сферно огледало
 в) рамно огледало
 г) таква промена не е можна само со леќа

9. Колку е фокусното растојание на собирна леќа со јачина од 4D?

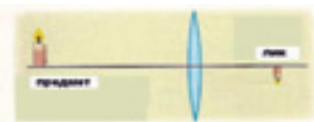
- а) 0,25 cm б) 4 cm в) 25 cm г) 4 m.

10. Отворот низ кој светлината влегува во окото се нарекува:

- а) зеница б) рожница в) мрежница г) ирис

11. Фокусното растојание на леќата прикажана на сл. 4 е 30 cm. На колкаво растојание d се наоѓа предметот од леќата:

- а) $d > 60\text{cm}$
 б) $30 < d < 60\text{ cm}$
 в) $d = 30\text{ cm}$
 г) $d < 30\text{ cm}$



Сл. 4

12. Светлинскиот зрак минува низ три оптички различни средини (сл. 5.). Во која од тие средини брзината на светлината е најмала?

- а) во воздухот;
 б) во стаклото;
 в) во водата;
 г) брзината на светлината насекаде е иста.



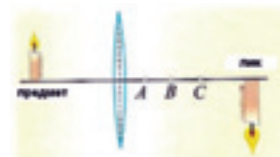
Сл. 5

13. Собирна леќа со какво фокусно растојание треба да биде за да ја искористите како лупа со зголемување од 3 пати?

- а) 1 m; б) 50; в) 25 cm; г) 12,5 cm

14. На сликата 6 е прикажан ликот на свеќата во оптичката леќа. Ликот ќе се наоѓа во пресекот на светлинските зраци што минуваат низ точките:

- а) А
 б) В
 в) С



Сл. 6

15. На сл. 7. претставено е мешање на бои и тоа:

- а) спектрални бои
 б) пигментски бои
 в) комбинација на спектрални и пигментски бои

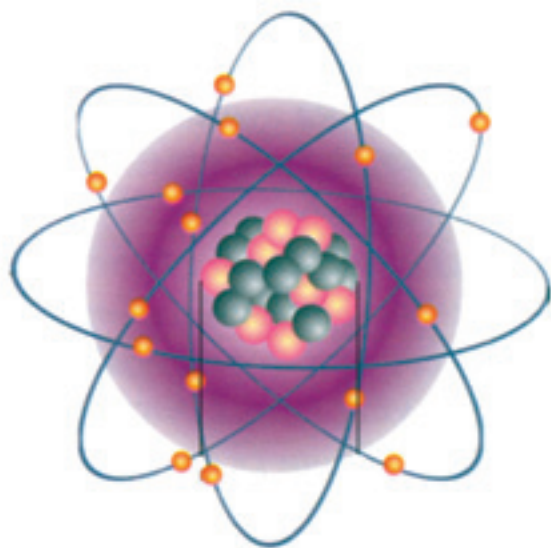


Сл. 7

16. Брзината на светлината е најголема во:

- а) дијамант; б) вода
 в) воздух; г) вакуум.

АТОМСКА И НУКЛЕАРНА ФИЗИКА



1 Градба на атомот. Изотопи

144

2 Радиоактивно зрачење

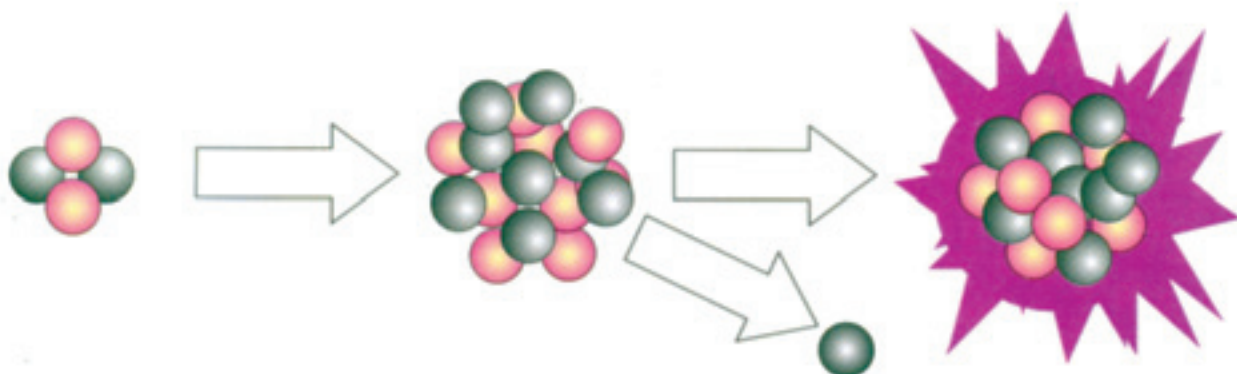
147

3 Откривање на радиоактивно зрачење

151

4 Примена на радиоактивното зрачење. Заштита од радиоактивното зрачење

153



Градба на атомот Изотопи

Според современите сознанија атомот се состои од позитивно наелектризирано **јдро** (нуклеус) и негативно наелектризирани **електрони** кои кружат околу јадрото (електронска обвивка).

Атомското јдро има сложена структура. Тоа е составено од два вида на честички - **протони** и **неутрони**, со приближно иста маса. Протоните и неутроните со заедничко име се викаат **нуклеони**. Еден протон или еден неутрон има околу 1840 пати поголема маса од масата на електронот.

Значи, атомот содржи три вида на честички: **протони и неутрони во јадрото, и електрони**, кои постојано кружат околу јадрото. Протоните и електроните имаат еднакво количество електричество, но со спротивен знак. Протоните се позитивно, а електроните се негативно наелектризирани честички, додека неутроните се без електричен полнеж.

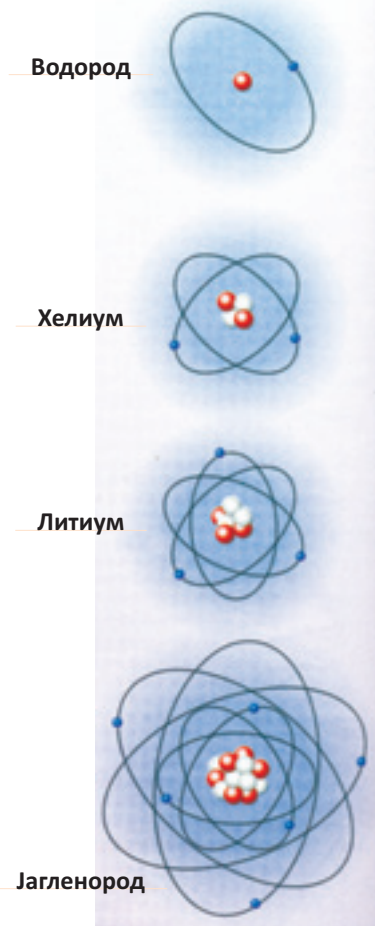
Количеството електричество на протонот или електронот е најмало количество електричество кое се сретнува во природата и се вика **елементарно количество електричество**.

