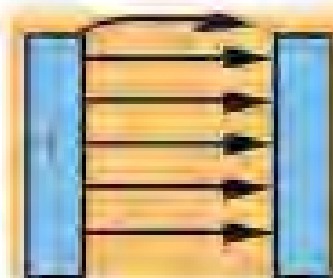


таъсиркунанда аз ҳама зиёд аст, хатҳои қувваи ба ҳамдигар зич (наздиқ) мебошанд.

Майдони электрикери, ки ҳама нуқтаҳош шиддат (шадидият)-и якхела дорад, майдони электрикии якҷинса меноманд.



Рас.6.25

Хатҳои қувваи фазои байни ду лавҳаи ҳамворе, ки барқаҳои баробар, вале зидаломат доранд, майдони электрикии якҷинса ба вуҷуд меорад. Дар ин маврид танҳо қанори лавҳаҳо камубеш қачӣ дошта метавонад (рас.6.25).



1. Хатҳои қувваи барқаҳои мусбат ва манфӣ аз кучо ибтидо мебаранд ва дар кучо интиҳо меёбанд?
2. Хатҳои қувваи, ки аз қониби ду барқа, масалан, манфӣ – мусбат, мусбат – манфӣ, манфӣ – манфӣ ҳосил мегарданд, чӣ гуна «сохтор» доранд?
3. Чӣ гуна майдонро майдони электрикии якҷинса меноманд?
4. Майдони якҷинсаре чӣ тавр ҳосил мекунад?

6.11. Атом. Сохти атом. Зарраҳои барқаманд дар атом

Сохти дохилии моддаҳоро надониста, ба пурсишҳои “Чаро ҷисмҳо ҳангоми молишхӯрӣ барқаманд (заряднок) мешаванд?” ё “Чаро дар ҷисмҳои молишхӯрда барқаҳои гуногуналومات пайдо мешаванд?” посух додан имконпазир нест.

Ҳангоми омӯختани падидаҳои ҳароратӣ мо таълимоти сохти атомӣ – молекулии моддаҳоро дар шарҳи падидаҳои диффуз, гармигузаронӣ ва м.ин. мавриди истифода қарор додем. Вале барои шарҳ додани падидаи барқаманд шудани моддаҳо дониши мо дар бораи сохти атомӣ – молекулии моддаҳо кофӣ нест, зеро атомҳо ва молекулаҳо дар шароити муқаррарӣ дорои барқа нестанд, балки хунсо (бебарқа) мебошанд. Дар ибтидои асри гузашта рушан гардид, ки мавҷудияти барқа бо сохтори атом алоқаманд аст. Олими машҳури англис

Эрнест Резерфорд (1871-1937) ва шогирдонаш бо роҳи таҷрибавӣ муқаррар карданд, ки атом дар миёнҳои худ **ҳаста** (ё худмавз)-и вазнин дорад ва ҳаста соҳиби барқои мусбат мебошад.

Резерфорд с. 1911 таҷрибаҳои худро дар бораи сохти атом ҷамъбаст карда, модели сайёравии атомро пешниҳод кард. Ба гуфти \bar{y} атом манзумаи мураккабе мебошад: дар маркази атом зарраи мусбатбарқои вазнине мавҷуд аст, ки онро **ҳастаи атом** номидаанд. Ва дар гирди ҳаста электронҳо гардиш меҳӯранд. Аз ҷиҳати сохт атом ба Манзумаи Офтоб шабоҳат дорад: ба монанди он ки сайёраҳо ба Офтоб бо қувваи ҷозиба ҷазб мешаванд, электронҳо ҳам ба ҳастаи атом бо қувваи электрикӣ (қувваи кулонӣ) кашида мешаванд. Ҳамин аст, ки модели пешниҳодкардаи Резерфорд **модели сайёравии атом** ном гирифт. Метавон гуфт, ки ба қавли Иқбол:

Сад ҷаҳон дар як фазо пӯшидаанд,
Мөҳрҳо дар зарраҳо пӯшидаанд.

Тасаввуроти имрӯза дар бораи сохти атом ба модели сайёравии атом наздик аст (шумо дар бораи сохти атом дар синфҳои 9-11 маълумоти пурратар хоҳед гирифт).

Дар шароити муқаррарӣ андаруни атом адади зарраҳои барқаманди мусбат ва манфӣ ба ҳамдигар баробаранд ва бино бар ин атом хунсо (бебарқа) мебошад. Вале атом метавонад як ё чанд электрони худро гум кунад ё ки як ё чанд электрон қабул кунад — дар натиҷа барқои атом ҷамъан метавонад мусбат ё манфӣ шавад. Чунин атомро **ион** меноманд.

Хуб, бузургии барқои электрон чӣ қадар аст?

Барқои электронро аввалин шуда физикдони амрикоӣ Р.Милликен (1868-1953) муқаррар намудааст. Қимати ададии барқои электрон дар асоси санҷишҳои Милликен ин қадар баромад (барқои электрон манфӣ аст):

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Массаи электрон аз массаи атоми ҳидроген қариб 2000 бор кам аст. Андозаҳои ҳаттии атом тақрибан 10^{-8} см мебошад. Дар навбати худ, андозаи ҳаста нисбат ба андозаи атом тақрибан 100 000 бор хурд аст.

Атомҳои унсурҳои кимиёии гуногун дар шароити муқаррарӣ аз ҳамдигар бо адади электронҳо ва хосиятҳои ҳастаҳои он



Рас.6.26

фарқ мекунанд. Масалан, дар атофи ҳастаи атоми ҳидроген ҳамагӣ як электрон, дар атофи ҳастаи ҳелий ду электрон, дар карбон шаш электрон, дар атоми тилло 79 электрон ғардиш мекӯрад.

Электронҳо метавонанд аз атом канда шуда, дар натиҷа барқои умумии манфии атомро тағйир диҳанд. Вале дар ин сурат унсури кимиёӣ мавҷудияти худро гум намекунад. Аммо дар мавриди тағйир ёфтани барқои ҳастаи атомӣ унсури кимиёӣ сифатан тағйир мебад – дар ин маврид унсури кимиёии нав ҳосил мешавад.

Ҳоло муқаррар шудааст, ки ҳастаҳои атомӣ аз *протонҳо* ва *нейтронҳо* ном зарраҳои таркиб ёфтаанд. Барқои протон ададан ҳамчони барқои электрон аст, вале аломати ба он муқобил дорад. Нейтронҳо аз ҷиҳати электрикӣ зарраҳои хунсо ҳастанд.

Дар шароити муқаррарӣ, яъне ҳангоми хунсо будани атом адади протонҳо ба шумораи электронҳо баробар аст. Дар рас. 6.26 тарҳи сохтори атомҳои ҳидроген, ҳелий ва литий тасвир шудааст.

Адади протонҳо, нейтронҳо ва электронҳои атомҳоро аз рӯи ҷадвали даврии унсурҳо муъайян кардан осон аст. Рақами тартибии унсури кимиёӣ ба адади электронҳои атом мувофиқат мекунад. Азбаски дар атом дар шароити муқаррарӣ шумораи электронҳо ба шумораи протонҳо баробар аст, бино бар ин рақами тартибӣ инчунин ба адади протонҳо мувофиқат мекунад. Агар адади протонҳоро аз қимати адади массавии дар ҷадвали даврий то адади том ҷалхӯштшуда тарҳ кунем, шумораи нейтронҳоро ҳосил мекунем.

Мисол: Оксиген дар ҷадвали даврии унсурҳо ҷойи 8-ро ишғол мекунад ва адади массавии он ба 16 баробар аст. Адади электронҳо, нейтронҳо ва протонҳои онро муъайян кунед.

Ҳал : Азбаски атоми оксиген ҷойи 8-ро ишғол мекунад, пас адади электронҳои он ва инчунин адади протонҳош низ ба 8 баробар мебошад. Барои ёфтани шумораи нейтронҳо аз 16 адади протонҳоро тарҳ карда, ҳосил мекунем: $16 - 8 = 8$.



1. Модели сайёравии атом чӣ гуна модел аст?
2. Чарост, ки атом дар шароити муқаррарӣ хунсо (бебарқа) мебошад?
3. Электрон чист?
4. Андозаи атом аз андозаи ҳаста чанд бор зиёд аст?
5. Ҳастаҳои атомӣ аз чӣ гуна зарраҳо таркиб ёфтаанд?

6.12. Шарҳи падидаи барқаманд шудани ҷисмҳо

Дар ҳолати аз ҷиҳати электрикӣ хунсо (бебарқа) будани ҷисм ҷамъи барқаҳои мусбату манфии он баробари сифр аст, яъне адади барқаҳои мусбати ҷисм ба шумораи зарраҳои манфибарқаи он баробар аст. Агар электронҳо аз як ҷисм ба ҷисми дигар гузаранд, яке аз ҷисмҳо манфӣ ва дигараш мусбат барқаманд мешавад. Ҷисме, ки адади электронҳои он нисбат ба адади зарраҳои мусбатбарқааш зиёд бошад (яъне агар ҷисм электрони изофа дошта бошад), он ҷисм соҳиби барқаи манфӣ мегардад. Ва, баръакс, агар адади электронҳо нисбат ба адади зарраҳои мусбат кам бошад, ҷисм мусбатбарқа мешавад.

Шумо медонед, ки ҳангоми молиш додани хаткашаки пластмасӣ бо матоъи пашмин хаткашак манфибарқа мешавад. Пас, сабаби чунин рӯйдод дар он аст, ки ҳангоми молиш додани ҷисмҳои мисолшуда, як миқдор электронҳо аз матоъи пашмин ба хаткашак мегузарад. Аз як ҷисм ба ҷисми дигар асосан электронҳо мегузаранд, ки ба ҳастаи атом бо қувваи нисбатан кам алоқаманданд. Ба ҳамин сабаб дар матоъи пашмин адади зарраҳои мусбатбарқа назар ба зарраҳои манфибарқа зиёд мешавад ва он ҷисм соҳиби барқаи мусбат мегардад.

Бузургии барқаи хаткашак ва барқаи матоъи пашмин миқдоран якхелаанд, вале аломати гуногун доранд. Ҳар қадаре ки аз матоъи пашмин ба хаткашак электрони бисёр гузашта

бошад, онҳо барқои хаткашакро ҳамон қадар бештар кам мекунанд.

Ҳамин тариқ, ҳангоми молиш хӯрдани ду ҷисм барқҳои манфӣ (электронҳо) аз як ҷисм ба ҷисми дигар мегузаранд ва дар натиҷа ҳар ду ҷисм барқаманд мешавад: яке аз ҷисмҳо соҳиби барқои мусбат мегардаду дигаре барқои манфӣ мегирад.

Масъалаи 1. Ҳангоми бо матоъи пашмин молиш додани милаи эбонитӣ он мила соҳиби барқои манфии $q = -1,6 \cdot 10^{-12}$ Кл гардид. Шумораи электронҳои изофа чӣ қадар аст?

<p><i>Додаҳо:</i></p> $q = -1,6 \cdot 10^{-12} \text{ Кл,}$ $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $N = ?$
--

Ҳал: Азбаски барқои электрон ба $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл баробар аст, бино бар ин барои ҳосил кардани барқои бузургташ q шумораи электронҳоро ба барқои электрон e зарб кардан мебояд:

$$q = Ne.$$

$$N = \frac{q}{e} = \frac{1,6 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 10^7 \text{ электрон.}$$

Масъалаи 2. Ду сақои якхелаи манфибарқа аз масофаи 5 см ба якдигар бо қувваи $9,2 \cdot 10^{-4}$ Н таъсир мерасонанд. Адади электронҳоро дар ҳар як сақо ёбед.

<p><i>Додаҳо:</i></p> $F = 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ Н,}$ $r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м,}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $N = ?$

Ҳал: Аз формулаи $F = kq^2/r^2$ бармеояд, ки ҳар як сақо барқои

$$q = r \sqrt{F/k}$$

дорад. Бо назардошти он ки $q = Ne$ мебошад, ҳосил мекунем:

$$N = \frac{r}{e} \sqrt{F/k} = 10^{11} \text{ электрон. (Поёни ҳал).}$$

Биёед, акнун дар заминаи маълумоте, ки дар бораи сохти атом фароҳам овардем, ноқилият ва хосиятҳои диэлектрикии моддаҳоро то ҷойе, ки имкон дорад, шарҳ диҳем.

Хуб, чарост, ки ноқилҳо қобилияти хуби барқанаклқунандагӣ доранд?

Ноқилҳо дорои "барқаҳои озод" ҳастанд, ки онҳо метавонанд дар асари майдони электрикӣ кӯчиш кунанд. Ин гуна барқаҳо дар маҳлулҳо ионҳои мусбат ва манфӣ мебошанд. Дар моддаҳои филизӣ (масалан, симҳо) электронҳои бо ҳастаҳои сустилоқаманд ва ё электронҳои аз атомҳои худ ҷудошуда "гази электронӣ" ба вуҷуд меоваранд. Ин электронҳоро *электронҳои озод* меноманд. Бо вуҷуди он ки электронҳои озод робитаи байни ионҳои атомиро таъмин менамоянд, онҳо метавонанд зери таъсири майдони электрикӣ дар ҳаҷми ноқил бо осонӣ кӯчиш кунанд.

Кӯчиши электронҳо дар ноқилҳо бо таъсири майдони электрикӣ маънои нақл шудани барқаҳоро дорад. Масалан, ҳангоми пайвасти кардани электроскопи манфибарқа бо электроскопи бебарқа ба воситаи сим ҳиссае аз электронҳои озод бо таъсири майдони электрикӣ ба электроскопи бебарқа нақл шуда, онро барқанок мекунад.

Дар диэлектрикҳо электронҳо бо атомҳои худ алоқамандии қавӣ доранд ва онҳо бо таъсири майдони электрикӣ дар ҳаҷми диэлектрик озодона ҳаракат карда наметавонанд. Бино бар ин ба воситаи диэлектрикҳо (эбонит, резин, пластмасса ва м. ин.) нақли барқаҳо ба миқдори кам воқеъ мешавад.



1. Сабаб чист, ки ҳангоми молиш додани ду ҷисм онҳо гуногунбарқа мешаванд?
2. Чарост, ки маҳзани мошини бензинкашро ҳатман ба воситаи симе ё занҷири оҳанине ба Замин "васл" медиҳанд?
3. Чарост, ки ҳангоми таъмир кардани шабакаи электрикӣ дастпӯшаки резинӣ мепӯшанд?

Машқ

1. Ҳангоми ба матоъи пашмин молиш додани сақои шишагин он сақо соҳиби барқои мусбати $+3,2 \cdot 10^{11}$ Кл гардид. Шумораи электронҳои камшуда чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $2 \cdot 10^9$)

2. Шиддати майдони электрикӣ дар масофаи 48 см аз сақои манфибарқа $1,88 \cdot 10^5$ Кл/м² мебошад. Адади электронҳои сақоро ёбед. (Ҷавоб: $3 \cdot 10^{13}$).

Масъалаҳои тестӣ

1. Падидаи барқаманд (электрон) шудани хаткашаки пластмасиро дар чӣ гуна таҷриба мушоҳида кардан мумкин аст?

А. Ҳангоми молиш додани хаткашаки пластмасӣ бо матоъи пашмин хаткашак барқаманд шуда, коғазпораҳоро ба худ ҷазб мекунад.

Б. Ҳангоми молиш додани хаткашак бо матоъи пашмин он гарм мешавад.

В. Ҳангоми молиш додани хаткашак бо матоъи пашмин он коғазпораҳоро аз худ тела медиҳад.

Г. Хаткашаки бо матоъи пашмин молишхӯрда аз хаткашаки молишнохӯрда дарозтар мешавад.

2. Ҳангоми ба ҳам наздик кардани ду хаткашаки пластмасии бо матоъи пашмин молишхӯрда чӣ падида мушоҳида мешавад?

А. Хаткашакҳо бо якдигар таъсири мутақобил намекунанд.

Б. Хаткашакҳо ҳамдигарро тела медиҳанд.

В. Хаткашакҳо ҳамдигарро ҷазб мекунанд.

Г. Хаткашакҳо аввал тела меҳӯранд, вале баъд ҷазб мешаванд.

3. Чарост, ки ҳангоми ба кураи электроскоп расондани ҷисми барқаманд варақаҳои электроскоп аз ҳамдигар дур мешаванд?

А. Варақаҳо ҳархела барқаманд мешаванд.

Б. Варақаҳо якхела барқаманд мешаванд.

В. Яке аз варақаҳо барқаманд мешавад.

Г. Ҷисми барқаманд хунсо (безаряд) мешавад.

4. Ҳангоми ба кураи электроскопи барқаманд расондани ҳамон гуна кураи бебарқа чӣ падида рух медиҳад?

А. Барқои электроскоп ду бор афзуда, варақаҳои он аз ҳамдигар дур мешаванд.

Б. Барқои электроскоп ду бор кам шуда, варақаҳои он наздиктар мешаванд.

В. Барқои электроскоп бе тағйир мемонад.

Г. Электроскоп тамоман бебарқа мегардад.

5. Ҳангоми бо сими филизӣ пайваст кардани ду электроскопи якхела — яке барқаманд дигаре бебарқа, чӣ падида мушоҳида мешавад?

А. Нисфи барқои электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад, варақаҳо аз якдигар

дур мешаванд.

Б. Ҳарду электроскоп бебарқа мешавад.

В. Нишондоди электроскопҳо бетағйир мемонад.

Г. Ҳамаи барқаи электроскопи барқанок ба электроскопи бебарқа мегузарад

6. Ҳангоми бо хаткашаки пластмася пайвастании ду электроскопи якхела — яке барқаманд ва дигаре бебарқа чй падида мушоҳида мешавад?

А. Нисфи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад.

Б. Нишондоди электроскопҳо бетағйир мемонад.

В. Ҳарду электроскоп бебарқа мешавад.

Г. Ҳамаи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад.

Чанд масъала

1. Бо ёрии милаи мусбатбарқа чй тавр метавон муъайян кард, ки аломати барқаи электроскоп чй гуна аст?

2. Чй тавр бо сақои барқаноки радиусаш r сақоҳои барқаашон 2, 3, 4 баробар камро ҳосил карда метавонем?

3. Ду барқаи бузургии ҳар якеаш 20 нКл аз якдигар дар масофаи 3 см ҷойгиранд. Онҳо бо чй гуна қувваи кулонӣ ба якдигар таъсир мерасонанд? (Ҷавоб: $4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$).

4. Ду сақои барқаашон якхела дар масофаи 3 см бо қувваи кулонии 10 Н ба ҳамдигар таъсир мерасонанд. Бузургии ҳар яке аз барқаҳо чй қадарист ? (Ҷавоб: 1 мКл)

5. Дар нуқтаи муъайяни майдон ба барқаи 4 нКл қувваи $0,04 \text{ Н}$ таъсир мекунад. Шиддати майдони электрикӣ (номи пешинааш: шадидияти майдони электрикӣ)-и нуқтаро ёбед. (Ҷавоб: 10^7 Н/Кл).

6. Шиддати майдони электрикӣ (номи пешинааш: шадидияти майдони электрикӣ)-ро дар масофаи 90 см аз барқаи $9 \cdot 10^5 \text{ Кл}$ ёбед. (Ҷавоб: 10^5 Кл/м^2).

7. Дар гирди ҳастаи атоми нитроген, сурб, уран чандтоғй электрон ҳаракат мекунад?

8. Атоми бор панҷ электрон дораду атоми карбон шаш электрон. Иони мусбати бор ва карбон чй гуна сохт доранд?

9. Курраи барқаманд аз ҳисоби изофати электронҳо соҳиби барқаи манфии $-1,6 \cdot 10^7 \text{ Кл}$ гардид. Шумораи электронҳои изофӣ чй қадар аст?

10. Ду сақои манфибарқа аз масофаи 20 см ба ҳамдигар бо қувваи $0,03 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$ таъсир мекунанд. Адади электронҳоро дар ҳар сақо ёбед.

БОБИ 7. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ

7.1. Энергияи потенциалии электрикӣ

Ҷисме, ки масса (ҷирм)-и m дорад ва аз сатҳи Замин дар баландии h ҷойгир аст, дорои энергияи потенциалии $\Pi = mgh$ мебошад ва он метавонад ин қадар кор иҷро кунад (ниг. боби 2).

$$A = mgh. \quad (1)$$



Рас. 7.1

Ин ҷисм энергияи потенциалии худро ба энергияи ҳаракат табдил дода ($mgh = mv^2/2$), масалан, метавонад, ки муқовимати байни меҳ ва тахтаро бартараф сохта, меҳи ба тахта халонидаро чуқуртар дарорад, яъне ҷисми массааш m -и то баландии h боло бардошташуда, ба сабаби ба он таъсир доштани қувваи ҷозибаи Замин, дорои энергияи потенциалии мебошад ва қобилияти кор

иҷро кардан дорад (рас. 7.1).

Масса ва барқа мафҳумҳои аз бисёр ҷиҳат бо ҳам наздиканд. Масалан, қонуни ҳамтаъсироти ду барқии гуногуналومات ва қувваи ҷозибаи ҷисмҳо монанди якдигаранд. Хетирнишон мекунем, ки дар мавриди ҳамтаъсироти массаҳо қувваи ҷозибаи ду ҷисми массаҳои m_1 ва m_2 , ки аз якдигар дар масофаи r ҷойгиранд ба ҳосили зарби массаҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа мебошад (қонуни ҷозиба):

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2)$$

Ин ҷо G собити ҷозиба ва қимати зайл дорад:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Энергияи потенциалии ҷозибавии ҷисмҳо бошад, ин аст:

$$П = - G \frac{m_1 m_2}{r} \quad (3)$$

Барои ҳамтаъсиботи барқаҳо низ ҳамин тавр аст: қувваи ба якдигар таъсиркунандаи ду барқои q_1 ва q_2 ва масофаи байнашон r ба якдигар ба ҳосили зарби барқаҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа аст (қонуни Кулон):

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (4)$$

Энергияи потенциалии ҳамтаъсиботи барқаҳо

$$П = \pm k \frac{q_1 q_2}{r} \quad (5)$$

аст. Энергияи потенциалии ҳамтаъсиботи барқаҳои гуногун-аломатро манфӣ (-) ва энергияи потенциалии ҳамтаъсиботи барқаҳои яқаломатро мусбат (+) мепиндорем. Дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) собити k чунин қиммат дорад:

$$k = 9,0 \cdot 10^9 \frac{\text{Н.м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Як фарқи байни ҳамтаъсиботи массаҳо ва барқаҳо дар ин аст: агар энергияи потенциалии массаҳои воҳидиро бо энергияи потенциалии барқаҳои воҳидӣ барои ҳамон як

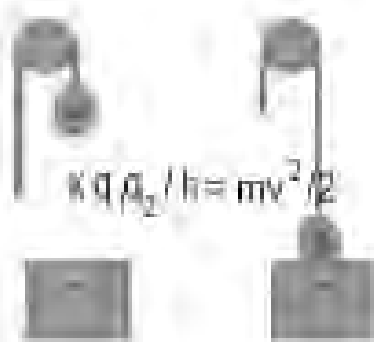


Рис.7.2

масофаи байни онҳо муқаррар кунем, мебинем, ки энергияи потенциалии ҳамтаъсири барқҳо нисбат ба энергияи потенциалии массаҳо хеле зиёд аст (собити қозибра $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ асту собити ҳамтаъсири барқҳо $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$)

Тафовути дигар ин аст, ки қувваи таъсиркунандаи байни ду масса дар ҳаммаҷриба табиъати қозибавӣ дорад, ҳол он ки самти қувваи ҳамтаъсири барқҳо ба аломати барқҳои таъсиркунанда вобастагӣ дорад: барқҳои яқаломат тела меҳӯранду барқҳои гуногуналومات ба ҳамдигар қазб мешаванд.

Барқҳо низ монанди массаҳо, агар аз ҳамдигар дар ин ё он масофа қойгир бошанд, тавассути ҳамтаъсири кулонӣ дорои энергияи потенциалӣ мебошанд ва бинобар ин қобилияти кор иҷро кардан доранд. Энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ мубаддал шуда, метавонад кори фойданок иҷро кунад (рис.7.2).

Як масъала. Энергияи потенциалии ҳамтаъсири ду барқҳо ёбед, ки якеи онҳо $q_1 = 20 \text{ мкКл}$ асту дигараш $q_2 = -10 \text{ мкКл}$. Масофаи байни барқҳоро $0,3 \text{ м}$ гиред.

Додаҳо:
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
 $q_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$
 $q_2 = -10^{-5} \text{ Кл}$
 $r = 0,3 \text{ м}$
 $W = ?$

Ҳал: Додаҳо ба формулаи энергияи потенциалии электрикӣ

$$W = \pm k \frac{q_1 q_2}{r}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$P = -9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}^2}{0,3 \text{ м}} = - \frac{1,8}{0,3} \text{ Ҷ} = - 6 \text{ Ҷ}.$$

Як масъалаи дигар: Барқаҳо дар қуллаҳои секунҷаи баробарпаҳлӯи тарафҳои $b = 20 \text{ см}$ ҷойгиранд: $q_A = -10 \text{ мкКл} = -10^{-5} \text{ Кл}$, $q_B = 5 \text{ мкКл} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $q_C = 5 \text{ мкКл} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$.

а) Энергияи потенциалиро барои қуллаи А ва

б) Энергияи потенциалии ҳамтаъсироси барқаҳоро барои ҳарсе барқа муъайян кунед.

Ҳал: а) Энергияи потенциалӣ дар нуқтаи А ба ҷамъи алҷабрии энергияи потенциалӣ баробар аст, ки онро барқаҳои дар нуқтаҳои В ва С ҷойгиршуда ба вуҷуд меоваранд:

Додаҳо:

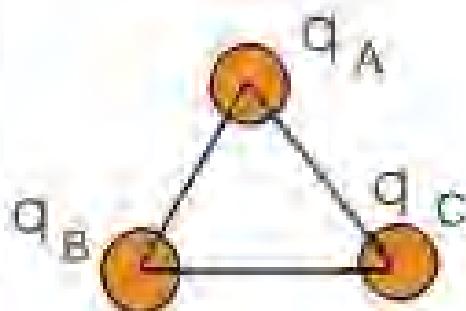
$$\begin{aligned} k &= 9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2/\text{Кл}^2, \\ q_A &= 10 \text{ мкКл} = 10^{-5} \text{ Кл}, \\ q_B &= 5 \text{ мкКл} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}, \\ q_C &= 5 \text{ мкКл} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}, \\ b &= 0,2 \text{ м} \\ P_A &= ? \\ P &= ? \end{aligned}$$

$$P_A = k \frac{q_A q_B}{b} - k \frac{q_A q_C}{d} = - 4,5 \text{ Ҷ}.$$

б) Энергияи потенциалии электрикӣ маҷмуъи барқаҳо ба ҷамъи энергияҳои потенциалӣ электрикӣ ҷуфтҳои АВ, АС ва ВС баробар аст (Рас.7.3), яъне

$$\begin{aligned} P &= -k \frac{q_A q_B}{b} - k \frac{q_A q_C}{b} + k \frac{q_B q_C}{b} = \\ &= \frac{k}{b} (-q_A q_B - q_A q_C + q_B q_C) = - 3,37 \text{ Ҷ}. \end{aligned}$$

Дар зарурат барои ҷудо кардани ҳарсе барқа ҳамин қадар энергия сарф кардан мебояд.



Рас.7.3



1. Масса ва барқа (заряди электрикӣ) чӣ монандӣ доранд?
2. Қувваҳои ҳамтаъсироти барқаҳо ва массаҳо аз ҳамдигар чӣ тафовут доранд?
3. Энергияи потенциалии электрикӣ чист?

7.2. Потенциалии электрикӣ

Ҳамин тариқ, агар ягон зарраи барқаманд (ё умуман мухта-саран гӯем, барқа) дар майдони электрикӣ ҷойгир бошад, он дорои энергияи потенциалӣ аст. Нисбати энергияи потенциалӣ бар бузургии барқаи дар майдон ҷойгиршуда ба хосияти барқа вобаста нест. Ин имкон медиҳад, ки ба ғайр аз шиддати майдони электрикӣ бузургии дигари тавсифдиҳандаи майдон — мафҳуми *потенциал* низ корбаст шавад.

Потенциали ин ё он нуқтаи майдони электрикӣ бузургииест, баробар ба нисбати энергияи потенциалии дар майдон соҳибгардидаи зарраи барқаманд бар бузургии ҳамон барқа.

Агар дар майдони электрикӣ дар нуқтаи a барқаи нуқтагии q дорои энергияи потенциалии Π_a бошад, барои ёфтани потенциали ин нуқта энергияи потенциалии онро ба бузургии барқаи он нуқта q тақсим кардан меояд:

$$\varphi_a = \frac{\Pi_a}{q}, \quad (1)$$

Дар ин ҷо φ_a бузургии потенциали ҳосилкунандаи майдони электрикӣ мебошад.

Энергияи потенциалии барқаҳои нуқтаҳои бузургиҳошон q_1 ва q_2 , ки аз ҳамдигар дар масофаи r ҷой гирифтаанд,

$$\Pi = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

аст (ниг. банди 7.1). Пас, энергияи потенциалие, ки ба воҳиди барқаи q_2 дар майдони электрикии q_1 рост меояд, яъне потенциали барқаи нуқтагии q_1

$$\varphi_{(A)} = \frac{W}{q_2} = k \frac{q_1}{r}$$

аст. Ҳамин тариқ, майдони электрикии барқии нуқтагии q дар масофаи r ин гуна потенциал ба вуҷуд меорад (рас. 7.4):

$$\varphi = k \frac{q}{r}$$

Ба сифати воҳиди потенциали электрикӣ 1 вольт (В) истифода мешавад, ки ин гуна маънӣ дорад:

$$1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Ҷ}}{1 \text{ Кл}} = 1 \frac{\text{Ҷ}}{\text{Кл}} \quad (\text{Ҷоул бар кулон}).$$

Ин воҳид ба ифтихори олими италийӣ Алесандро Волта (1745 - 1827) чунин ном гирифтааст. Ҳиссаҳои ва воҳидҳои қаратии вольт — микровольт (мкВ), милливольт (мВ), киловольт (кВ) ва ғ. низ истифода мешаванд:

$$\begin{aligned} 1 \text{ мкВ} &= 10^{-6} \text{ В} = 0,000001 \text{ В}, \\ 1 \text{ мВ} &= 10^{-3} \text{ В} = 0,001 \text{ В}, \\ 1 \text{ кВ} &= 10^3 \text{ В} = 1000 \text{ В}. \end{aligned}$$

Потенциал бузургии скаларист. Потенциалро, ки онро барқҳои мусбат ҳосил мекунанд, потенциали мусбат мегиндоранд, потенциали оғаридаи барқии манфиро — потенциали манфӣ.

Масъалаи 1. Потенциали нуқтаи (А)-ро ббед, ки дар масофаи 30 см аз барқии нуқтагии $q = +50$ мкКл ҳосил мешавад.

Ҷодаҳо:

$$q = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл},$$

$$r = 0,3 \text{ м},$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$\varphi_A = ?$$

Ҳал: Потенциали барқии q дар нуқтаи А (рас. 7.4а)

$$\varphi_A = k \frac{q}{r}$$

мебошад. Бино бар ин

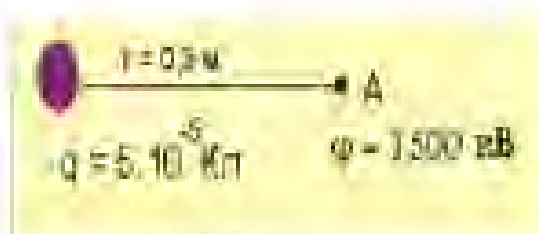


Рис. 7.4а

$$\varphi_A = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}^{-2}}{0,3 \text{ м} \cdot \text{Кл}^2} = 150 \cdot 10^4 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}} = 1500 \text{ кВ}$$

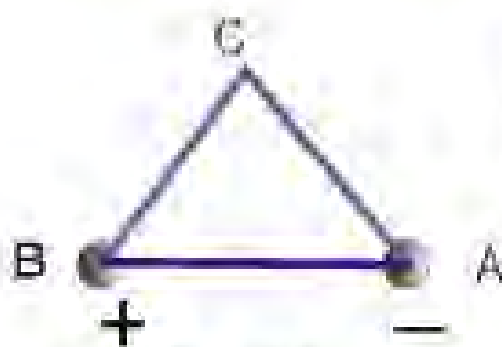


Рис. 7.5

Масъалаи 2. Потенциали нуқтаи (С)-ро ёбед, ки онро ду барқан нуқтагии ҳамчен, вале гуногуналомати дар нуқтаҳои А ва В воқеъшуда (рис.7.5) ба вуҷуд меоваранд. Нуқтаи С аз нуқтаи А ва В як ҳел дурӣ дорад.