Во внатрешноста на атомот дејствуваат привлечни сили - позитивно наелектризираното јдро и негативно наелектризираната обвивка меѓусебе се привлекуваат, меѓутоа, големата брзина со која што се движат електроните, ги спречува да „паднат“ на атомското јдро (така се одржува стабилност на атомот). Ова потсеќа на Сончевиот планетарен систем. Атомското јдро одговара на Сонцето, а електроните во обвивката на планетите. Електроните се движат околу јадрото по одредени кружни патеки (орбити) слично како што планетите кружат околу Сонцето. Движењето на планетите е условено од гравитационата сила на Сонцето, а движењето на електроните од електричната сила на атомското јдро. Затоа овој модел на атомот често се вика **Планетарен модел на атомот**.

Структура на атомот на некои хемиски елементи - Атомот на водородот, којшто по структура е наједноставен атом, се состои од еден протон во јадрото и еден електрон во обвивката и како целина е електронеутрален. Атомот на хелиумот има два протони и два неутрони во јадрото и два електрони во обвивката. Атомот на литиумот има три протони и три неутрони во јадрото, и три електрони во обвивката итн.

Од наведените примери се гледа, а тоа важи за сите атоми, дека **бројот на протоните во јадрото е еднаков на бројот на електроните во електронската обвивка**, затоа секој атом е електронеутрален.

Меѓутоа, во природата се можни процеси при кои од електро-неутралниот атом се одделува еден или повеќе електрони. Одделените електрони се викаат **слободни електрони**, а тие што останале се викаат **позитивни јони**. Се случува и обратен процес. Некои од слободните електрони можат да влезат во составот на електронската обвивка на атомот. Така настануваат **негативни јони**.



Планетарен модел на атомот

Сл. 1.1

При процесот на одделување на електроните - јонизација, не се менува ни бројот на протоните ни бројот на неутроните во јадрото, се менува бројот на електроните во обвивката.

Димензии на атомот и јадрото

Пречникот на јадрото е од редот 10^{-15} m, а атомската обвивка околу 10^{-10} m (сл. 1.2). Значи, пречникот на јадрото е околу 10^{-5} m (100 000) пати помало од пречникот на атомот.

За димензиите на атомското јадро може да се добие подобра претстава од следното споредување: радиусот на протонот (јадро на водородниот атом) приближно толку пати е помал од сантиметар, колку што пати сантиметарот е помал од растојанието од Земјата до Сонцето (околу $150 \cdot 10^6$ km).

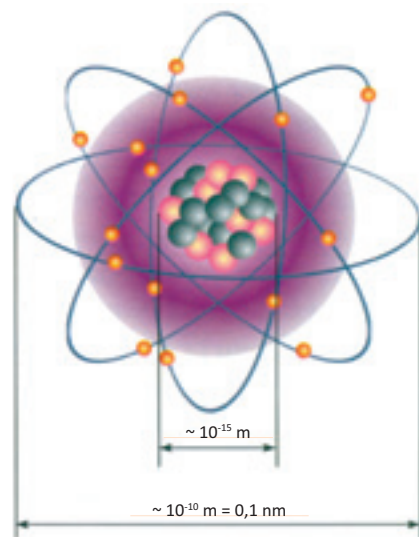
Бројот на протоните во јадрото е основна карактеристика на секој атом, се вика **реден број** (атомски број) и најчесто се

обележува со Z . Вкупниот број на протоните и неутрони, во јадрото, се нарекува **масен број**, и се обележува со A .

масен број = број на протони + број на неутрони

За наведените примери (сл. 1.1), Z и A се: за водородот $Z = 1$ и $A = 1$, за хелиумот $Z = 2$ и $A = 4$ итн.

Ознаките за атомите (односно нивните јадра) содржат хемиски знак од Периодниот систем на елементите (X), реден број (Z) и масен број (A). Вообичаено е масниот и редниот број да се пишуваат од левата страна на ознаката на хемискиот елемент (${}^A_Z X$).



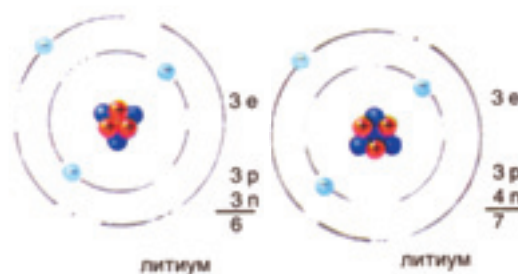
Сл. 1.2



Изотопи

Постојат случаи во атомските јадра на еден ист елемент да има ист број на протони, а различен број на неутрони.

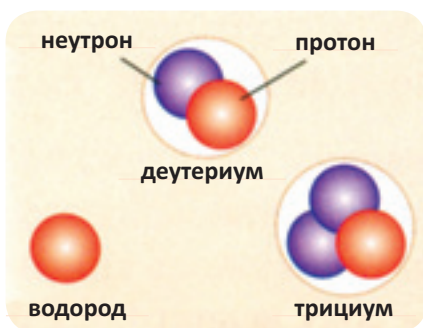
Атомите на еден ист хемиски елемент кои имаат ист број на протони, а различен број на неутрони и кои имаат скоро исти хемиски особини и исто место во периодниот систем на елементите (ист реден број), а различна атомска маса, се викаат изотопи.



Сл. 1.3

Повеќето хемиски елементи имаат два или повеќе изотопи.

Како пример за изотопи ќе го земеме хлорот. Во периодниот систем хлорот има реден број 17. Тоа значи дека во јадрото на неговиот атом има 17 протони. Меѓутоа, атомската маса на хлорот е 35, што значи во јадрото има 18 неутрони ($17 + 18 = 35$). Постои хлор чиј масен број е 37, што ни кажува дека во атомското јадро има 20 неутрони ($17 + 20 = 37$).



Сл. 1.4

Изотопите на водородот имаат сопствени имиња. Водородот има три изотопи: обичен водород, деутериум и трициум (${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$).

Кислородот има три изотопи: ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$, оловото има дури десет изотопи итн.

Пример

Природниот уран има два изотопи: уран - 238 и уран - 235. Колку неутрони има во јадрата на тие изотопи?

$$N = A - Z$$

$$N_1 = 238 - 92 = 146 \text{ неутрони}$$

$$N_2 = 235 - 92 = 143 \text{ неутрони}$$

Изотопите најдоа голема примена во индустријата, медицината, како и во производството на атомска енергија.

Помеѓу протоните во јадрото дејствува одбојна електрична сила. Одбивањето е толку големо поради што ова сила за многу кратко време би го разорила секое јадро на атомите во природата. Меѓутоа, тоа сепак не се случува, бидејќи помеѓу нуклеоните во јадрото дејствува **нуклеарни сили**. Нуклеарната сила е привлечна и околу сто пати е појака од електричната сила. Нуклеарната сила дејствува како помеѓу протони и протони, неутрони и неутрони, така и помеѓу протони и неутрони.

Нуклеарните сили не зависат од наелектризираноста на нуклеоните.

Дејството на нуклеарните сили не се забележува во секојдневниот живот бидејќи тие, за разлика од електричните сили, дејствуваат само на многу мали растојанија (од редот 10^{-15} cm). Значи дејствуваат само во внатрешноста на атомското јадро и ја обезбедуваат неговата релативна стабилност.



Одговори на прашањата

1. Од што е составено атомското јадро?
2. Што е реден број (атомски број), а што масен број?
3. Зошто протоните не се разлетуваат од атомското јадро?
4. Што се изотопи?
5. Каков е редниот број, а каква е атомската маса кај изотопите?
6. Каков електричен полнеж имаат протоните, а каков електроните и дали тие полнежи се разликуваат по големина?
7. Колку протони, електрони и неутрони имаат атомите на ураниум ${}^{238}_{92}\text{U}$ и радиум ${}^{226}_{88}\text{Ra}$?

Природна радиоактивност

Во 1896 година францускиот физичар Анри Бекерел, вршејќи експерименти со уранови соли открил дека тие емитуваат невидливо зрачење што предизвикува поцрнување на фотографска хартија. Вакво својство покажува и чистиот уран, ториум и некои други елементи. Оваа спонтанa емисија на зрачење е наречена **радиоактивност**.

Елементите кои сами од себе зрачат се викаат **радиоактивни елементи**, зраците што се добиваат се викаат **радиоактивни зраци**, а самата појава **природна радиоактивност**.

Физичарите работејќи на овие експерименти заклучиле дека споменатите супстанции секогаш емитуваат зраци без какво било надворешно влијание (температура, притисок и др.).

Подоцнежните испитувања, особено од страна на Марија Склодовска - Кири и Пјер Кири, покажале дека радиоактивноста кај минералите што ги испитувале е условена од присутното количество на ураниум (U) или ториум (Th). Но, констатирале дека кај некои минерали радиоактивноста е толку голема што може да се објасни само со постоење на некој нов, дотогаш непознат елемент што го нарекле радиум (Ra). Подоцна откриле уште еден радиоактивен елемент кому му го дале името полониум (Po).

Се покажало дека невидливото зрачење има многу необични својства:

- врши јонизација во средината каде што поминува;
- предизвикува луминисценција (кај луминисцентни супстанции);
- дејствува на фотографските материјали;
- покажува биолошко дејство;
- хемиско дејство (под дејство на зрачењето шеќерот добива кафеава боја, дијамантот преминува во графит, кислородот во озон);
- има голема продорност итн.



Да констатираме

Радиоактивноста е својство на атомите на некои елементи при што спонтано (без надворешно влијание) атомските јадра се распаѓаат преоѓајќи во јадра на други елементи и при тоа се емитува зрачење.

Зрачењето, заради својството да предизвикува јонизација во средината каде што поминува, вообичаено е да се вика и **јонизирачко зрачење**.



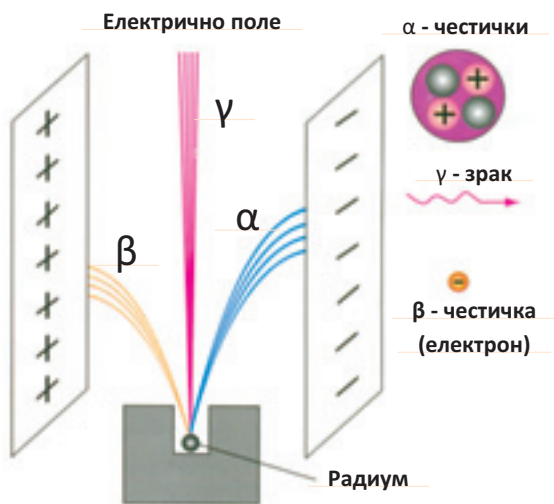
меѓународен знак за
радиоактивност

Сл. 2.1



Марија и Пјер Кири

Сл. 2.2



Сл. 2.3

Испитувањата покажаа дека радиоактивното зрачење не е еднородно. За да се утврди неговата вистинска природа, вршени се експерименти со кои се следи однесувањето во електрично и магнетно поле. Типичен експеримент е овој: Мало количество на некој радиоактивен препарат - *Ra* е поставено во оловна кутија со мал отвор *O* низ кој излегува зрачењето, додека во другите насоки е апсорбирано од оловните ѕидови. На излезот од кутијата поставени се две метални плочи наелектризирани со спротивен вид електричество, така што помеѓу нив постои јако електрично поле. Во продолжение се поставува некој уред којшто може да го регистрира зрачењето. Таквите уреди се викаат **детектори**. Една од нив е фотографската плоча, која прво се изложува на зрачење потоа се развива и се разгледуваат трагите од зрачењето, може да се констатира дека радиоактивното зрачење што го емитува радиоактивната супстанција, се поделило на три дела.

- Кон негативно наелектризираната плоча се отклониле позитивно наелектризираните зраци, наречени **α (алфа) - зраци**.

- Кон позитивно наелектризираната плоча се отклониле негативно наелектризираните зраци, наречени **β (бета) - зраци**.

- Зраците коишто не се отклониле се наречени **γ (гама) - зраци**, било очигледно дека не се наелектризирани.