Ҳал: Дар нуқтаи С майдони электрикиро барқаҳои q_1 ва q_2 ҳосил мекунанд. Бино бар ин потенциал дар нуқтаи С ба ҷамъи потенциалҳои зодаи барқаҳои нуқтагии q_1 ва q_2 баробар мебошад:

Додаҳо:
 $q_1 = -q_2$
 $r_1 = r_2 = r$
 $\varphi = ?$

$$\varphi_C = \varphi_A + \varphi_B = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{r} = k \frac{q_1}{r} - k \frac{q_1}{r} = 0.$$



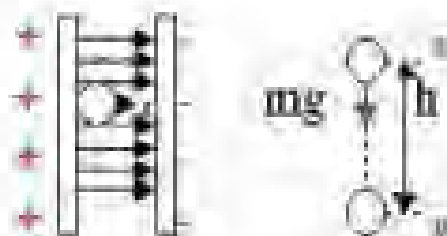
1. Потенциали электрикӣ чист?
2. Потенциали электрикии барқан нуқтагӣ аз рӯи кадом формула муъайян карда мешавад?
3. Потенциали электрикиро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунанд?
4. Потенциали нуқтае, ки онро чанд барқа ҳосил мекунанд, чӣ тавр ёфта мешавад?

Машқ

1. Потенциали нуқтаеро ёбед, ки дар масофаи 60 см аз барқан нуқтагии $q = 45 \text{ мкКл}$ ҷойгир аст. (Ҷавоб: 67,5 кВ).
2. Бузургии барқаеро ёбед, ки дар дурии 3 см аз худ потенциали электрикии 1500 кВ ҳосил мекунанд. (Ҷавоб: 5 мкКл).

7.3. Фарқи потенциалҳо — вольтаж

Барои равшанӣ андохтан ба мафҳуми *фарқи потенциалҳо* кӯчиши барқии воҳидии мусбатро дар майдони электрикӣ яқинса мавриди баррасӣ қарор медиҳем. Хотиришон мекунем, ки агар шиддати электрикӣ дар нуқтаҳои фазоии майдони электрикӣ яқинса бошад, чунин майдонро *майдони электрикӣ яқинса* меноманд.



Рас. 7.6

Фарз кунем, ки майдони яқинсаро ду лавҳаи гуногунбарқа ба вуҷуд оварда бошад (рас. 7.6). Агар дар наздикии лавҳаи мусбатбарқа ягон барқии воҳидии мусбатро ҷой диҳем (нуқтаи а), қувваи электрикӣ ба барқа таъсиркунанда онро ба тарафи лавҳаи манфибарқа (нуқтаи в) мекӯчонад, монанди он, ки бори массааш m зери таъсири қувваи ҷозибаи Замин аз нуқтаи а ба в меафтад.

Қореро, ки барои кӯшондани барқии воҳидии мусбати q аз нуқтаи а то нуқтаи в иҷро мешавад, бо A ишора мекунем. Ин қор бо аломати минус ба фарқи энергияҳои потенциалии барқии q дар майдони электрикӣ дар нуқтаҳои в ва а баробар аст:

$$-A_{\text{эв}} = (П_{\text{в}} - П_{\text{а}}) = - (П_{\text{а}} - П_{\text{в}}). \quad (1)$$

Бо назардошти он ки $\varphi = П/q$ потенциали электрикӣ аст, фарқи потенциалҳои нуқтаҳои а ва в:

$$U = \varphi_{\text{а}} - \varphi_{\text{в}} = - \frac{A_{\text{эв}}}{q} \quad (2)$$

хоҳад буд. Ба сабаби он ки кӯчиши барқии мусбати q аз нуқтаи а ба нуқтаи в дар майдони электрикӣ ба самти камшавии энергияи потенциалӣ рӯй медиҳад, бино бар ин

$$\varphi_b - \varphi_a < 0$$

мебошад. Ва баръакс, агар барқайи $+q$ аз нуқтаи b ба нуқтаи a кӯчонида шавад, он гоҳ кори

$$-A_{\text{эл}} = (П_a - П_b) = -(П_b - П_a) \quad (3)$$

ичро мешавад ва бинобар ин фарқи потенциалҳои электрикии нуқтаҳои a ва b

$$U = \varphi_b - \varphi_a = -\frac{A_{\text{эл}}}{q} \quad (4)$$

мешавад. Дар ин маврид

$$\varphi_a - \varphi_b > 0$$

аст (рас. 7.7). Кори дар maidони электрикии иҷрошуда дар ин ҳолат сифатан ба кори боло бардоштани бори массааш m то баландии h (аз нуқтаи b то нуқтаи a) шабохат дорад.

Ҳамин тариқ, дар наздикии лавҳаи мусбатбарқа барқайи мусбати воридкардаи мо энергияи потенциалии зиёдтарин, вале дар наздикии лавҳаи манфибарқа энергияи камтарин дорад.

Зери таъсири maidони электрикии барқа шитоб гирифта, дар наздикии лавҳаи манфибарқа соҳиби энергияи кинетикии зиёдтарин мешавад. (Дар асоси қонуни бақои энергия, энергияи пурраи барқа бузургии собит мебошад). Барои барқайи манфӣ бошад, манзара ҷалпа аст: барқайи манфӣ дар назди лавҳаи мусбатбарқа соҳиби энергияи потенциалии камтарин, вале



Рас. 7.7

дар назди лавҳаи манфибарқа дорои энергияи потенциалии зиёдтарин мегардад. Яъне, агар шумо зарраи манфибарқаро дар назди лавҳаи манфӣ ҷойгир кунед, он дар назди лавҳаи мусбатбарқа соҳиби энергияи кинетикии зиёдтарин мешавад.

Ҳамин тариқ, фарқи потенциалҳо ё худ фарқи энергияҳои потенциалии барқои нуқтагии q дар ду нуқтаҳои гуногуни майдони электрикӣ ба кори кӯчониши барқа аз як нуқта ба нуқтаи дигар баробар аст.

Ин фарқро *вольтаж* низ мегӯянд (номи пешини ин бузургӣ "шиддат" буд).

Масъалаи 1. Электрон аз ҳолати оромӣ бо фарқи потенциалҳо (вольтаж)-и $U=5000$ В шитоб дода мешавад. Энергияи кинетикии электронро муъайян кунед (барқои электрон $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл аст).

Ҳал: Тағйироти энергияи потенциалии электрон

Додаҳо:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл,}$$

$$U = 5000 \text{ В}$$

$$E_k = ?$$

$$P_2 - P_1 = qU = eU$$

аст. Энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал мешавад:

$$E_k = P_2 - P_1.$$

Пас, ин аст энергияи кинетикии электрон:

$$E_k = P_2 - P_1 = eU = 8 \cdot 10^{-16} \text{ Ҷ.}$$

Масъалаи 2. Фарқи потенциалҳои 6000 В барои аз нуқтаи 1 ба нуқтаи 2 кӯчондани барқои q кори баробар ба 6 Ҷ-ро иҷро мекунад. Бузургии барқаро ёбед.

Додаҳо:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 6000 \text{ В}$$

$$A = 6 \text{ Ҷ}$$

$$q = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{A}{q}$$

q -ро ёфта, додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$q = \frac{A}{\varphi_2 - \varphi_1} = 10^{-3} \text{ Кл.}$$

?

1. Волтаж ё худ фарқи потенциалҳо чист? Волт чист?
2. Фарқи потенциалҳои барқан нуқтагӣ дар масофаҳои r_1 ва r_2 аз барқа ба чӣ баробар аст?
3. Кори дар майдони электрикии якҷинса аз як нуқта ба нуқтаи дигар кӯчондани барқан воҳидӣ чӣ гуна кор аст?
4. Оё шумо фарқи потенциалҳои электрикиро бо кори дар майдони ҷозиба иҷрошуда муқоиса карда метавонед?

Машқ

1. Ҳангоми кӯчондани барқан $6,7 \cdot 10^{-3}$ Кл аз як нуқта ба нуқтаи дигар кори $2 \cdot 10^{-4}$ Ҷ иҷро шудааст. Волтажи байни ин ду нуқтаро ёбед. (Ҷавоб: 30 В)
2. Корро ёбед, ки барои кӯчондани барқан 1 мкКл дар мавриди 1000 В будани волтажаш иҷро мешавад. (Ҷавоб: 10^{-3} Ҷ).

7.4. Ҳамбастагии волтаж ва шиддати майдони электрикӣ

Волтаж (номи пешинааш: *шиддат*) ё худ фарқи потенциалҳо яке аз бузургиҳои асосии тавсифдиҳандаи майдони электрикӣ аст.

Пурсиш ба миён меояд, ки волтаж ва тавсифи дигари майдон – *шиддати майдони электрикӣ* (номи пешинааш: шадидияти майдони электрикӣ) бо ҳамдигар чӣ гуна ҳамбастагӣ доранд.

Барои ошкор соختани ҳамбастагии волтаж (фарқи потенциалҳо) ва шиддати майдони электрикӣ майдони электрикии якҷинсаеро мавриди баррасӣ қарор медиҳем, ки онро фарқи потенциалҳои ду лавҳа ҳосил мекунанд (рас.7.8).

Чи тавре ки дар банди 7.2 қайд кардем, кори кӯчониши барқан мусбати q аз нуқтаи a ба нуқтаи b (ниг. формулаҳои (1), (2))

$$A_{\text{эо}} = qU = q(\varphi_a - \varphi_b) \quad (1)$$

аст. Аз тарафи дигар, ин кор ба ҳосили зарби қувваи ба барқа таъсиркунанда ва бузургии кӯчиш баробар аст:

$$A = Fd. \quad (2)$$

Шумо медонед, ки шиддати майдони электрикӣ E бо қувваи таъсиркунанда F ин тавр алоқамандӣ дорад:

$$F = qE. \quad (3)$$

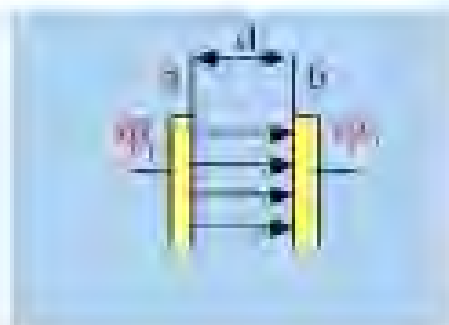


Рис.7.8

Қимати F -ро аз формулаи (7.3) ба (7.2) гузошта, ҳосил мекунем:

$$A_{\text{э}} = q E d \quad (4)$$

Аз (1) ва (4) ин гуна хулоса мегирем:

$$E = \frac{U}{d} \quad (5)$$

Дар ин формула волтаж (фарқи потенциалҳо) U бо вектори шиддат E ҳамсамт мебошад. Бо иборати дигар, шиддат ба самти камшавии потенциал равона аст. Воҳиди шиддати майдони электрикӣ дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) бо *вольт бар метр* (В/м) ном воҳид ифода карда мешавад.

Ҳамин тариқ, шиддати майдони якҷинсаи байни лавҳаҳо ба нисбати бузургии шиддат бар масофаи байни онҳо баробар аст.

Масъалаи 1. Фарқи потенциалҳо (волтаж)-и байни ду нуқтаи майдони электрикии якҷинса ба 4 кВ баробар аст. Масофаи байни нуқтаҳо 10 см мебошад. Шиддат чӣ қадар аст?

Ҳал: Ба формулаи

$$E = \frac{U}{d}$$

Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$E = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ В}}{0,1 \text{ м}} = 4 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Додаҳо:

$$\begin{aligned} \varphi_1 - \varphi_2 &= 4 \text{ кВ} = \\ &= 4 \cdot 10^3 \text{ В}, \\ d &= 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м} \\ E &= ? \end{aligned}$$

?

1. Волтаж ва шиддат (номи пешминашон шиддат ва шадидият буд) чӣ бастагӣ доранд?
2. Воҳиди 1 В/м чиро ифода мекунад?

Машқ

1. Волтажи нуқтаҳои А ва В-и майдони якҷинса ба 1 кВ баробар аст. Масофаи байни нуқтаҳо – ба 5 см. Шиддат чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $2 \cdot 10^4$ В/м).

2. Волтажи байни нуқтаҳои 1 ва 2-ро, ки аз ҳамдигар дар масофаи 10 см дар рӯи хати қуввагии майдони якҷинса ҷойгир аст, ёбед. Шиддати майдонро 50 кВ/м гиред. (Ҷавоб: 5кВ).

7.5. Шарти ҳосил шудани ҷараёни электрикии дойимӣ

Дар боби 6 шумо бо хосиятҳои барқҳои беҳаракат (барқҳои қарор) шиносӣ пайдо кардед. Вале дар амалия (ҷароғҳои электрикӣ, яхдонҳо, дарзмолҳо, радиову телевизорҳо ва м.ин.) рӯйдодҳои бештар истифода мешаванд, ки бо барқҳои дарҳаракат алоқамандӣ доранд.

Ҳаракати банизومي барқҳо (зарраҳои барқаманд)-ро ҷараёни электрикӣ меноманд.

Ҷараёни электрикиеро, ки бо мурури вақт тағйир намеёбад, *ҷараёни электрикии дойимӣ* мегӯянд.

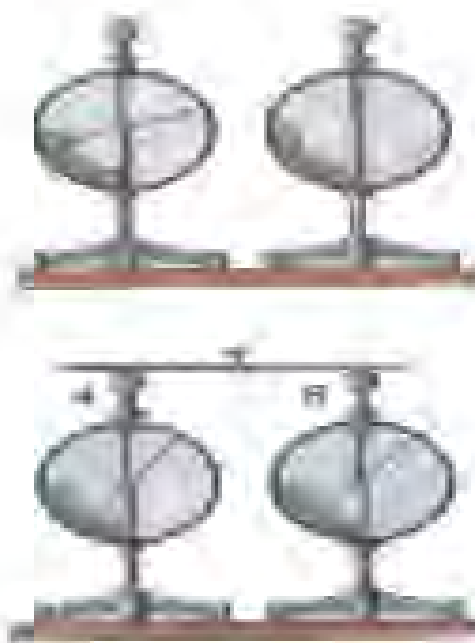
Ҳаракати банизом ва самтноки барқҳоро дар сурате воқеъӣ гардондан осон аст, ки қисми барқанокро ба воситаи ягон ноқил бо қисми бебарқа пайваст кунем. Масалан, шумо метавонед, ҳангоми пайвастани электрометри мусбатбарқии А бо электроскопи бебарқии В ҳаракати барқҳоро мушоҳида кунед. Вале ин рӯйдод бо зудӣ қатъ мешавад, ҷараёни электрикӣ то дами баробар гардидани потенциали электрометрҳои А ва В амал мекунад ва вақте ки потенциалҳо баробар шаванд, ҷараён қатъ мегардад (рас.7.9).

Ҷорӣ будани барқа ба шориши моеъ, масалан, дар найчаи U-шакл шабоҳат дорад. Агар чумаки найчаи U-шаклро, ки

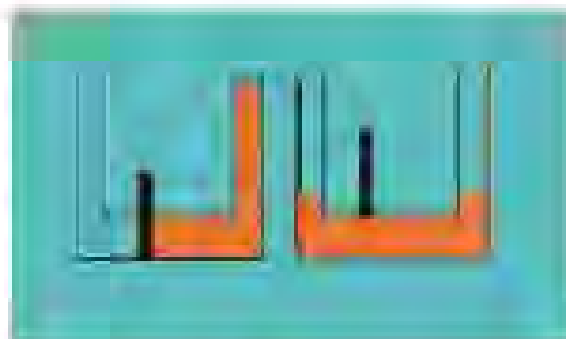
қисми рости он пури мовъ ва қисми чапаш холи аст. боз кунем, мовъ аз қисми мовъдор ба қисми бемовъ мешорад. Шориши мовъ то муддати баробар гардидани баландии сатҳи мовъ дар ҳарду қисми найча (яъне баробар гардидани энергияи потенциалии бар воҳиди масса ростоянда дар қисмҳои найча) давом карда, баъд қатъ мегардад (рас. 7.10)

Ҳамин тариқ ҳангоми пайваст кардани ду қисми пуногунпотенциал дар байни онҳо то дами баробар гардидани бузургии потенциали қисмҳо ($\varphi_1 = \varphi_2$) қараёни электрикӣ қорӣ хоҳад буд. Ҳосил кардани қараёни электрикии дойимии бардавом ба маънаи дойимӣ нигоҳ доштани фарқи потенциалҳо алоқамандӣ дорад, яъне дар ин маърид манбаъёе лозим аст, ки фарқи потенциалҳоро дойимӣ нигоҳ дорад. Тарҳи занҷири электрикӣ дар рас. 7.11 тасвир шудааст.

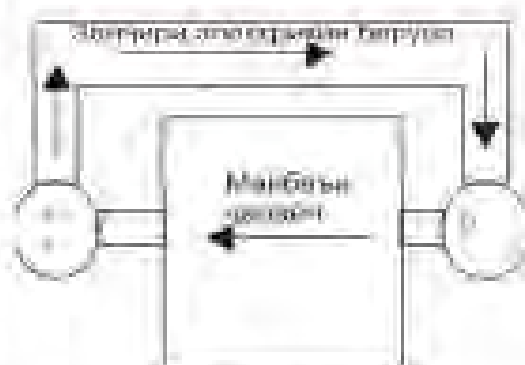
Агар манбаъи қараёнро бо занҷири беруна (истеъмолкунанда) пайваст кунем, дар он бо таъсири майдони электрикӣ қараёни электрикӣ ҳосил мешавад, барқҳо (зарядҳо)-и мусбат аз нуқтаҳои зиёд-потенциал, ба нуқтаҳои кампотенциал ҳаракат мекунанд (роҳи АВ). Дар дохили манбаъи қараён бошад, барқҳо бо таъсири қувваҳои беруна (муқобили қувваи электростатикӣ) бо роҳи ВА мекӯчанд. Кӯчиши барқҳо дар дохили ман-



Рас.7.9



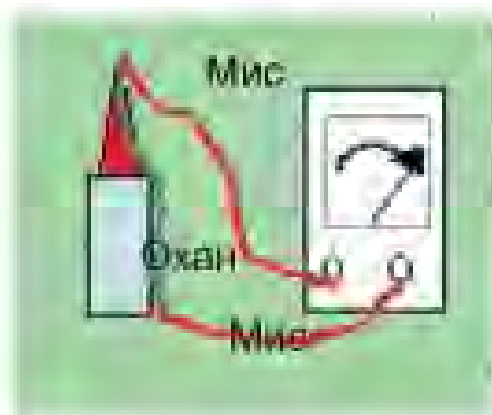
Рас.7.10



Рас.7.11



Рас.7.12



Рас.7.13

Соҳт ва кори гармочуфтҳо (термопараҳо) бар истифодаи ҳамин ҳодиса асос ёфтааст.

Рас.7.14



баъи ҷараён бояд фарқи зарурӣ ва доимии потенциалҳоро нигоҳ дорад.

Навъҳои гуногуни манбаъҳои ҷараёни электрикӣ мавҷуданд, ки дар онҳо барои ҷудо кардани барқҳои мусбат манфӣ энергияи механикӣ ё энергияи дохилӣ истифода мешавад. Масалан, дар мошинҳои электростатикӣ (электрофорҳо) энергияи механикӣ ба энергияи электрикӣ табдил дода мешавад (рас. 7.12). Чунин мошинҳо ҳангоми ҷархиши бефосила барқҳои мусбат ва манфиро ҷудо карда, дар яке аз кураҳои ба павҳа пайвастшуда (ноқил) изофати электронҳо ва дар павҳаи дигар норасоии онҳоро "таъмин" мекунанд. Ду сими гуногунмоддаро агар лаҳимкорӣ (кафшер) карда, баъд ҷойи пайвастро гарм кунем, аз ҳисоби энергияи дохилӣ ҷараёни электрикӣ ҳосил мешавад (рас.7.13);

Ҳангоми равшан кардани сатҳи баъзе моддаҳо, ба монанди селен, оксиди мис, силсий энергияи рӯшноӣ ба воқеа ба энергияи электрикӣ мубаддал мешавад. Ин падидаро падидаи фотоэлектрикӣ (фотоэффект) номиданд, ки дар амалия ҷойи истифодаи бисёр дорад (рас. 7.14). Дар батареяҳои гальванӣ ва анборҳои (аккумуляторҳо) ҷараёни электрикӣ аз ҳисоби энергияи кимиёӣ ҳосил мешавад.



1. Мафхуми ҷараёни электрикӣ чиро ифода мекунад?
2. Ҷараёни электрикӣро чӣ тавр ҳосил кардан мумкин аст?

7.6. Манбаъҳои кимиёии ҷараёни электрикӣ.

Батареи Волта

Эҷоди нахустин манбаъҳои ҷараёни электрикӣ маҳсули пажӯҳишҳои чандинсолаи Луиҷи Галванӣ (1737-98) ва Алесандро Волта (1745-1827) мебошад.

С.1780 Л.Галванӣ дар мавзӯи кашишхӯрди мушакҳои қурбоққа (вазағ) аз таъсири ҷараёни электрикӣ дар мошини электростатикӣ санҷишҳои гуногун анҷом дода, падидаи ғайриҷашмдоштеро мушоҳида кард: ҳангоми ба панҷараи оҳанин расидани кафи пойи қурбоққае, ки аз сутунмӯҳрааш дар ҳамин панҷара ба воситаи чангаки мисин овезон буд, Галванӣ дид, ки мушакҳои қурбоққа кашиш меҳӯранд (рас.7.15). Галванӣ ин падидаро бо мавҷудияти барқҳо (зарядҳои электрикӣ) дар организми зинда (мушакҳо ва системаи асаби қурбоққа) алоқаманд мепиндошт. Аммо Волта сабаби кашишхӯрди мушакҳои қурбоққаро бо пайвасти шудани филизоти гуногуннавъ ва пайдо шудани ҷараёни электрикӣ алоқаманд донист. Дар заминаи ақидаи Волта метавон гуфт, ки ҳангоми ба ҳам расондани симҳои гуногунмодда, аз ҷумла, мис ва оҳан, дар онҳо ҷараёни электрикӣ ҳосил мешавад. Бузургии ҷараёни ҳосилшуда хеле кам аст, он қадар ночиз аст, ки онро электромметр "ҳис" намекунад, аммо мушакҳои қурбоққа нисбат ба электрометрҳо ҳассостаранд ва пайдоиши ҷараёни



Рас. 7.15

электрикиро ҳис мекунанд. Нахустин манбаъҳои ҷараёни электрикӣ дар ҳамин замина сохта шудаанд.

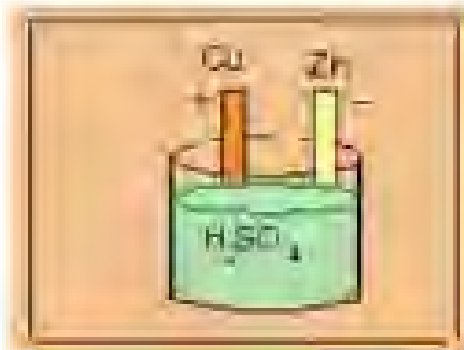
Маъмулан манбаъҳоро, ки дар онҳо энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергияи кимиёӣ таъмин мешавад, ба ифтихори Галванӣ *батареи Галванӣ* меноманд.

Батареи Волта аз ду лавҳа (электрод)-и аз моддаҳои гуногун, масалан, руҳ (Zn) ва мис (Cu) ё худ ангишт (карбон), ки дар маҳлули турушайи сулфат (H_2SO_4) ҷойгир карда шудаанд, иборат мешавад (рас. 7.16)

Электрод (лавҳа)-и руҳӣ дар маҳлули турушайи сулфат оксидтаҷрифта ҳал мешавад. Ҳар як атоми Zn ду электрони худро "аз даст дода", ба шакли иони мусбат ба маҳлул мегузаранд. Дар натиҷа электроди руҳин манфибарқанок мешавад. Ба монанди ҳамин, воқуниши кимиёӣ электроди мисинро ба электроди мусбат бадал мекунад. Ҳамин тариқ, электроди руҳӣ соҳиби барқои манфӣ ва электроди мисин соҳиби барқои мусбат мешаванд. Электроди мусбатро *анод*, электроди манфиро *катод* меноманд.

Дар батареи Волта электроди мисин вазифаи анод ва электроди руҳӣ вазифаи катодро адо мекунанд. Ба сабаби он ки электродҳо соҳиби барқои ҳархела мегарданд, дар байни

онҳо фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд. Бузургии фарқи потенциалҳои байни электродҳои ин навъ батареҳо 1,1 В-ро ташкил медиҳад.



Рас. 7.16

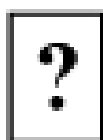
Ҳангоми дар тамос будани филизот бо маҳлулҳо атомҳои филиз дар шакли ионҳои мусбат ба маҳлул мегузаранд. Ин лабида то дами дар байни электрод ва маҳлул ба вуҷуд омадани фарқи потенциалҳои муъайян рӯй медиҳад.

Баъд ҳолати мувозинат ба миён меояд: адади ионҳои ба маҳлул гузаранда дар муддати муъайяни вақт ба адади ионҳои ба электрод баргарданда баробар мешавад. Бузургии фарқи потенциалҳо бо хосияти филиз (электрод) ва маҳлул алоқаманд аст.

Ҳамин тариқ, ҳангоми дар тамос будани филиз бо моддаи электродит он филиз манфӣбарқа мешавад. Дар батареи Волта мис ва руҳ ба шакли ионҳои мусбат мегузаранд ва ҳарду электрод манфӣбарқа мешавад. Дар натиҷа дар байни электродҳо ва маҳлул фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд. Вале изофати барқаи манфӣ дар электроди мисин ва мутобиқ ба он бузургии фарқи потенциалҳои байни электроди мисин ва маҳлул назар ба фарқи потенциалҳои электроди руҳӣ ва маҳлул камтар аст. Аз ин рӯ дар байни ду электрод фарқи потенциалҳо ($1,1 \text{ В}$) ба вуҷуд меояд.

Дар сурати ба воситаи ноқил пайвастании электродҳо занҷир сарбаст мешавад ва дар он ҷараён ҷорӣ мегардад. Таваққути фарқи потенциалҳои электродҳо электронҳои озод аз электроди руҳӣ ба сӯи электроди мисин ҳаракат мекунанд. Дар натиҷа электроди мисин як миқдор электронҳоро қабул мекунад, электроди руҳӣ талаф медиҳад. Ин боиси вайрон шудани мувозинати байни электродҳо ва маҳлул мегардад. Ва бино бар ин ионҳои нави руҳ ба маҳлул гузашта, электронҳои нав ба нав ба вуҷуд меоранд. Ба электроди мисин ионҳои ҳидроген таҳшин шуда, электронҳои аз руҳ омадаро ба худ гирифта (часпонда) ба атомҳои хунсо (нейтрал) табдил меёбанд.

Бояд гуфт, ки бо мурури замон электродҳо аз кор мебароянд, ва батарея фарқи дарқори потенциалҳоро таъмин карда наметавонад.

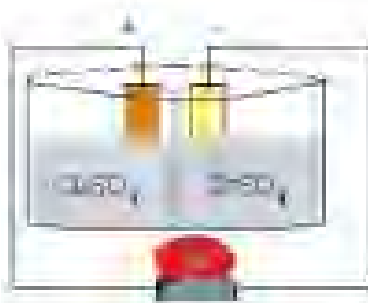


1. Дар натиҷаи тамос додани кадом ноқилҳо дар батареи Волта фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд?
2. Шумо сабаби пайдоиши фарқи потенциалҳоро дар батареи Волта чӣ шарҳ медиҳед.

Супориш:

Дар лабораторияи мактаб лавҳаи мисин ва руҳинро ба маҳлули турушаи сульфат андохта батареи Волта созед ва фарқи потенциалҳои электродҳоро бисанҷед.

7.7. Батарей Даниел



Рас. 7.17

Дар баъзе маъридҳо ба сифати манбаъи ҷараёни электрикӣ батареяи Даниел истифода мешавад. Сохти батареяи Даниел дар рас. 7.17 тасвир ёфтааст. Дар ин батарея электроди мусбат — лавҳачаи мисини ба зочи кабуд (маҳлули даҳанифаранг CuSO_4) гӯтонда шудаасту электроди манфӣ — лавҳаи руҳӣ ба зочи сафед (ZnSO_4).

Маҳлулҳо бо пардаи сӯроҳ-сӯроҳ ҷудоанд. Дар қисми рости батарея атомҳои руҳ аз электроди руҳӣ ба маҳлули зочи сафед дар шакли иони дубарқа (Zn^{2+}) мегузаранд. Дар ин маърид ҳар як атоми руҳ дутогӣ электрони худро ба электрод мидиҳад:



Дар натиҷаи ин рӯйдод электроди руҳӣ соҳиби барқои манфӣ мегардад.

Дар қисми чапи батареяи Даниел ионҳои дубарқои мис Cu^{2+} (дар электроди мисин) ду электрон қабул карда, ба атоми хунсо (бебарқа) бадап мешаванд:



Ҳамин тариқ, дар натиҷаи ҳал шудани руҳ ва ба электрод нишастани атомҳои мис дар байни электродҳо фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд ва он метавонад занҷири беруна (истеъмолкунанда)-ро бо ҷараёни электрикӣ таъмин кунад.

Бояд гуфт, ки дар натиҷаи ҳамтаъсири электрод ва



Рас. 7.18

маҳлул дар қисми рости батареи Даниел изофати ионҳои Zn^{2+} , дар қисми чапи он изофати ионҳои SO_4^{2-} ба миён меояд. Ионҳои гуногунбарқии Zn^{2+} ва SO_4^{2-} ба ҳамдигар ҷазб шуда, аз пардаи сӯрох-сӯрох гузашта, дар қисми чапи батаре зочи сафед $ZnSO_4$ ҳосил мекунанд. Бо сабаби ба электроди мисин нишастани ионҳои Si^{2+} ва ба тарафи рост гузаштани ионҳои SO_4^{2-} миқдори $SiSO_4$ дар тарафи чап оҳиста-оҳиста кам мешавад. Аз ин рӯ дар сурати муддати зиёд кор кардани батареи Даниел миқдори зочи кабуд $SiSO_4$ дар қисми чапи парда коҳиш меёбад ва фарқи потенциалҳо метавонад сифрӣ кам шавад. Барои зиёд кардани муддати кори батареи Даниел ба он захираи зочи кабудро ворид кардан мебошад. Барои ин булӯр (кристалл)-и дорои захираи зочи кабудро дар зарфи махсус ҷой медиҳанд (ниг. рас.7.18.). Электродҳои руҳӣ ва мисин ва маҳлулҳоро на дар паҳлуи ҳамдигар, балки дар ҳоли болову поён ҷой медиҳанд. Дар ин гуна батаре ба монетаи сӯрох-сӯрох зарурат наметавонад, зеро зичии зочи кабуд назар ба зочи сафед зиёд аст. Ҳамин тариқ, дар сурати ба занҷири беруна (истеъмолкунанда) васл кардани батареи Даниел электронҳо ба воситаи он аз электроди манфӣ сӯи электроди мусбат (аз электроди руҳӣ ба мисин) ҳаракат мекунанд. Аммо дар даруни маҳлул ионҳои манфии SO_4^{2-} (ки ба сабаби майли анод доштан анион ном гирифтаанд) дар тарафи электроди мисин ҷойгир буда, ба сӯи электроди руҳӣ ҳаракат мекунанд; ионҳои мусбат — катионҳои мис (Si^{2+}) ва руҳ (Zn^{2+}) аз тарафи электроди руҳӣ ба катоди мисин мераванд (номашон аз ҳамин ҷост). Гардиши даври барқҳо ҳам дар занҷири беруна ва ҳам дар дохили манбаъ ба ҳамин тарз сурат мегирад.

Масъалаи 1. Ҳангоми дар батареи Даниел ҷорӣ будани барқии 25600 Кл дар электроди мисин 8,48 г мис менишинад. Муъайян кунед:

- а) миқдори атомҳои миси дар электроди мисин нишастаро;
- б) барқии атоми мисро;
- в) нисбати барқии атом (ион)-и мисро бар барқии воҳидӣ.

Барқии воҳидӣ (барқии бунёдӣ)-ро $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл гиреду массаи атоми мисро $1,02 \cdot 10^{-22}$ г.