Со понатамошните испитувања е утврдено следното

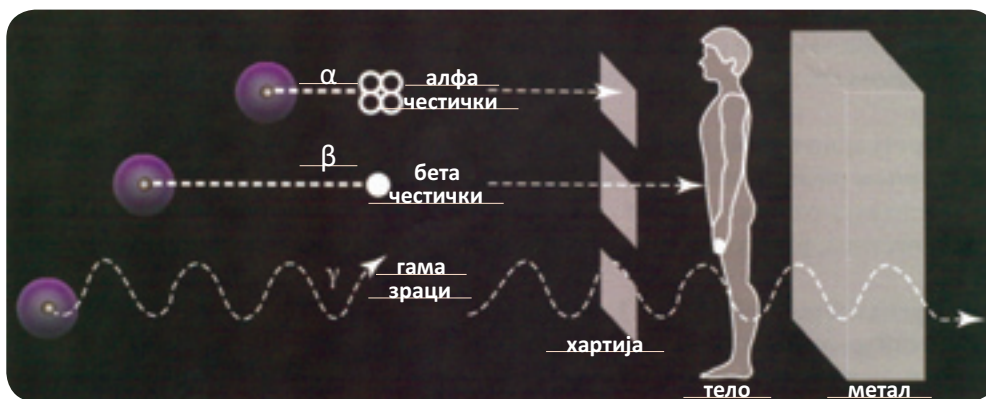
α - зраците се јадра на атомите на хелиумот т.е. содржат два протони и два неутрони. Затоа тие понекогаш се викаат **α - честички**. Нивната позитивна наелектризираност доаѓа од наелектризираноста на двата протони. Тие од атомот излегуваат со голема брзина, но во воздухот брзо се успоруваат. Не се продорни, ги запираат неколку листови хартија, кожата или неколку десетини центиметри воздух.

β - зраците се брзи електрони и се викаат **β - честички**. Можат да минуваат низ 20 - 30 центиметри воздух и низ тенки метални листови. Исто така, продираат и низ кожата.

γ - зраците се електромагнетни бранови, како и светлинските, но со многу помала бранова должина (голема фреквенција), затоа енергијата е многу голема. Овие зраци се најпродорни. Минуваат неколку метри воздух, продираат низ дебели метални листови - освен низ оловото кое ги запира. Тие можат да навлезат длабоко во човечкото тело, γ - зраците се електронеутрални.

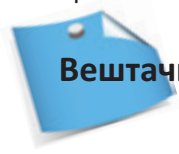
Сите овие зраци кога минуваат низ човечкото тело можат да предизвикаат многу штетни биохемиски реакции.

Продорноста на овие радиоактивни зраци најдобро е објаснето на сликата 2.4.



Сл. 2.4

Радиоактивните извори, кога не се во употреба, се чуваат во оловни кутии со дебели сидови, при што зраците се апсорбираат во сидовите на кутијата. За чување на α и β радиоактивните извори можат да се користат кутии од пластична маса или од алуминиум, бидејќи нивните зрачења не се толку продорни како зрачењето на α - извори.

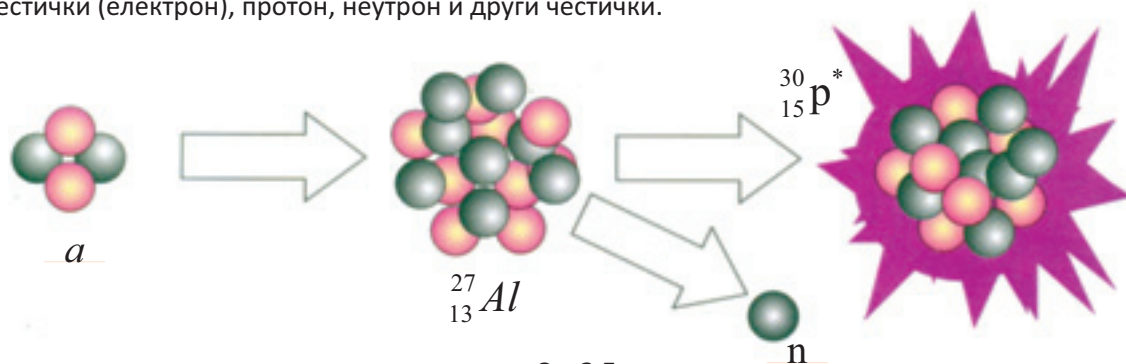


Вештачка радиоактивност

Ирена Жолио - Кири и Фредерик Жолио - Кири во 1934 година, вршејќи експерименти со бомбардирање на повеќе лесни јадра (алуминиум - Al , магнезиум - Mg , бор - B и други), забележале дека бомбардираната супстанција продолжува да зрачи и откако ќе се отстрани изворот на α - честичките. Ова значеше дека се добиваат **радиоактивни изотопи** од елементи коишто во природата се стабилни. Појавата е наречена **вештачка радиоактивност**.

Овие нуклеарни реакции симболично се даваат во форма: $A + a \rightarrow B + b$ или $A(a, b)B$, каде што A и B се почетно и конечно јадро, додека a и b се појдовна (честичка „проектил“) и конечна честичка во реакцијата.

Како „проектили“ за предизвикување на нуклеарна реакција можат да се користат α - честички, β - честички (електрон), протон, неутрон и други честички.



Сл. 2.5

Претворање (преименувањето) на стабилни атомски јадра во нестабилни јадра подложни на радиоактивното распаѓање, се вика вештачка радиоактивност.

Ирена и Фредерик Жолио - Кири со α - честички ги бомбардирале јадрата на атомите на алуминиумот и добиле радиоактивен изотоп на фосфорот и еден неутрон (сл. 2.5).

Изотопот на фосфорот понатаму се распаѓа и преминува во стабилен изотоп на силициумот.

При радиоактивното распаѓање се трансформираат нестабилните атомски јадра во релативно стабилни и се ослободува енергија. Значи, бројот на радиоактивните атоми се намалува, се намалува и интензитетот на зрачењето на тој извор. За секој вид на радиоактивни атоми карактеристична е величината наречена **период на полураспаѓање**.

Период на полураспаѓање е време за кое почетниот број на атоми на некои радиоактивен елемент се намалува за половина. Обично се обележува со T .

После два периоди на полураспаѓање останува уште една четвртина нераспаднати јадра, после три - осмина, после четири - шеснаестина итн. Секој радиоактивен изотоп има карактеристично време на полураспаѓање на кое со надворешно дејство не може да се влијае (распаѓањето не може да се забрза, успори или запре).

Радиоактивните јадра се распаѓаат, спонтано, сами од себе.

Вештачката радиоактивност, односно радиоактивните изотопи, сè повеќе наоѓаат примена во науката и техниката, посебно во медицината за лечење на малигни заболувања.

Под дејство на радиоактивното зрачење се менуваат физичките, хемиските и биолошките својства на средините низ кои минуваат.

Во процесот на јонизација, како што е познато, од неутралните молекули и атоми настануваат јони и слободни електрони.

Бројот на јони по единица должина пат се вика **специфична јонизација**. Најголема е кај α - честичките, помала е кај β - честичките, а најмала е кај γ - честичките.

Радиоактивното зрачење, јонизирајќи молекули и атоми во живите организми, доаѓа до промени во келиите при што се намалува нивната нормална функција, поради што доаѓа до нарушување на здравјето на човекот.

Енергијата на зрачење, апсорбирана од некоја средина, игра главна улога за било какви промени што настануваат во таа средина.

Дејството на радиоактивното зрачење на некоја супстанција се карактеризира со величината **апсорбирана доза на зрачење или доза на озрачување**.

Величината чија вредност е определена со односот од апсорбираната енергија на зрачењето и масата на озрачената супстанција се вика апсорбирана доза на зрачење.

Ако за енергија се земе 1 J, а за маса 1 kg, тогаш единица за апсорбирана доза во SI е G_y (**греј**):

$$G_y = 1 \frac{J}{kg}.$$

Доза од 1 G_y има тогаш кога во секој килограм маса од озрачениот материјал, јонизирачкото зрачење внесува енергија од еден џул.

Во живите организми иста доза од различни видови на зрачења има различни ефекти, поради таа, за определување на степенот на озрачување се користи т.н. **еквивалентна доза**. Се мери со единица мерка - **сиверт (S_v)**, и се изразува на ист начин во $\frac{J}{kg}$. $\left(1 S_v = 1 \frac{J}{kg} \right)$

Оваа единица е воведена за да се разликува биолошкото дејство на одредено зрачење од енергетските карактеристики на дозата дадена во единица греј (G_y).

Апаратите за мерење на дозата на радиоактивно зрачење (како и било кое јонизирачко зрачење) се викаат **дозиметри**.



Откривање на радиоактивното зрачење

За регистрирање (откривање, детекција) на радиоактивните зраци, конструирани се повеќе видови уреди, чиј принцип на работа се заснова на некои од нивните својства, како на пример јонизирачкото дејство врз фотографска плоча, способноста да предизвикуваат луминисценција (светкање) кога ќе паднат врз некој луминисцентен материјал и др.

Уредите (детекторите) за откривање на радиоактивните зраци имаат за задача да извршат засилување на јонизирачките ефекти до потребното ниво, како би можеле со помош на нашите сетилни органи да ги забележиме.

Фотографска емулзија

Самото откривање на радиоактивноста беше направено токму преку дејството на фотографска емулзија - изложена на зрачење таа поцрнува. Подоцна откриено е дека на фотографската емулзија радиоактивните честици што поминале оставаат трага во вид на микроскопски црни точки (сребрени зрна). За да се добијат јасни траги, емулзиите мораше да се усовршат, да се направат подебели емулзии, со зголемен процент на сребро бромид AgBr .



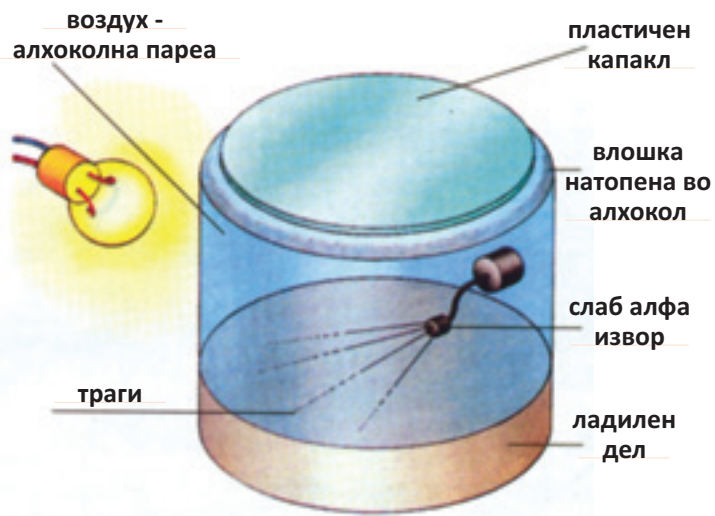
Сл. 3.1

Според изгледот и должината на трагата, како и од растојанието меѓу зрнциата, може да се утврди на кои честици им припаѓа. Од трагата може да се оцени големината на полнежот и енергијата што ја имала честицата. На една иста нуклеарна емулзија можат да се добијат повеќе траги чие испитување може да даде податоци за карактеристични атомски процеси, распаѓање, судири што честицата ги направила итн.

Вилсонова комора

Вилсоновата комора е уред за детекција на јонизирачко зрачење.

Оваа комора се користи за проучување на α -честиците. Во неа можете да ги видите трагите на α -честиците. Комората има ладна алкохолна пара помешана со воздух. α -честиците вршат јонизација и околу создадените јони се кондензира парата. Таму каде што поминала α -честица може да се види линија од ситни капки. Трагите покажуваат дека α -честиците во воздухот имаат димет од само неколку центиметри.



Сл. 3.2

Информациите што можат да се добијат од трагите во комората се следните:

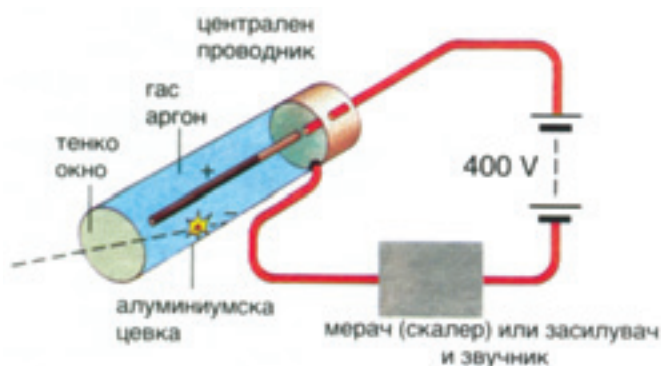
- се утврдува бројот на честичките и правецот на нивното движење;
- според досегот се одредува енергијата;
- според закривеноста на патеката кога комората е во магнетско поле се одредува полнежот на честичката и нејзиниот импулс.

Гајгер - Милеров бројач

Тоа е мошне ефикасен и економичен уред кој често се користи. Со него се врши детекција на радиоактивното зрачење, но не и идентификација (кој вид зрачење е детектирано).

Типична конструкција на Гајгер - Милеровиот бројач е следната: Во цевка од метал или стакло (на стаклото од внатрешната страна се нанесува тенкок метален слој) низ средината е затегната тенка (дијаметар 0,02 - 0,05 mm)

метална жица, којашто од цевката е изолирана со изолатор. Жицата е анода, а металната цевка е катода. Меѓу нив е приклучен висок напон. На предниот дел од цилиндарот се наоѓа тенко прозорче низ кое можат да поминат радиоактивни зраци. Цевката е исполнета со гас или смеса од гасови.



Сл. 3.3

Окното на крајот од цевката е доста тенко, дури и α - честичките можат да поминат низ него. Ако α - честичката влезат во цевката, таа го јонизира гасот во цевката. Поради тоа се создава искра со висок напон која предизвикува протекување на краткотрајна струја во колото.

β - честичка или бран на γ - зраци би имале ист ефект.