Додаҳо:

$$q = 25600 \text{ Кл,}$$

$$m = 8,48 \text{ г,}$$

$$m_{\text{Cu}} = 1,02 \cdot 10^{-22} \text{ г}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N = ?$$

$$q_{\text{Cu}} = ?$$

$$n = ?$$

Ҳал: а) Барои ёфтани миқдори атомҳои мис массаи дар электроди мисин нишастаро ба массаи атоми мис тақсим кардан мебояд:

$$N = \frac{m}{m_{\text{Cu}}} = \frac{8,48 \text{ г}}{1,02 \cdot 10^{-22} \text{ г}} = 8 \cdot 10^{22}$$

б) Нисбати барқии дар электрод нишаста ба миқдори атомҳои мис барқии атом (ион)-и мисро ифода мекунад:

$$q_{\text{Cu}} = \frac{q}{N} = \frac{25600 \text{ Кл}}{8 \cdot 10^{22}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

в) Барқии иони мисро ба барқии бунёдӣ (барқии электрон) тақсим карда, барқии як атоми мисро нисбат ба барқии бунёдӣ меёбем:

$$n = \frac{q_{\text{Cu}}}{e} = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2.$$

Масъалаи 2. Дар батареи Даниел дар натиҷаи вокуниш (реаксия)-и ҳалшавии $6 \cdot 10^{23}$ атоми руҳ қариб $4,4 \cdot 10^5$ Ҷ энергия хориҷ мегардад. Барои дар маҳлули зоҷи кабуд дар электрод нишастани ин миқдор атоми мис $2,34 \cdot 10^5$ Ҷ энергия сарф кардан мебояд.

а) Миқдори барқаеро ёбед, ки ҳангоми дар электрод нишастани $6,23 \cdot 10^{23}$ атоми мис аз занҷир ҷорӣ мешавад (барқии иони мис $q_{\text{Cu}} = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл аст);

б) фарқи потенциалҳои байни электродҳоро муъайян кунед.

Додаҳо:

$$N = 6,23 \cdot 10^{23}$$

$$q_{Cu} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

$$E_1 = 4,4 \cdot 10^5 \text{ Ҷ.}$$

$$E_2 = 2,34 \cdot 10^5$$

$$q = ?$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = ?$$

Ҳал: а) Барои муъайян кардани барқои дар занҷир (батаре) ҷоришуда адади атомҳо (ионҳо)-ро ба барқои иони мис зарб кардан мебояд:

$$q = Nq_{Cu} = 6,23 \cdot 10^{23} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 1,93 \cdot 10^5 \text{ Кл.}$$

б) Фарқи қимати энергияҳои хориҷшуда ва сарфшуда, яъне захираи энергияе, ки ҳангоми ҳал шудани $6,23 \cdot 10^{23}$ атом ҷудо мешавад (хориҷ шудани энергия ҳангоми ба $ZnSO_4$ табдил ёфтани руҳ ва фуру рафтани энергия ҳангоми ҷудо шудани атомҳои мис аз маҳлули $CuSO_4$)

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (4,4 - 2,34) \cdot 10^5 \text{ Ҷ} = 2,06 \cdot 10^5 \text{ Ҷ}$$

аст. Фарқи потенциалҳои дар байни электродҳо пайдошуда

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{A}{q}$$

аст. Кори иҷрошуда A ба захираи энергияе баробар аст, ки ҳангоми рӯй додани воқуниши кимиёӣ ба вуҷуд меояд:

$$A = \Delta E.$$

Бино бар ин, барои фарқи потенциалҳо бузургии зайл ҳосил мешавад:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ Ҷ}}{1,93 \cdot 10^5 \text{ Кл}} = 1,07 \text{ В,}$$

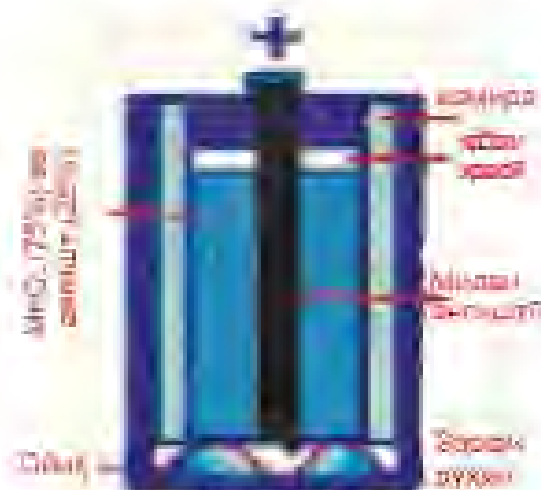
ки ин ба қимати ҳақиқӣ (1,09 В) хеле наздик аст.



1. Батареи Даниел аз батареи Волта чӣ фарқ дорад?
2. Дар батареи Даниел дар электродҳо фарқи потенциалҳо аз чӣ ҳисоб ба вуҷуд меояд?
3. Амали батареи Даниелро шарҳ диҳед.

7.8*. Батарей хушк

Дар амалия аксаран батареҳои хушк истифода мешаванд.



Рас. 7.19

Электроди мусбат (анод)-и ин гуна батареяро лавҳа (ё мила)-и ангиштӣ (карбонӣ) ташкил медиҳад (рас.7.19). Милаи ангиштӣ андаруни ҳалтачаи катонӣ (суфӣ), ки аз хокаи омехтаи дуоксиди манган (75% MnO_2) ва ангишт (25%) пур аст, гузошта шудааст. Дар навбати худ ҳалтачаи катонӣ дар зарфи рухӣи электролитдор ҷойгир аст. Ба сифати электролит ҳамираёро истифода мебаранд, ки аз орду маҳлули

обии навшодир (NH_4Cl , хлориди аммоний) тайёр карда шудааст. Зарфи рухӣ инчунин вазифаи электроди манфӣ — катодро адо мекунад. Электродҳои мусбат ва манфӣ аз ҳамдигар бо ойиқ (изоляция) ҷудоанд. Зарфи рухӣ катонпеч аст ва рӯяш зифт (қатрон, смола) андура шудааст.



Рас. 7.20

Кори батареяи хушк ба кори батареяи Даниел шабоҳат дорад. Дар ҳамтаъсири навшодир бо руҳ аз лавҳа (электрод)-и рухӣ ионҳои мусбат ҷудо мешаванд; атомҳои руҳ аз электроди рухӣ ба электролити NH_4Cl дар шакли ионҳои мусбати дубарқа Zn^{++} гузашта, дар электрод дутоғӣ электрон боқӣ мегузоранд; аз тарафи дигар маҳлули навшодир

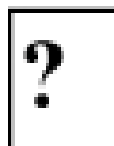
(NH_4Cl) дар натиҷаи дар об таҷзия (диссоциатсия)



шудан иони NH_4^+ ҳосил мекунад. Иони NH_4^+ аз хокаи ангишт электрон қабул карда, ба аммиак ва ҳидроген таҷзия мешавад:



Электроди ангиштӣ бо ин роҳ соҳиби барқои мусбат мегардад. Чанд батареи хушкро ба якдигар васл карда (рас.7.20), волтажи баробар ба ҳосили ҷамъи волтажҳои онҳо ҳосил кардан мумкин аст.



1. Электродҳои мусбат ва манфии батареи хушкро аз чӣ гуна филиз месозанд?
2. Электролит чӣ вазифаро адо мекунад?
3. Электродҳои руҳӣ ва ангиштӣ чӣ тавр барқманд мешаванд?
4. Батареҳоро бо ҳам чӣ тавр васл мекунанд?

7.9. Анбора (аккумулятор)

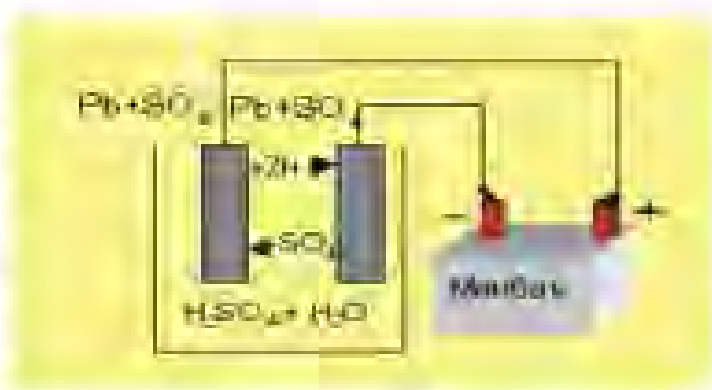
Калимаи **аккумулятор** маънои *аун кардан дорад*. Аз ин рӯ онро ба тоҷикӣ **анбора** гуфтан меояд.

Биеёд, аввал ба мазмуни падидаи рӯйдоди қутбиш (поларизатсия), ки барои фаҳмидани соҳти анбораҳо замина фароҳам меоварад, рӯшанӣ андозем.

Ду электроди якҷела, масалан, ангиштӣ ё ин ки руҳиро дар маҳлули турушаи сулфат ҷойгир карда, онҳоро ба асбоби электрсанҷӣ пайваст мекунем. Асбоб ҳеҷ чизро нишон намедихад. Асбобро аз электродҳо канда, ба манбаъи ҷараён, масалан, батареи Галванӣ мепайвандем. Дар ин маврид **электролиз** гуфтани падида мушоҳида мешавад: дар маҳлул таҷзия шудани турушаи сулфат рух дода, яке аз электродҳоро як миқдор ҳидроген, дигарашро оксиген рӯпӯш мекунад. Баъд аз ин манбаъро аз электродҳо ҷудо карда, асбоби электрсанҷиро

пайваст карда, мебинем, ки асбоб қорӣ шудани ҷараёни электрӣ кири нишон медиҳад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки электродҳо соҳиби фарқи потенциалҳо шудаанд. Электроди, ки дар он оксиген ҷамъ шудааст, электроди мусбат асту электроди, ки дар он ҳидроген ҷамъ омадааст – электроди манфӣ. Чунин манбаъҳо кӯтоҳамаланд ва танҳо то дами аз байн рафтани қабати ҳидрогенӣ ва оксигенӣ кор мекунанд. Падидаи дар натиҷаи электролиз ҳосил шудани фарқи потенциалҳо *қутбиш* (поляризация) ва фарқи потенциалҳои пайдошударо фарқи потенциалҳои *қутбишӣ* (поляризационӣ) меноманд.

Манбаъҳоро, ки дар онҳо падидаи қутбиш истифода мешавад, *анбор* меноманд. Анбори содатаринро ду электроди сурбӣ ба маҳлули турушай сульфат (H_2SO_4) гӯтонда ташкил медиҳад. Чи тавре шумо аз гуфтаҳои боло медонед, агар ба маҳлули электролит ду электроди якхела, масалан, ду электроди сурбӣ гӯтонем, дар байни онҳо ҳеҷ гуна фарқи потенциалҳо ба вуҷуд намеояд. Ва дар ҳолати бебарқ будани электродҳо онҳо бо қабати сульфати сурб ($PbSO_4$) пӯшида мешаванд. Вале агар электродҳоро ба манбаъи ҷараёни беруна пайваст кунем, дар маҳлул таҷзия шудани турушай сульфат ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$) рӯй медиҳад. Ҳидрогени аз маҳлули турушай сульфат ҷудошуда, электроди ба қутби манфӣ манбаъи беруна пайвастшударо ба шакли ҳубобчаҳои газӣ (ҳидрогенӣ) мепӯшонанд. Ионҳои ҳидроген (H^+) электродро то ба ҳолати сурбӣ фиқизӣ барқарор мекунанд, яъне дар



Рав 7-21. Барқанокшавӣ

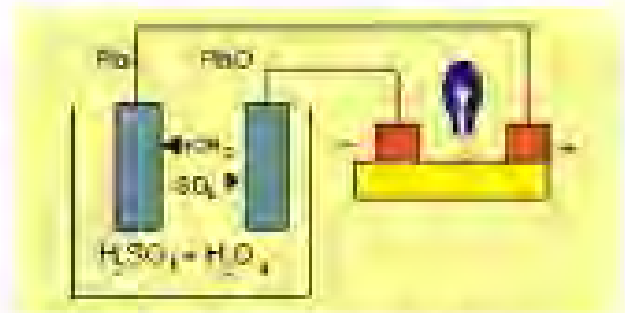
ин сурат падидаи зерин рӯй медиҳад:



Электроди ба қутби мусбат пайвастшуда зери таъсири SO_4 бо диоксида сурб (PbO_2) пушида мешавад:



Дар натиҷаи барқаманд шудани электродҳо электроди PbO_2 ба анод (электроди мусбат), электроди сурбӣ ба катод ва анбора ба манбаъи ҷараён бадал мешаванд (рас.7.21)



Рас.7.22 Баборқ шудани анбора

Тавассути рӯйдодҳои зикршуда дар байни электродҳо

фарқи потенсиалҳои тақрибан 2В ба вуҷуд меояд. Чунин батаре низ метавонад ба сифати манбаъи ҷараён хидмат кунад.

Агар анборҳои барқанокро ба занҷири берун пайваст кунем (рас.7.22), дар он аз анод PbO_2 сӯи катод Pb ҷараёни электрикӣ ҷорӣ мешавад ва анбора барқҳои худро оҳиста-оҳиста гум мекунад. Дар дохили анбора ионҳои SO_4 сӯи катод ва ионҳои 2H^+ сӯи анод ҳаракат мекунанд.



Рас.7.23

Аммо ин гуна анборҳо тавони кам доранд. Одатан анборҳои сурбиро аз чанд лавҳаи мусбат ва манфӣ тартиб медиҳанд (рас. 7.23) ва лавҳаҳо дар маҳлули 15-20%-и турушаи сульфат ҷой медиҳанд. Барои афзун гардонидани тавони анбора электродҳои онро ба шакли панҷараи лавҳаҳои сурбӣ месозанд. Сохти лавҳаи мусбат (анод) дар рас. 7.24 тасвир шудааст. Барои сохтани онҳо дар ибтидо панҷара месозанд ба шакли шони занбӯр. Лавҳаҳои манфӣ аз сурби тозаи филизӣ сохта мешаванд.



Рас.7.24

Ғайр аз анборҳои сурбӣ навъҳои дигар, аз

ҷумла, анбораҳои ишқорӣ низ истифода мешаванд, ки дар онҳо ба сифати электрод лаваҳаҳои оҳанӣ ва никелӣ ба кор мераванд. Электролити ин гуна анбораро ишқори 20% -и KOH ё ин ки NaOH ташкил медиҳад. Бартарии анбораҳои ишқорӣ ин аст, ки онҳо аз тақонҳои зарбаҳои механикӣ осеб намебинанд.

Ҳамин тариқ, дар ҳама навъҳои анбораҳо дар рафти барқаманд кардани электродҳо манбаъи беруна кор иҷро карда, энергияи кимиёиро захира месозад. Дар мавриди бебарқ кардани анбора аз ҳисоби энергияи кимиёӣ кор иҷро мешавад.

Анбораҳо дар киштиҳои зерисбӣ дар мавриди дар рӯи об шино кардани онҳо аз ҳисоби манбаъи беруна — динамомашинаҳо барқанок карда мешаванд. Онҳоро барои равшан кардани вагонҳои қатораҳо, барои ба кор даровардани моторҳо (муҳарриқҳо)-и мошинҳо ва ғ. низ ба кор мебаранд.

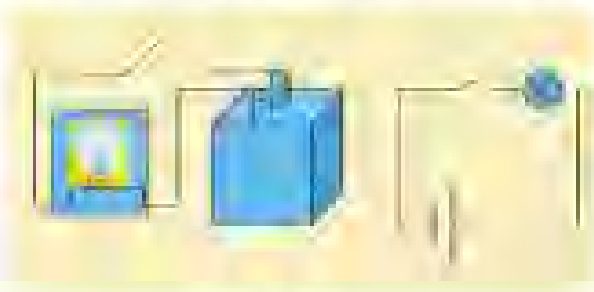


1. Тарзи кори анбора (аккумулятор) аз кори батареҳои галванӣ чӣ тафовут доранд?
2. Анбораҳои сурбӣ чӣ гуна сохта доранд?
3. Анбораҳо чӣ тавр барқанок карда мешаванд? Инро дар нисоли анбори содатарин шарҳ диҳед.

7.10. Занҷири электрикӣ ва ҷузъҳои он

Минбаъд мо истилоҳи занҷири электрикӣро зуд-зуд истифода мекунем.