Сл. 3.4

Гајгер - Милеровиот бројач може да се поврзе со:

Мерач. Иглата покажува одбројување во секунди. Ако се откријат во цевката 50 алфа чесици се покажуваат 50 одбројувања во секунда.

Скалер. Тој го покажува вкупниот број на честички или γ - зраци што влегуваат во цевката.

Засилувач или звучник. Звучникот дава сигнал („клик“) секогаш кога честичка или бран на γ - зраци влегува во цевката.

Примена на радиоактивното зрачење Заштита од радиоактивното зрачење

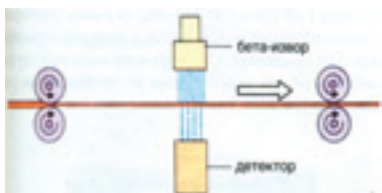
Примена на радиоактивно зрачење

Релативно едноставното добивање на вештачките радиоизотопи ја овозможи нивната широка примена во науката и во практичната дејност. Се користат во физиката, техниката, медицината, биологијата, земјоделството итн.

Зависноста на апсорпцијата на зрачењето од дебелината и составот на материјалот е искористена во индустријата и техниката за откривање на дефекти во материјалите. На метална лента паѓа сноп од β - честичи, чија пробивност низ лимот зависи од неговата дебелина (сл. 4.1). Ако детекторот прими повеќе честички, значи дека лимот тука е тенок и обратно.

Втор пример, за „гледање“ низ челик (сл. 4.2).

γ - зраците се користат за снимање на заварените места кај металите. Овде изворот на γ - зраци е внатре во цевката. Радиографскиот филм се обвитува од надворешната страна на цевката.



Сл. 4.1



Сл. 4.2

Во медицината радиоизотопите се користат во: дијагностички и терапевтски цели.

И во двата случаи се користат својството на селективна апсорпција на радиоизотопите од страна на здравото или заболеното ткиво

или орган. Нивното зрачење кое се следи и контролира има лековите дејство. Се користи за:

- Лекување на нарушување во работата на тироидната жлезда со користење на радиоактивен изотоп на јодот-131;
- Дијагноза на тумор во мозокот и други заболувања;
- Дијагностицирање на кардиоваскуларни заболувања;
- Лекување на рак со третман преку зрачењето од кобалт-60 при што се уништуваат заболените клетки.

- Уништување на карценогените ќелии (сл. 4.3). Со оваа машина се концентрираат γ -зраците врз заболените ќелии на само еден мал дел од телото.



Сл. 4.3

За прегледување на градите со радиоактивен гас, пациентот вдишува мало количество радиоактивен гас криптон (сл. 4.4). На екран се набљудува движењето на гасот, а потоа се поставува и дијагнозата.



Сл. 4.4

Со помош на радиоактивните изотопи се следат тековите на подземните води, евентуалните пропусти на браните на хидроцентралите и др.

Во земјоделството се применуваат за обележување на некои состојки на вештачките ѓубрива за да се утврдат оптималните количества што се потребни.

Изотопот јагленород-14 се користи за проучување на фотосинтезата и други процеси кај растенијата.

Радиоизотопите се користат како извори на енергија за напојување на мали уреди и инструменти каде поинаку тоа не е можно. Нивната енергија се претвора во топлина, а потоа во електрична струја. Тоа се т.н. атомски батерии што траат повеќе години.



Заштита од радиоактивно зрачење

Радиоактивното зрачење е опасно. Опасно е да се работи со радиоактивни супстанции или да се доближува блиску до нив без соодветна заштита.

Радиоактивното зрачење при премин низ супстанциите врши јонизација на атомите и молекулите, поради што доаѓа до промена на нивните хемиски активности. Ако вакво зрачење минува низ жив организам (човечки организам - човечко тело), тоа во клетките предизвикува различни промени и оштетувања.

Ако се акумулира поголема доза на зрачење во организмот се јавува **радијациона болест** при што настанува труење на организмот и губење на одбранбената моќ заради оштетување на имунолошкиот систем, внатрешните жлезди, коскената срж, крвните состојки. Во најтешки случаи доаѓа до смрт. Особено опасно е ако радиоактивни препарати влезат во организмот преку дишењето, преку рани, со голтање итн.

Интезивното α и β - зрачење што предизвикува значителна јонизација во клетките на живиот организам најпрвин предизвикува тешки изгореници, оштетување на очите, кожата, опаѓање на косата, општа слабост, повраќање.

γ - зраците, кои што се многу продорни, ги уништуваат клетките во внатрешноста на организмот. Затоа, за ракување со радиоактивни извори потребна е посебна обука, заштита и работна дисциплина.

Утврдено е дека релативно слабо зрачење, чија енергија при потполна апсорпција ја намалува температурата на човечкото тело за околу 0,0010C, може да предизвика осетни повреди на клетките, поради кои се нарушува нивната нормална функција. Ако зрачењето биде поинтензивно може да се случи сите живи клетки да изумрат. Опасноста од озрачувањето е дотолку полоша што тоа не предизвикува болки при изумирање на организмите.

Поради сите овие опасности, за ракување со радиоактивни извори потребна е посебна обука, заштита и работна дисциплина.

Заради заштита на населението, како и на луѓето кои непосредно се ангажирани со работа со јонизирачко зрачење, пропишани се строги мерки на кои сите треба да се придржуваат. Најважно е да се знае дека без поголема потреба не е препорачливо луѓето да се изложуваат на зрачење (терапија со радиоизотопи, рендгенски снимања, а особено повторени снимања, задржување во простории каде има зрачење итн.).

Бидејќи радиоактивното зрачење дејствува, пред сè, штетно врз човечкиот организам, се поставува прашање колкава е максималната доза што може да ја прими човечкиот организам без да има штетни последици за него.

Одредени се максимални дози за различни категории на население и различни професии.

Количеството на радиоактивното зрачење или количеството енергија што ја ослободува тоа



Сл. 4.5

зрачење во некоја материјална средина се вика **радиоактивна доза D**. Уредите кои служат за мерење на радиоактивната доза се викаат **дозиметри**. Дозиметрите најчесто претставуваат минијатурни јонизациони комори. Се изработуваат претежно во вид на пенкала во својство на лични дозиметри. Нив најчесто ги користат работниците кои работат во нуклеарни постројки, институти, во индустријата која употребува радиоактивни материјали, како и во сите други случаи каде што работниците можат да дојдат во контакт со радиоактивното зрачење.

Денес, во општ случај, се смета дека нема безопасна доза, секоја носи одреден ризик и затоа треба да се одбегнува изложувањето на јонизирачки зрачења.

Задачи

1. Одреди го составот на ${}_{92}^{238}\text{U}$; ${}_Z^AX$.