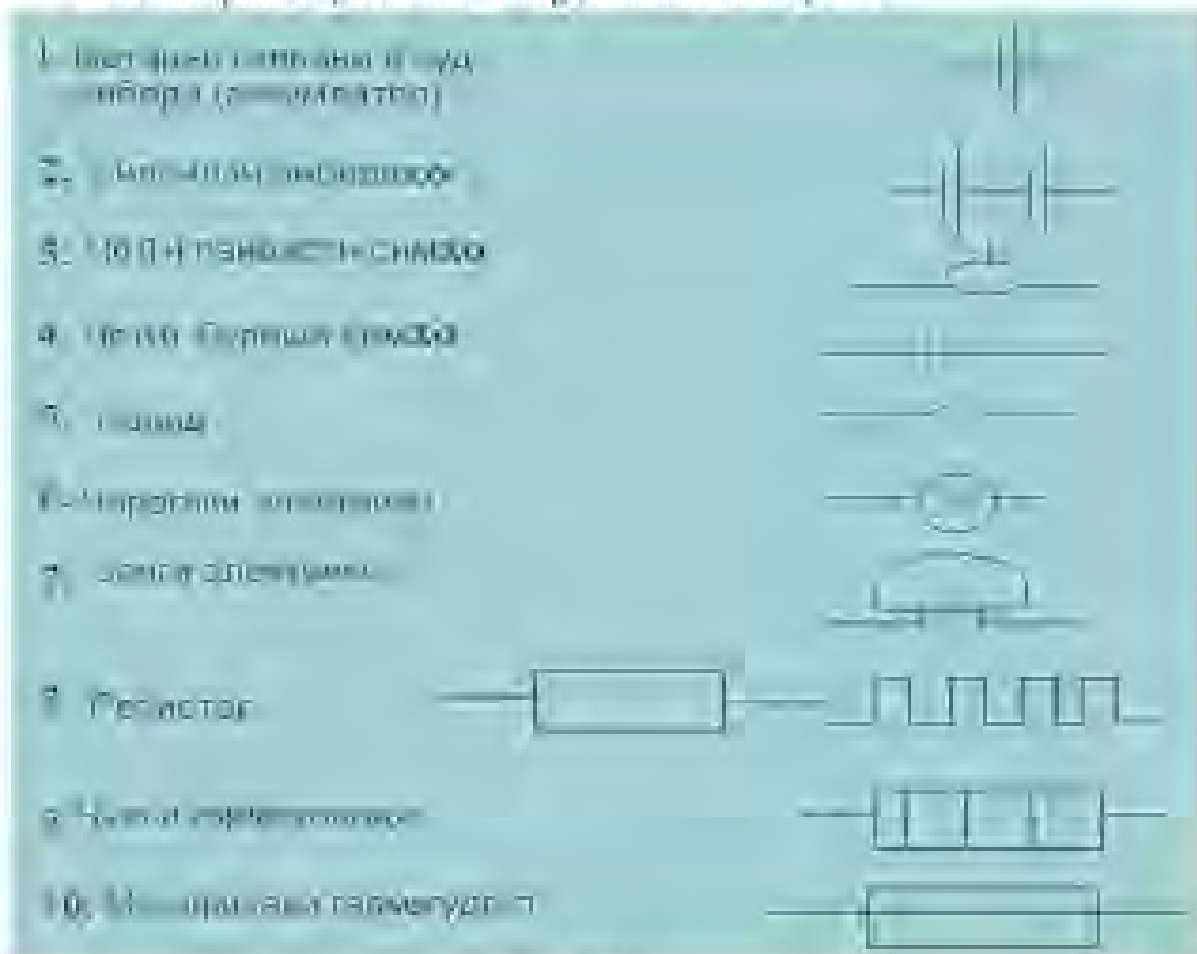
Занҷири электрикӣро манбаъи ҷараён, калид ва истеъмолкунанда (гон)-и бо ҳамдигар ба воситаи ноқилҳо пайваст шуда ташкил медиҳанд.



Рас. 7.25

Ба ҷумлаи манбаъҳои ҷараён батареҳои галванӣ, нерӯгоҳҳои барқ (электростансияҳо), анбораҳо

Аломатҳои шартии Панза ҷузъиёти электрия



Рас. 7.26

(аккумуляторҳо), генераторҳои электрикӣ ва м.ин. дохил мешаванд. Моторҳо (муҳаррикҳо)-и электрикӣ, ҷароғҳои барқӣ, мошинҳои ҷомашӯӣ, яхдонҳо, асбобҳои электрикӣ ва м.ин. истифодамолкунанда номид мешаванд. Ба сифати мисол дар рас.7.25 занҷири электрикӣе тасвир шудааст, ки аз манбаи ҷараён, калид ва ҷароғак таркиб ёфтааст.

Нақшаҳоро, ки дар онҳо пайвасти асбобҳо бо ишоратҳои рамзӣ (шартӣ) тасвир мешаванд, тарҳ (схема) меноманд. Барои ҳар як асбоб аломатҳои шартӣ қабул шудааст. Баъзеи онҳоро мо дар рас. 7.26 овардем.

Дар занҷир он гоҳ ҷараён ҷорӣ мешавад, ки (он занҷир) сарбаст бошад. Дар сурати сарбаст набудани занҷир (аккумулятор), зарраҳои барқаманд аз ҷое ба ҷое ҳаракат намекунанд. Дар сурати пайвасти кардани калид занҷир сарбаст шуда, дар он ҷараён ҷорӣ мешавад.



1. Занҷири электрикиро чӣ гуна асбобҳои олатҳо ташкил медиҳанд?
2. Шумо чӣ гуна манбаъҳои ҷараёни ва истеъмоли қувватро медонед?
3. Шартҳои дар занҷири электрикӣ ҷорӣ будани ҷараёниро дар чӣ мебинед?

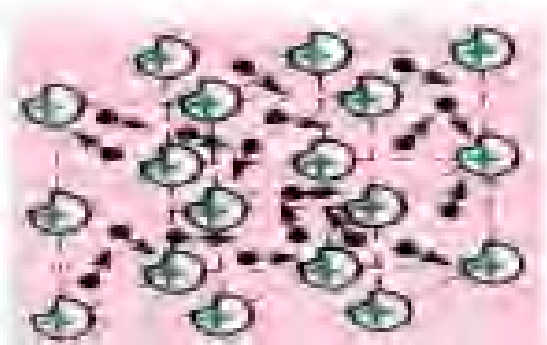
Супориш

1. Тарҳи занҷири электрикиро кашед, ки он ду калид, ду ҷарогак ва як манбаъи ҷараёниро дар бар гирад ва дар он ҳар як ҷарогакро алоҳида-алоҳида даргирондан ва ҳамаи ҷарогагонидан имкон дошта бошад.

2. Тарҳи занҷири электрикиро тартиб диҳед, ки аз манбаъи ҷараёни, ду калид ва занги электрикӣ иборат бошад ва дар он аз ду ҷойи гуногун занг задан мумкин бошад.

7.11. Ҷараёни электрикӣ дар филизот (металлҳо)

Дар ибтидои с. 1900 олими ҳуландӣ Г.А.Лорентс ва олими олмонӣ В.Друда назарияи классикии электрониро барои филизот ба миён оварданд. Дар асоси ин назария филизот дар ҳолати сахтӣ булурисохтор аст (сохти кристалӣ дорад) ва шабакаи ҷисмонӣ (панҷараи кристалӣ)-и онро ионҳои мусбатбарқаб бо электронҳои озод ташкил медиҳанд. Электронҳои озод онҳоеанд, ки то дами аз атомҳо ҷаҳда шудани худ электронҳои валентӣ буданд ва робитаашонро бо атомҳои худ гум карда, онҳоро ба ионҳои мусбат табдил додаанд. Дар тиреҳои шабакаи ҷисмонӣ ионҳои мусбат ва дар фазои байни шабакаи ҷисмонӣ электронҳои озод бетартибона ҳаракат мекунанд (рас.7.27). Ҷамъи барқҳои ҳамаи электронҳои озод аз рӯи бузургӣ ба

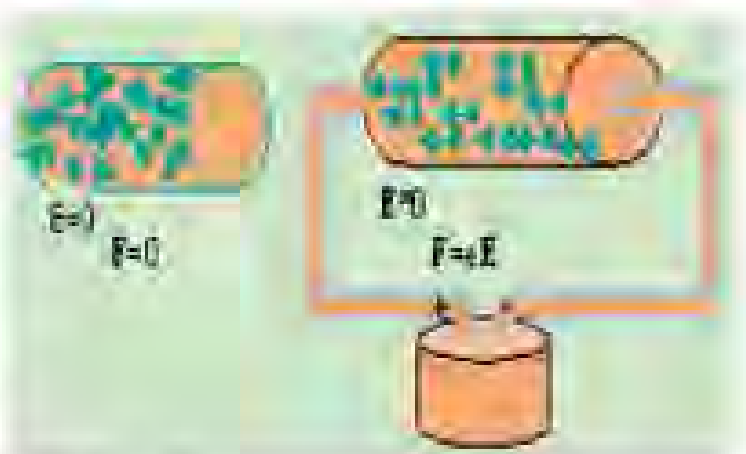


Рас.7.27

ҷамъи барқҳои мусбати ҳамаи ионҳои шабакаи баробар аст. Аз ин рӯ дар шароити муқаррарӣ филизот ҳансо (бебарқ) мебошад. Вақте ки шохаҳои батарея ё анбора (аккумулятор) ба воситаи ягон ноқил, масалан, ба воситаи ягон лампаи электрикӣ пайваст карда шаванд, электронҳои озоди ноқил бо низоми муъайян ба

ҳаракат мебароянд.

Ҳаракати электронҳо андаруни ноқил шиддати майдони электрикӣ (чамқи пешиннавш; шадидияти майдони электрикӣ) низом мебахшад, ки онро фарқи потенциалҳои манбаъи ҷараён ба вуҷуд меорад. Дар майдони



Рас. 7.28

дони электрикӣ соҳиби шиддати E ба электрони барқараш e ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) қуваи $F = eE$ таъсир меоварад (рас. 7.28).

Ҳамин тариқ, ҷараёни электрикӣ дар филизот ҳаракати бонизоми электронҳо ҳосил мекунад. Суръати миёнаи электронҳои ҷараёно чандон бузург нест. Ин суръат нисбат ба суръати миёнаи ҳаракати ҳароратӣ хеле кам мебошад. Масалан, электронҳо, ки ҷараёни дар рӯзори ҳаррӯза истифодашавандаро барқой мебаранд, суръати тақрибан $0,1$ мм/с доранд. Вале шиддати майдони электрикӣ бо суръати рӯшноӣ ($300\,000$ км/с) густариш меёбад. Ва пайдоиши шиддати майдони электрикӣ боиси ба як самт ҳаракат кардани электронҳо мегардад. Бино бар ин одатан ибораи "суръати густариши ҷараёни электрикӣ" маънои "суръати густариши майдони электрикӣ дар ноқил" дорад.

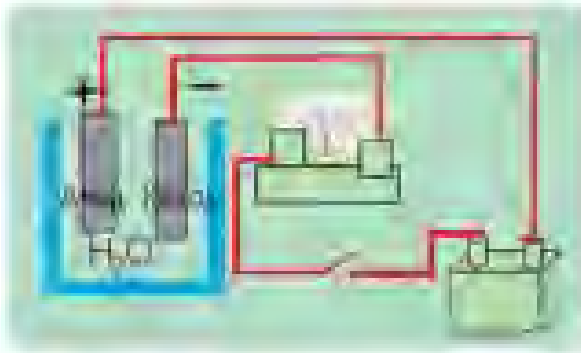


1. Электронҳои озод чӣ гуна электронанд?
2. Дар филизот ҷараёни электрикӣ чӣ тавр ҳосил мешавад?

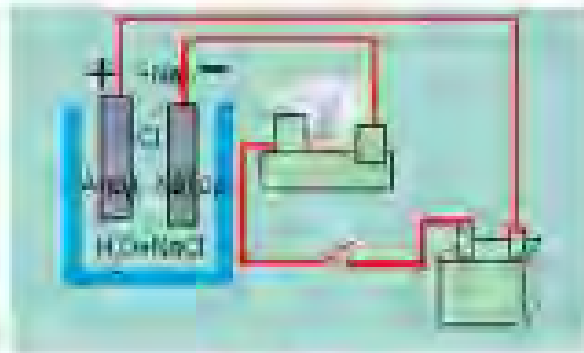
7.12. Ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо

Моддаҳои, ки омехтаи онҳо бо об ва дигар моеъҳои диэлектрикӣ ҷараёни электрикӣ нақл мекунанд, электролит меноманд. Намакҳо, турӯшаҳо (кислотаҳо), ишқорҳо ҳамин гуна моддаанд.

Дар зарфи пури оби тоза ду электрод — ду лавҳаи



Рас.7.29



Рас.7.30

ангишти ё руҳӣ меғўтонем ва занҷирро ба воситаи лампаи электрикӣ сарбаст мекунем (рас. 7.29). Дар ин маврид ҷароғаки электрикӣ дар намегирад. Акнун ба оби тоза қадре намаки ош (NaCl) ҳамроҳ мекунем ва мебинем, ки ҷароғак хандон мешавад. Сабаб дар чист?

Маълум аст, ки сабаби хандон шудани ҷароғ ҷорӣ шудани ҷараёни электрикӣ мебошад. Ин он гуна маъно дорад, ки пайдоиши ҷараён бо ҳосил шудани зарраҳои барқаманд (заряднок) дар маҳлул алоқаманд мебошад.

Хуб, ин зарраҳо чӣ гунаанд ва чӣ тавр пайдо мешаванд?

Ғап дар он аст, ки ҳангоми ҳал шудани намаки хӯрданӣ дар об молекулаҳои он бо молекулаҳои об додугирифт мекунанд. Бо иборати дигар, дар мавриди ба об ҳамроҳ кардани моддаи булӯрии намаки хӯрданӣ алоқаи байни ионҳо суст шуда панҷараи булӯр вайрон мешавад. Дар натиҷа молекулаи NaCl ба иони Na^+ ва иони Cl^- таҷзия мешавад. Чӣ тавре ки оғоҳ ҳастед, иони мусбат атомест, ки як ё чанд электрони худро талаф додааст. Иони манфӣ бошад, атомест, ки электрони зиёдатӣ дорад.

Майдони электрикӣ ба зарраи дорои барқии q бо қувваи $F = qE$ таъсир месозад. Дар ин маврид ионҳои мусбат (Na^+) сӯи катод ва ионҳои манфӣ (Cl^-) сӯи анод мекӯчанд (рас.7.30). Ҳамин тариқ, дар маҳлул ҷараёни электрикӣ ҷорӣ мешавад ва ҷароғаки электрикӣро фурузон мегардонад.

Бояд гуфт, ки ионҳои мусбати Na^+ ба катод расида, аз он электрон қабул мекунанд ва ба атоми хунсо (бебарқа) табдил меёфта, ба сатҳи электрод менишинанд.

Ҳангоми ҷорӣ будани ҷараёни электрикӣ дар электролитҳои дигар низ дар электродҳо атомҳои ин ё он модда менишинанд. Масалан, ҳангоми аз тариқи маҳлули зоҷи кабуд (CuSO_4) ҷорӣ будани ҷараён дар катод атомҳои мис менишинанд. Ин падидаро бо осонӣ мушоҳида кардан мумкин аст, ба шарте ки ба сифати электродҳо лавҳаҳои ангиштӣ истифода шаванд. Дар ин маърид дар сатҳи электроди ангиштӣ қабати сурхтоби мис намудор мешавад.



1. Сабаб чист, ки обӣ тоза ҷараёни электрикӣро намегузаронад?
2. Электролит чист?
3. Дар электролитҳо ҷараёни электрикӣ чӣ тавр ҳосил мешавад?

7.13. Қувваи ҷараён

Чӣ тавре ки дар банди гузашта гуфтем, ҷараёни электрикӣ ҳаракати банизоми зарраҳои барқаманд дар ноқилҳо мебошад. Агар қутбҳои батареи галванӣ ё навъи дигари манбаъи ҷараёнро бо ноқил пайваст кунем, майдони электрикӣ барқаҳои озод (электронҳо)-ро ба ҳаракати нигаронида (ҳаракати яксӯ) дароварда, онҳоро аз як ҷо ба ҷойи дигар мекӯчонад. Барқои аз як нӯги ноқил ба нӯги дигари он кӯчида q ва адади электронҳо N ин тавр алоқамандӣ доранд:

$$q = N e \quad (1)$$

Ин ҷо e барқои як электрон аст.

Миқдори ҷараёни электрикӣ ба воситаи мафҳуми қувваи ҷараён ифода карда мешавад.



Ампер (1775-1836)

Бузургие, ки барқои дар воҳиди вақт аз буриши арзии ноқил гузарандаро ифода мекунад, қувваи ҷараёни электрикӣ номида шудааст.

Қувваи ҷараён I ба барқа q чунин алоқамандӣ дорад:

$$I = \frac{q}{t}, \quad (2)$$

яъне, барои ёфтани қувваи ҷараён барқои аз буриши арзии ноқил гузаранда q -ро бар муддати вақти гузариш t тақсим кардан мебоҷад.

Ҷараёне, ки бузургӣ ва самти он бо мурури вақт бетағйир мемонад, ҷараёни электрикӣ дойимӣ ном гирифтааст. Қувваи ҷараёни электрикӣ бо *кулон бар сония* (Кл/с) ифода карда мешавад:

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ с}}.$$

Ин воҳидро ба ифтихори физикдони фаронсавӣ Анри Ампер ампер (А) номидаанд.

Дар амалия инчунин ҳиссаҳо ва воҳидҳои каратии қувваи ҷараён – *миллиампер* (мА), *микроампер* (мкА), *килоампер* (кА) низ истифода мешаванд:

$$1 \text{ мА} = 0,001 \text{ А}; \quad 1 \text{ мкА} = 0,000001 \text{ А}; \quad 1 \text{ кА} = 1000 \text{ А}.$$

Дар маънидаи маълум будани бузургии қувваи ҷараён I ва муддати ҷорӣ будани он t бузургии барқои ҷоришударо метавонем аз рӯи формулаи зер муъайян кунем:

$$q = I t. \quad (3)$$

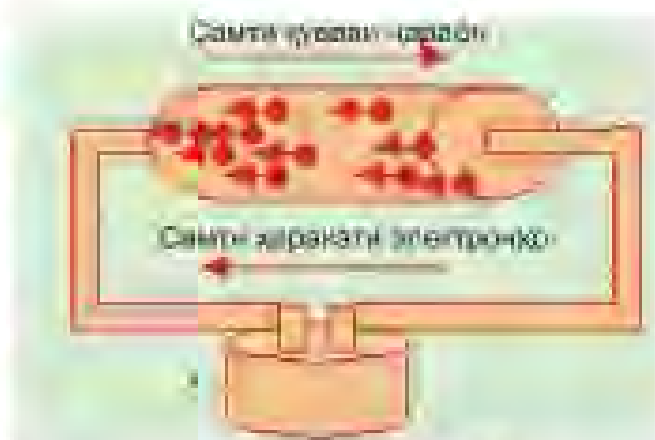
Агар бузургии қувваи ҷараён 1 А бошад, дар тӯли 1 с аз буриши арзии ноқил 1 Кл барқа мегузарад:

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}.$$

Қувваи ҷараён бузургии векторӣ (бузургии бурдорӣ) мебошад, яъне ғайри қимати ададӣ самт низ дорад.

Хуб, дар майдони электрикӣ самти рафти ҷи гуна зарраҳои барқанокро ба сифати самти ҷараёни электрикӣ қабул кардан мебоҷад.

Интихоби самти қувваи ҷараён ҷараён шартӣ аст. Таърихан ба сифати самти ҷараён самте пазируфта шудааст, ки ба рафти барқҳои мусбат мувофиқат мекунад. Бино бар ин зарраҳои манфибарқа, масалан, электронҳои озод дар филизот муқобили самти ҷараён (муқобили самти шиддати майдони электрикӣ), яъне муқобили рафти зарраҳои мусбатбарқа ҳаракат мекунанд (рас. 7.31).



Рас.7.31

Масъалаи 1. Аз мӯяки ҷарогаки барқии равшаной қувваи ҷараёни 500 мА ҷорист. Дар муддати 1 дақ аз мӯяк чӣ қадар барқа мешорад?

Додаҳо:
 $t = 60 \text{ с.}$
 $I = 0,5 \text{ А}$
 $q = ?$

Ҳал: Додаҳо дар формулаи

$$q = It$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$q = 0,5 \cdot 60 \text{ с} = 30 \text{ Кл.}$$

Масъалаи 2. Аз буриши аризи ноқил дар муддати 0,5 с $5 \cdot 10^{18}$ электрон гузашт. Қувваи ҷараёниро муъайян кунед.

Додаҳо:
 $t = 0,5 \text{ с,}$
 $N = 5 \cdot 10^{18},$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 $I = ?$

Ҳал: Бузургии барқии аз буриши аризи ноқил гузаштаре ин тавр меебем:

$$q = Ne = 5 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 0,8 \text{ Кл.}$$

Пас, қувваи ҷараёни аз ноқил гузаранда ин қадар хоҳад буд:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{0,8 \text{ Кл}}{0,5 \text{ с}} = 1,6 \text{ А.}$$

Масъалаи 3. Дар муддати 3 с аз ноқил барқои умумие, ки қувваи ҷараёни $I = 0,16 \text{ A}$ ҳосил мекунад, ҷорӣ шудааст. Адади электронҳоро ёбед, ки аз буриши арзии ноқил гузаштаанд.

Додаҳо:
 $t = 3 \text{ с,}$
 $I = 0,16 \text{ A,}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 $N = ?$

Ҳал: Бузургии барқои ҷоришуда

$$q = It = 0,16 \text{ A} \cdot 3 \text{ с} = 0,48 \text{ Кл}$$

мебошад. Бо назардошти он ки барқои электрон $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ аст, ҳосил мекунем:

$$N = \frac{q}{e} = 3 \cdot 10^{18} \text{ электрон.}$$



1. Қувваи ҷараён чист?
2. Воҳиди қувваи ҷараён – А чиро ифода мекунад?
3. Шумо дар бораи қувваи ҷараён, умуман, чӣ гуфта метавонед?

Машқ

1. Аз мӯяки лампаи электрикӣ дар муддати 2с $3 \cdot 10^{18}$ электрон мегузарад. Қувваи ҷараёни шабака чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 0,24 А).

2. Қувваи ҷараёнро барои лампаи электрикӣ ёбед, ки аз мӯяки он дар муддати 10 дақ 600 Кл барқа гузаштааст. (Ҷавоб: 1 А).

3. Аз тариқи занҷире, ки ҷараёни 24 мА дорад, дар муддати 1 дақ чӣ миқдор барқа мегузарад?

7.14. Қонуни Ом барои қитъаи занҷир. Муқовимати ноқил

Аз бандҳои пешин шумо медонед, ки қараёни электрикӣ дар ноқилҳо ҳаракати банизоми барқҳои озод (бо таъсири майдони электрикӣ) мебошад. Бузургии *шиддати майдони электрикӣ* бо фарқи потенциалҳои нӯгҳои ноқил ва қувваи қараён I ба *волтажи майдони электрикӣ* вобастагӣ доранд. Аммо ин вобастагӣҳо чӣ гуна шакл доранд?



Ҷ.ОМ (1787-1854)

Ом дар таҷриба исбот кард, ки қувваи қараёни электрикӣ дар ин ё он ноқил қоришаванда I ба волтажи нӯгҳои ноқил U мутаносиби роста мебошад. Масалан, агар ноқилро дар занҷири доғии волтажи 9 В пайваст кунем, дар он қараёне қорӣ мешавад, ки нисбат ба ҳамин хел ноқили ба батареи волтажаш $4,5\text{ В}$ пайвастшуда ду бор зиёдтар хоҳад буд.

Ҳамин тариқ, қувваи қараён I ба волтажи нӯгҳои ноқил мутаносиб аст:

$$I \sim U. \quad (1)$$

Ин ҷо зариф (коэффисент)-и мутаносибии, k - ро дохил намуда, ин таъри менависем:

$$I = kU. \quad (2)$$

Дар ин ифода k зарифи мутаносибиест, ки онро *электрнокилият* ё худ *гузаронандагии электрикӣ* меноманд.

Бузургии нисбат ба электрнокилият чаппаро *муқовимати ноқил* ном доданд ва онро чунин ифода мекунанд:

Инро дар формулаи (2) гузошта, ҳосил мекунем:

$$R = \frac{U}{I} \quad (3)$$

1. Номи пешинваш: *шадидияти майдони электрикӣ*.

2. Номи пешинваш: *шиддати майдони электрикӣ*.

$$I = \frac{U}{R}. \quad (4)$$

Ҳамин тариқ, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда I ба нисбати фарқи потенциалҳои нӯғҳои ноқил бар муқовимати ноқил баробар аст. Ифодаи (4) қонуни Ом барои қитъаи занҷир мебошад.

Хуб, муқовимати ноқил дар чӣ зоҳир мешавад?

Агар ҳеҷ чиз ҳаракати электронҳоро монеъ намешуд, онҳо баъди лаҳзаи ба ҳаракати самтнок даромадани худ мебоист муддати дуру дароз дарҳаракат мебуданд. Вале баъди қатъ кардани майдони электрикӣ ҷараёни электрикӣ низ ба зудӣ қатъ мегардад.

Гап дар он аст, ки ҳаракати самтнок ва банизоми электронҳоро бархӯрди онҳо бо ионҳои шабакаи ҷисмонии филизот маҳдуд мегардонад. Ҳангоми бархӯрд электронҳо суръати самтноки худро талаф медиҳанд, дар натиҷа гузаштани ҷараён аз ноқил халалдор мешавад. Барои тавсиф додани ин хусусият мафҳуми **муқовимати ноқил** ба миён омадааст. Ба иборати дигар, бархӯрдҳо ҳаракати батартибонаи электронҳоро халалдор мегардонанд ва аз ин рӯ аз буриши арзии ноқил дар воҳиди вақт на ҳамаи электронҳо гузашта метавонанд; ҳар қадаре ки бузургии муқовимати ноқил зиёд бошад, дар воҳиди вақт аз он ҳамон қадар камтар электрон мегузарад.

Аз формулаи (4) бармеояд, ки $U = IR$ ва $R = U/I$ аст. Пас, дар сурати маълум будани волтаж ва қувваи ҷараён аз рӯи формулаи

$$R = \frac{U}{I} \quad (5)$$

муқовимати ноқилро муъайян кардан мумкин аст.

Ба сифати воҳиди муқовимат 1 Ом қабул шудааст.

1 Ом муқовимати ноқилест, ки ҳангоми 1 В будани волтажи нӯғҳои ноқил аз он қувваи ҷараёни 1 А ҷорӣ мешавад.

$$1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 1 \frac{\text{В}}{\text{А}}$$

Дар амалия ҳиссаҳоидҳо ва воҳидҳои қаратии Ом низ истифода мешаванд: *миллиом* (мОм), *килоом* (кОм), *мегаом* (МОм).

$$1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом}; 1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом}; 1 \text{ МОм} = 1\,000\,000 \text{ Ом}.$$

Масъалаи 1. Мувофиқи маълумотномаи магнитофон бузургии волтажи зарурӣ 6 В ва қувваи ҷараёни матлуб 300 мА аст. Муқовимати пурраи магнитофон чӣ қадар аст?

Ҳал: Додаҳо ба формулаи

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

гузошта, ҳосил мекунем:

$$R = \frac{U}{I} = 20 \text{ Ом}.$$

Додаҳо:

$$I = 300 \text{ мА} = 0,3 \text{ А},$$

$$U = 6 \text{ В}$$

$$R = ?$$

Масъалаи 2. Ноқили муқовиматаш 40 Ом-ро ба манбаъи волтажаш 24 В пайваст карданд. Қувваи ҷараёни аз ноқил ҷорӣшаванда чӣ қадар аст?

Ҳал: Дар заминаи истифодаи формулаи қонуни Ом

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

чунин натиҷа ҳосил мекунем:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0,6 \text{ А}.$$

?

1. Қувваи ҷараён бо волтаж чӣ ҳамбастагӣ дорад?
2. Қувваи ҷараён ба муқовимати ноқил чӣ алоқамандӣ дорад?
3. Муқовимати 1 Ом чӣ маънӣ дорад?

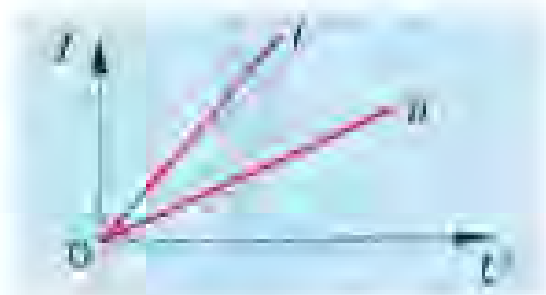
Машқ

1. Лампаи электрикӣ дар шабакаи волтажаш 110 В пайваст аст ва аз мӯяки он ҷараёни қуввааш 0,05 А ҷорист. Волтажро чӣ қадар зиёд кардан зарур аст, ки аз мӯяки лампа ҷараёни 0,1 А ҷорӣ шавад? (Ҷавоб: 220 В).

2. Ҳангоми дар нӯғҳои ноқил 20 В будани волтаж аз он ҷараёни қуввааш 0,4 А ҷорӣ мешавад. Агар волтажро то 50 В зиёд кунем, аз ноқил чӣ қадар ҷараён ҷорӣ мешавад? (Ҷавоб: 1А).

3. Ба нӯғҳои ноқили муқовиматаш 2,5 Ом чӣ қадар волтаж додан мешояд, ки аз он ноқил ҷараёни қуввааш 3 А ҷорӣ шавад? (Ҷавоб: 7,5 В).

4. Дар рас. 7С нигоҳа (график)-и вообастагии қувваи ҷараён ба волтаж, барои ду муқовимат тасвир шудааст. Муқовимати кадоми он камтар аст. Ҷавобро асоснок кунед.



Рас. 7С

7.15. Муқовимати хос

Шумо медонед, ки муқовимати электрикӣ ноқили филизӣ ба бархӯрди электронҳо бо ионҳои шабакаи ҷисмонӣ (панҷараи кристалӣ) бастагӣ дорад. Аз ин рӯ бузургии муқовимати электрикӣ бояд ба шакл, андоза ва навъи модда бастагӣ дошта бошад.

Дар асоси омӯзишҳои таҷрибавӣ нуктаҳои зайл дарк шудааст:

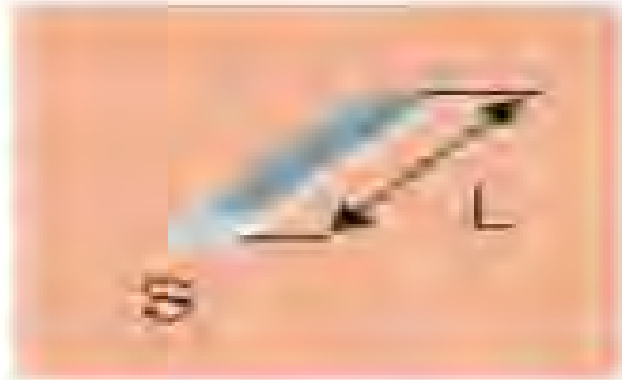
1. Аз ду ноқили якхела аз ҳамон як модда сохташуда ва дарозии ҳамон як буриши арзӣ ҳамонаш муқовимати электрикӣ зиёдтар дорад, ки дарозтар бошад, яъне муқовимати ноқил R ба дарозии он L мутаносиби роста аст:

$$R \sim L$$

2. Аз ду ноқили аз ҳамон як навъи модда сохташудаи дарозии ҳамон якхела, муқовимати ҳамонаш камтар аст, ки буриши арзии зиёд дорад, яъне муқовимати ноқил ба буриши арзии он S мутаносиби чаппа аст:

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

3. Ноқилҳои дарозӣ ва буриши арзишон якхелае, ки аз моддаҳои хархела сохта шудаанд, муқовимати гуногун доранд, яъне муқовимати ноқил ба навъи модда бастагӣ дорад.



Рас. 7.32

Ҳамин тариқ, муқовимати ноқил R ба дарозии ноқил L мутаносиби роста ва ба буриши арзии он S мутаносиби чаппа мебошад:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

Зариби мутаносибии ρ бузургист, ки ба навъи модда бастагӣ дорад ва хосияти электргузaronии моддаро ифода мекунад. Онро муқовимати хос меноманд.

Барои муқаррар кардани воҳиди муқовимати хос формулаи (1)-ро ба шакли зайл менависем:

$$\rho = \frac{RS}{L} \quad (2)$$

Бо назардошти он ки воҳиди муқовимат Ом, воҳиди масоҳат m^2 ва воҳиди дарозӣ m мебошанд, воҳиди муқовимати хосро ин тавр ифода мекунем:

$$\frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 m^2}{1 m} = 1 \text{ Ом} \cdot m$$

Дар амалия масоҳати буриши арзии ноқилро бо mm^2 ифода

Ҷадв.7.1. Муқовимати хоси баъзе ноқилҳо дар ҳарорати 20 °С

Ноқил	Муқовимати хос	
	Ом.мм ² /м	Ом.м ² /м
Нукра	0,016	1,6.10 ⁻⁴
Мис	0,017	1,7.10 ⁻⁴
Тилло	0,024	2,4.10 ⁻⁴
Алумин	0,029	2,9.10 ⁻⁴
Оҳан	0,1	10 ⁻³
Никелин (хӯла)	0,4 - 0,44	4 - 4,4 . 10 ⁻³
Манганин (хӯла)	0,42	4, 2. 10 ⁻³
Константан (хӯла)	0,4 - 0,51	4 - 5,1. 10 ⁻³
Нихром (хӯла)	1,1	1,1 . 10 ⁻²
Фехрал (хӯла)	1	10 ⁻²
Хромал	1,3	1,3. 10 ⁻²

мекунад. Бино бар ин аксаран ба сифати воҳиди муқовимати хос воҳиди 1 Ом.мм²/м-ро ба кор мебаранд.