$Z = 92$ - во јадрото има 92 протони; $A = 238$; $A - 92 = 238 - 92 = 146$ - број на неутрони

2. Јадрото на среброто има масен број 108. Ако бројот на неутроните во ова јадро е 61, да се одреди бројот на електроните во обвивката на атомот на среброто. $A = 108$; $A - Z = 61$.

Ако е познат масниот број и бројот на неутроните, лесно се одредува бројот на протоните во јадрото. $Z = A - 61 = 47$.

Ако атомот е во нормална (неутрална) состојба, бројот на електроните во обвивката е еднаков на бројот на протоните во јадрото. Значи, во обвивката има 47 електрони.

3. Ако почетниот број на радиоактивните јадра е 800000, колку јадра ќе се распадат за време од три полупериоди за даден елемент?

Познато $N_0 = 800000$, $t = 3T_{1/2}$; Се бара бројот на распадатите јадра.

За првиот полупериод ќе се распадне $N_1 = \frac{1}{2}N_0$; За вториот полупериод $N_2 = \frac{1}{2}N_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}N_0\right) = \frac{1}{4}N_0$;

За третиот полупериод $N_3 = \frac{1}{2}N_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}N_0\right) = \frac{1}{8}N_0$. Вкупниот број на распаднати јадра за време

од три полупериоди е $N = N_1 + N_2 + N_3 = \frac{1}{2}N_0 + \frac{1}{4}N_0 + \frac{1}{8}N_0 = \frac{7}{8}N_0 = \frac{7}{8} \cdot 800000 = 700000$.

За даденото време ќе се распадат 700000 јадра.



Реши ги задачите

1. Молекулата вода (H_2O) се состои од два атоми водород и еден атом кислород. Колку електрони има во молекулата вода.

2. Колку неутрони има во јадрото ${}_{82}^{202}\text{Pb}$:

а) 82; б) 202; в) 160; г) 120?

3. Каков е составот на јадрото на изотопот на кобалт со атомски број 27 и масен број 59?

4. Кои радиоактивни честички (α или β) имаат поголема маса?

5. Јадрото ${}_Z^AX$ емитуваа една α и три β честички, при што настанува јадро ${}_{Z_1}^AY$. Одреди го редниот и масниот број на јадрото Y ?

6. За колку време првобитниот број на радиоактивни јадра (N_0) се намалува на $\frac{1}{4}N_0$? Периодот на полураспаѓање е 15 дена.

Тест (Атомска и нуклеарна физика)

1. Атомското јадро е составено од:

- а) протони и неутрони
- б) протони и електрони
- в) неутрони и електрони
- г) протони, електрони и неутрони.

2. Изотопи се нарекуваат атомите на еден ист хемиски елемент кои што имаат:

- а) еднаков број протони, различен број неутрони
- б) различен број протони, еднаков број неутрони
- в) различен број неутрони, еднаков број протони
- г) еднаков број неутрони, различен број електрони.

3. Нуклеони се наречени:

- а) електроните и протоните
- б) протоните и неутроните
- в) јоните и електроните
- г) неутроните и јоните.

4. Во атомското јадро нема:

- а) протони б) електрони
- в) енергија г) неутрони

5. Колку електрони има атомот на елементот алуминиум со масен број 27 и реден број 13?

- а) 40 б) 27 в) 20 г) 13

6. При кој вид на зрачење не се менува масниот број?

- а) α ; б) β ; в) γ ; г) нема такво зрачење,

7. Изотопите на водородот се со масен број 1, 2, 3. Колку неутрони има во јадрото на секој од нив?

- а) 1, 2, 3 б) 0, 1, 2
- в) 1, 2, 2 г) 1, 1, 1

8. Колку неутрони има во атомот на ${}_{92}^{238}\text{U}$?

- а) 46 б) 92 в) 146 г) 192

9. Колку електрони содржи еден атом кислород? ($Z = 8$, $A = 18$).

- а) 8 б) 10 в) 18 г) 26

10. Деутериум и трициум се:

- а) различни хемиски елементи
- б) исти хемиски елементи
- в) изотопи на водородот
- г) изотопи на кислородот.

11. Кои честички имаат најголема продорна моќ?

- а) α - честички
- б) β - честички
- в) γ - зрачење
- г) трите вида иста моќ.

12. Која од наброените честички има најголема маса?

- а) електрон б) протон
- в) α - честички г) неутрон.

13. Периодот на полу распаѓање на радиумот е $T_{1/2} = 1600$ години. После колку години ќе се намали четири пати?

- а) $t = 320$ години б) $t = 2500$ години
- в) $t = 3200$ години г) $t = 250$ години.

14. Кое јадро на посочените хемиски елементи има 7 протони и 9 неутрони?

- а) ${}_{7}^{14}\text{N}$; б) ${}_{7}^{15}\text{N}$;
- в) ${}_{7}^{16}\text{N}$; г) ${}_{7}^{17}\text{N}$.

Решенија на задачите

Електрични и магнетни појави

1

1. Ќе ги привлече.
2. Статичен.
4. Негативно.

5. Истовремено да се доближат до електроскоп. 6. Ако се одбиваат.
7. Неточни.

2

1. Електрично поле.
2. Електрони и јони.
3. Полнеж на електронот.
4. 1 C.

3

2. 2 A. 3. б).
4. 9 A. 5. а).

4

2. Не. 3. Затворен круг.
4. Прекин на кругот.
5. Движење низ изворот.
6. Прекинат круг.

5

3. Грејач. 4. Ќе се загреат.
6. Усвитени гасови.
7. Издвојување на гасови.

6

1. 3,6 V; 18 V; 24 V
3. Напон; 1,2 V
6. 0,1 V. 7. Се намалува

7

1. 2,58 k Ω ; 800 Ω ; 40 000 Ω ; 1200 M Ω 3. а) 4 пати се зголемува; б) 3 пати се намалува; в) 5 пати се намалува

8

1. 0,25 A
2. Да; $R_1 = 25 \Omega$; $R_2 = 50 \Omega$.
3. $R_{Fe} = 0,5 \Omega$; $R_{con} = 50 \Omega$.

9

2. Паралелно; $R_1 = 2,4 \Omega$; $R_2 = 0,6 \Omega$. 3. $R = 4,5 \Omega$.
4. $R_1 = 100 \Omega$; $I = 2,2 A$.

10

1. 4 микрофаради.
2. Вишокот го прифаќа кондензаторот. 3. Не; ќе се разелектризираат. 4. Затоа што се зголемува активната површина „S“

11

1. $I = 7 A$. 2. $I = 9,1 A$; 4,5 kWh.
3. $P = 30,4 kW$; $U = 380,6 V$.
4. 7,5 kWh. 5. $P = 1000 W$.
6. $P = 0,6 W$. 7. $P = 36 W$.
8. $P = 0,0016 MW$. 9. $P = 101,2 W$.
10. $I = 4 A$. 11. $P = 1,5 kW$.

12

2. 100 mA. 4. До 5 mA.
5. Различна јачина.

13

1. Појако е прилепување на ист пол од друг магнет, слабее со прилепување на спротивен пол од друг магнет.
2. Ќе растурат спојниците. 3. Бидејќи краевите на иглите се со спротивни магнетни полови. 4. Се привлекуваат на сл. В, а се одбиваат на сл. А и С.
5. На долните краеве се образуваат истоимени магнетни полови.
7. а) тој што повеќе ја истегнува спиралата; б) да, ако издолжувањата се еднакви

14

- Размисли и одговори (стр. 56)**
1. Од положбата на магнетната игла се одредува насоката на магнетните силиви линии, а со правилото на десната рака и насоката на струјата 3. Се определува со правилото на десната рака. 4. б)

Размисли и одговори (стр. 61)

1. Светилката пак ќе свети. 2. Магнетната игла ќе се заврти. 3. в).
4. Калемот со железно јадро.
5. На блиските краеве на калемите постојат истоимени магнетни полови и поради тоа калемите меѓусебе се одбиваат. 7. $B = 0,6 T$. 8. б).
9. а) се привлекуваат; б) се одбиваат.

18

1. а) 110 V; б) 11 V; в) 220 kV.
2. 48 навивки. 3. $I = 110 A$.
4. $U_2 = 24 V$.
5. 1,2 V; 120 V; 12 V;

Светлина

1

1. Да; 2. 2. Правопропорционално. 3. Не. 6. Просирно. 9. 0,14 h. 10. Не. 11. Не.
13. Да. 14. Затемнување на Месечината. 15. Затемнување на Сонцето.

2

1. б). 2. б).
4. 7 m. 6. Да.

3

1. Различни се огледалата.
2. Конвексно. 3. Во фокусот.
4. Рамно. 5. 5,13 cm. 6. 20 cm.

4

1. Не го менува. 2. Промена на брзината. 3. Упадан агол, нула степени. 4. Однос на брзините.
5. 1,81. 6. а) оптички погуста; б) менува оптичка средина; в) 0,7.

5

1. Тотална рефлексција.
5. Граничен агол. 8. Зракот „3“.
13. г) Зракот „4“

6

1. Континуиран; линиски.
2. б) Главен. 3. Виолетова, црвена. 4. Различни брзини.

7

2. Потенката. 3. 16,7 D. 4. 2 m.
5. а). 7. Реалните. 8. 2F.
9. Имагинарен. 10. 30,3 cm.
12. а) и б) собирни, в) и г) растурни.
14. До 12 пати.

9

1. Жолта, црвена, зелена, црна.
2. Црвена и сина.
3. Виолетова.

Осцилации и бранови. Звук

3

1. А, трансверзален; Б, лонгитудинален. 2. а) Б; б) А; в) В.
3. а) $\lambda = 3 m$; б) $f = 2 Hz$;
- в) $v = 4 m/s$. 4. а) $f = 2 Hz$; б) $v = 4 cm/s$.

Атомска и нуклеарна физика

4

1. 10. 2. г) 120.
3. 27 протони и 32 неутрони
4. Алфа честичките и тоа околу $4 \cdot 1840$ пати. 5. $Z_1 = Z + 1$, $A_1 = A - 4$.
6. $t = 2 \cdot T_{1/2} = 2 \cdot 15 = 30$ дена.

Величини, единици, поими

А

атом
анјон
анода
апсорпција
агол
амплитуда
атомска бомба
амперова сила
алфа зраци
амперметар

Б

батерија
брзина
браново движење
бранова должина
бета зрачење

В

ватметар
волтметар
волт
волтамперски вакуум
вештачка радиоактивност
верижна реакција

Г

график
генератор
грејач
гасови
гром
гама зрачење

Д

должина
далновод
дисоцијација
диода
дурбин
диоптрија
далековидост
дозиметри
диполи
деклинација

Е

електризирање
електрицитет
енергија
електричен напон
електрична струја
електричен полнеж
электролиза
електричен круг
электролит
электрода
електрохемиски
еквивалент
електрична искра
електрична цевка
емисија
елонгација
еластизни средини
ехо
електрон
електромагнет

З

зеница
засилувач
зрак
звук
звучни бранови

И

изолатор
извор на струја
извор на светлина
изолација
имагинарен
испарувач
индекс на прекршување
извор на бранови
индукционен генератор
инфра звук

Ј

јачина
јон
јонизација
јонизатори
јадро
јонизација
јонизирачко зрачење
јадрена фасија
јужен пол
јачина на струјата

К

кондензатор
калориметар
кристал
катјон
катода
карактеристика
конкавно
конвексно
кратковидост
кулон
коефициент на
размножување
калем
комутатор
коллектори

Л

лик
Ленц
леќи
ласер
лупа
лонгитудинални бранови

М

молња
мани на окото
микроскоп
масен број
магнет
магнетни полови
магнетни силиви линии
магнетен меридијан
магнетно поле

Н

набљудување
напречен пресек
неутрони
нуклеони
негативни јони
нуклеарни сили
нуклеарна експлозија
нуклеарни центри
наизменична струја
нулти проводник

О

отпор
ом
отпорници
осигурувач
омметар
огледало
одбивање
оптичка
окулар
око
објектив
осцилирање
очила

П

паралелно
проводник
полупроводник
празнење
примесна
полупроводливост
појави
призма
прекршување
плампаралелна плоча
периодично движење
период на осцилирање
протони
позитивни јони
планетарен модел
природна радиоактивност
позитрон
природен магнет
привремени магнети
перманентни магнети
примул

Р

работа
рекомбинација
рамнина
рефлексија
растојание
рефлектори
реален
растурни
реден број
радиоактивност
радиоактивни зраци
радиоактивни елементи
радиоактивни изотопи
радиоактивна болест
радиоактивна доза

С

специфичен отпор
супрапроводливост
сврзување
сијалица
струја
струјомер
сноп
сопствена
полупроводливост
светлина
сонце
сфера
спектар
сферни
собири

Т

тотална рефлексија
тубус
течности
термоелектронска емисија
транзистор
трансмисија
табела
термометар
триода
трансверзални бранови
трофазни

У

ултразвук

Ф

фотон
фокус
фарад
фарадеј
фокусно растојание
фреквенција
фотографска емулзија
фискони фрагменти
фаза
фазни проводници

Ц

цепење на јадрото

Ч

чип

Ш

шема
шуплина