Бузургии муқовимати хос барои баъзе моддаҳо дар ҳарорати 20°С дар ҷадв. 7.1 оварда шудааст.

Камтарини муқовимати хос муқовимати нукра аст. Вале бо сабаби гаронбаҳо будани он дар амалия маъмулан ноқилҳои мисин, алуминий ва оҳанин истифода мешаванд.

Бузургии чаппаи муқовимати хос, яъне

$$\sigma = \frac{l}{\rho}$$

электргузaronандагии хоси моддаро ифода мекунад.

Масъалаи 1. Муқовимати ноқили мисинеро ёбед, ки 200 м дарозӣ дорад ва масоҳати буриши арзиаш 0,1 мм² аст.

Додаҳо:

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}},$$

$$S = 0,1 \text{ мм}^2,$$

$$L = 200 \text{ м}$$

$$R = ?$$

Ҳал: Формулаи

$$R = \rho \frac{L}{S} - \rho_0$$

истифода карда, меёбем:

$$R = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \frac{200 \text{ м}}{0,1 \text{ мм}^2} = 34 \text{ Ом}.$$

Масъалаи 2. Сими мисини дарозияш 100 м ва масоҳати буриши арзиаш 0,5 мм² ба занҷири дорои волтажи 10 В васл шудааст. Қувваи ҷараёни дар ин сим ҷоришавандаро муайян кунед.

Додаҳо:

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}},$$

$$L = 100 \text{ м},$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2,$$

$$U = 10 \text{ В}$$

$$J = ?$$

Ҳал: Аз рӯи қонуни Ом қувваи ҷараён

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

аст. Ноқил муқовимати

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

дорад. Инро ба формулаи (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$I = \frac{U S}{\rho L} = \frac{10 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ мм}^2}{0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} \cdot 100 \text{ м}} = \frac{5}{1,7} \text{ А} = 3,0 \text{ А}.$$

?

1. Муқовимати ноқил ба дарозии ноқил ва буриши арзии он чӣ бастагӣ дорад?
2. Муқовимати ҳос чиро тавсиф медиҳад?
3. Муқовимати ҳосро аз рӯи кадом формула баҳодод кардан мумкин аст?
4. Муқовимати ҳос бо чӣ гуна воҳид ифода карда мешавад?
5. Электргузаронии ҳос чиро ифода мекунад?

Машқ

1. Сими константани дарознаш 2 м ва масоҳати буриши арзиш 0,5 мм² муқовимати 2 Ом дорад. Муқовимати хоси константан чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 0,5 Ом.мм²/м)

2. Муқовимати сими мисини буриши арзиш 0,425 мм² 4 Ом аст. Дарозии симиро ёбед. (Ҷавоб: 100 м)

7.16 . Вобастагии муқовимати ноқилҳо ба ҳарорат

Бузургии муқовимати хоси ноқилҳои филизӣ ба ҳарорати онҳо бастагӣ дорад. Бо афзоиши ҳарорат ин муқовимат меафзояд. Афзоиши ҳарорат боиси зиёд шудани суръати бетартибонаи ҳаракати атомҳо (ионҳо)-и шабакаи ҷисмонӣ (панҷараи кристалӣ) мегардад ва ин омил сабаби зиёд шудани муқовимат дар ҳаракати самтноки электронҳо мешавад.

Дар соҳаи муъайяни ҳарорат вобастагии муқовимати хос ρ -ро ба ҳарорат ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha (t - t_0)) \quad (1)$$

Дар ин ҷо ρ_0 бузургии муқовимати хос дар ҳарорати t_0 асту α - зариби ҳароратии муқовимат ва ρ -бузургии муқовимати хос дар ҳарорати t .

Формулае, ки ҳамбастагии муқовимати ноқилҳоро бо ҳарорат ифода мекунад, намуди зайл дорад:

$$R = R_0 (1 + \alpha (t - t_0)) \quad (2)$$

Ин ҷо R_0 муқовимат дар ҳарорати t_0 асту R - ҳамон муқовимат дар ҳарорати t . Зариби ҳароратии муқовимати ноқилҳои гуногун дар ҷадвали 7.2 оварда шудааст.

Зариби ҳароратии муқовимат барои хӯлаҳо хеле зиёд мебошад. Аз ин рӯ эталонҳо, ҷаъбаҳои муқовиматҳо ва м.ин.-ро аз хӯлаҳо месозанд.

Ҷадвали 7.2

Ноқил	α , град ⁻¹		Ноқил	α , град ⁻¹
Пулрад	0,0050		Константан	0,00005
Вольфрам	0,0046		Манганин	0,000015
Алумин	0,0042		Рух	0,0039
Нукра	0,0040		Сурб	0,0041
Мис	0,0040		Платина	0,0025
Никелин	0,0003		Симоб	0,0027
Нихром	0,0003			

Муқовимати электролитҳо ва нимноқилҳо бо афзоиши ҳарорат меафзояд.

Вобастагии муқовимати ноқил ба ҳарорат дар амалия ҷойи истифодаи бисёр дорад. Масалан, барои чен кардани ҳарорат дар ҳудуди аз $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ то $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳароратсанҷҳои платиниеро истифода мекунанд, ки сохти хори онҳо бар вобастагии ҳароратии муқовимат асос ёфтааст.

Дар сурати хеле паст будани ҳарорат дар аксари филизот боз як рӯйдоди аҷиб мушоҳида мегардад: муқовимати филизҳо ҷаҳишсон то сифр кам мешавад (рас. 7.33). Ин падида **вбарноқилият** ном гирифтааст.



Рас. 7.33

Мисоли 1. Ноқили мисинеро, ки ҳарорати ибтидоиаш $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ва муқовиматаш $100\text{ }\Omega$ буд, то дами ба $126\text{ }\Omega$ баробар шудани муқовимати он гарм карданд (рас.7.34). Зариби ҳароратро $\alpha = 0,0043\text{ град}^{-1}$ гирифта, ҳарорати нитихони ноқилро ёбед.

Додаҳо:

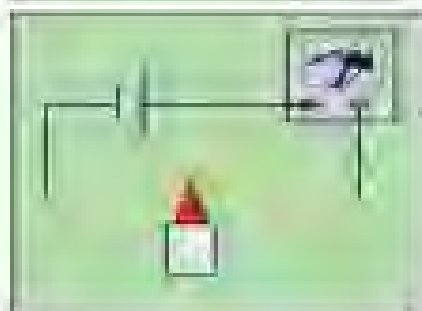
$$t_0 = 0 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$R_0 = 100 \text{ Ом},$$

$$R = 126 \text{ Ом},$$

$$\alpha = 0,0043 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$t = ?$$



Рас.7.34

Ҳал: Дар асоси формулаи

$$R = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)],$$

$$t = t_0 + \frac{R - R_0}{\alpha R_0}$$

мебошад. Додаҳоро гузошта, меёбем:

$$t = \frac{126 \text{ Ом} - 100 \text{ Ом}}{0,0043 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 100 \text{ Ом}} \approx 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Масъалаи 2. Дар ҳарорати $1020 \text{ } ^\circ\text{C}$

муқовимати ноқили алюминий 208 Ом аст. Муқовимати ибтидоии ноқил ҳангоми $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ будани ҳарорат чӣ қадар буд?

Додаҳо:

$$t = 1020 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$R = 208 \text{ Ом},$$

$$t_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\alpha = 0,0042 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$R_0 = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

$$R = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$$

R_0 -ро ёфта, ҳосил мекунем:

$$R_0 = \frac{208 \text{ Ом}}{1 + \frac{0,0042}{^\circ\text{C}} (1020 - 20) ^\circ\text{C}} = \frac{208 \text{ Ом}}{5,2} = 40 \text{ Ом}.$$



1. Муқовимати ҳоси ноқилҳои филизӣ ба ҳарорат чӣ гуна вобастагӣ дорад?
2. Зариби ҳароратии муқовимат чиро ифода мекунад?
3. Муқовимати электролитҳо ва нимноқилҳо ба ҳарорат чӣ гуна вобастагӣ дорад?
4. Абарноқилият чӣ гуна падида аст?

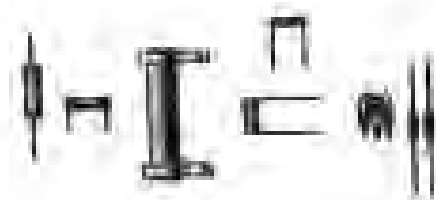
7.17. Резистор. Реостат

Дар техникаи муосир муқовиматҳои бузургташон ҳарҳела ва бо технологияи махсус сохташуда, ки *резистор* номгузори шудаанд бисёр истифода мешаванд (калимаи латинии *resisto* маънои муқовимат мекунам дорад).

Одитарин резистор бунподест (асосаст), ки дар он ноқили муқовимати хосаш зиёд печонида шудааст. Намуди берунаи баъзе резисторҳо дар рас. 7.35 нишон дода шудааст. Резисторҳо низ истифода мешаванд, ки муқовимати онҳоро дар зарурат дар ҳудуди муъайян тағйир додан осон аст.

Резисторҳои муқовиматашон танзимшавандаро реостат меноманд. Дар радио ва ТВ барои баланду паст кардани садо ҳамин гуна резисторҳо истифода мекунанд, дар мошинҳои дарздӯзӣ бо ёрии резисторҳои танзимшаванда суръати гардиши мотори электрикоро идора мекунанд ва ғ. Мисоли содатарини реостат сими никелинӣ ё нихромие мебошад, ки муқовимати хоси зиёд дорад ва дар рӯяш даваки бо сими тамосдор ин сӯ он сӯ пағжида метавонад.

Хонандаи арҷманд! Шумо метавонед худатон ин гуна реостат сохта, ба воситаи он тағйироти қувваи ҷараёнро вобаста ба дарозии сими (муқовимати сими) бисанҷед. Барои ин сими, масалан, нихромии дарознаш муъайяно ба нӯги сими мисин ба шакли ҳалқай дар рӯи сими нихромӣ лағжанда (В) пайваст кунед. Як нӯги сими нихромӣ (А)-ро ба қутби (гирак)-и манфии батарея пайвандеду нӯги сими мисинро ба қутби манфии амперметр (олати санҷиши қувваи ҷараён). Қутби мусбати батареяро ба воситаи калид ба қутби мусбати асбоб пайваст кунед (рас. 7.36.).



Рас. 7.35



Рас. 7.36



Рис.7.37

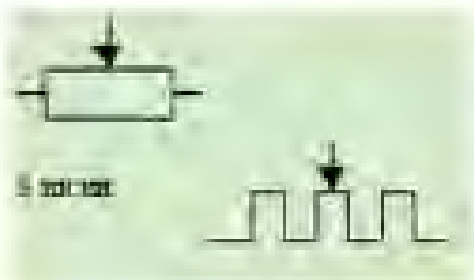


Рис.7.38

Баъд калидро пайваста ба давак-ро ин ё он сӯ пағжонда, тағйироти қувваи ҷараён, яъне нишондоди амперметрро мушоҳида кунед. Амперметр мавҷуд набошад, метавонед ба ҷои он лампаҷаи электрикиро истифода кунед. Яке аз навъҳои реостат дар рас.7.37 оварда шудааст. Дар тарҳҳо реостатҳо бо рамзҳои махсус ишорат карда мешаванд (рас.7.38).

Масъала. Реостати иборат аз сими никелини дарознаш 21 м ва буриши арзиаш $0,2 \text{ мм}^2$ -ро, ки бар цилиндри сафолин печонда шудааст,

ба манбаъи ҷараёни волтажаш 24 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат $1/3$ ҳиссаи сими никелинро ба манбаъи ҷараён пайвандад, аз реостат чӣ қадар қувваи ҷараён ҷорӣ мешавад?

Ҳал: Дар асоси қонуни Ом барои қитъаи занҷир қувваи ҷараёни аз тариқи реостат ҷоришаванда

Додаҳо:
 $U = 24 \text{ В}$,
 $\rho = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$,
 $S = 0,2 \text{ мм}^2$,
 $l = 21 \text{ м}$
 $I = ?$

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

аст, Азбаски $R = \rho \frac{L}{S}$

ва $L = \frac{1}{3}$ мебошанд, пас:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 21 \text{ м}} = 1,7 \text{ А}$$

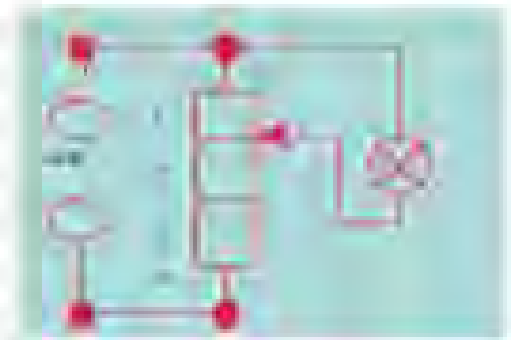


1. Реостат чӣ вазифаро адо мекунад?
2. Чаро дар реостатҳо симҳоро истифода мекунанд, ки муқовимати ҳоси онҳо зиёд аст?
3. Реостати давакдер чӣ гуна сохта дорад ва чӣ тавр амал мекунад?

Машқ

1. Реостате, ки аз сими нихромии дарознаш 10 м ва буриши арзиаш $0,4 \text{ мм}^2$ сохта шудааст, чӣ қадар муқовимат дорад? (Ҷавоб: $\approx 27,5 \text{ Ом}$).

2. Реостате иборат аз сими фехралии дарознаш 21 м ва буриши арзиаш $0,2 \text{ мм}^2$ -ро, ки дар цилиндри сафопин печонда шудааст, ба манбаъи ҷараёни волтажаш 24 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат 0,22 қисми сими никопиниро ба манбаъи ҷараён пайвастаанд, аз реостат чӣ қадар қувваи ҷараён ҷорӣ мешавад? (Ҷавоб: 0,85 А).



Рас. 7.38,а

Супориш

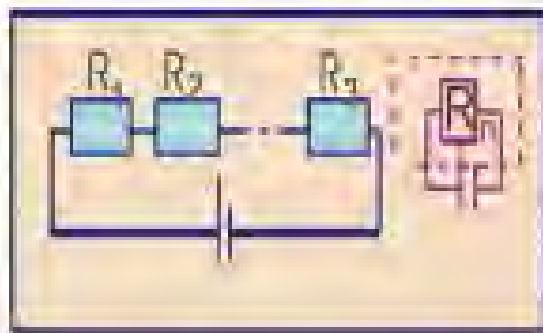
Занҷири электрикӣе тартиб диҳед монанди расми 7.38,а ва волтажи лампоро барои мавқеъҳои 1,2,3,4 бо вольтметр бисанҷед.

7.18. Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо

Дар амалия занҷирҳои электрикӣе бисёр истифода мешаванд, ки бо ҳам ба таври мувозӣ (паралелӣ) ва пай дар пай пайваст шудаанд. Аз ҷумла, асбобҳои рӯзгор ба шабакаи электрикӣ ба таври мувозӣ пайваста мешаванд. Муқовимати ҳар як истеъмолкунанда ва тарзи пайвасти онҳоро доништа, муқовимати умумии занҷирро ёфтан мумкин аст.

Агар ду ё чанд муқовимат (резистор, истеъмолкунанда) пасиҳам пайваст шуда бошанд, аз онҳо ҷараёни якхела мегузарад — дар ин сурат мегӯянд, ки муқовиматҳо бо ҳам пайдарпай пайваст шудаанд (рас. 7.39).

Хуб, муқовимати умумии муқовиматҳои пайдарпай пайвастшудаҳо чӣ тавр ёфтан мумкин аст?



Рас.7.39

Биёед, занҷири сода-таринеро муойина кунем, ки ҳамагӣ ду муқовимат дорад (рас.7.40 а ва б).

Дар асоси қонуни Ом барои қитъаи занҷир волтажи байни нуқтаҳои а ва в

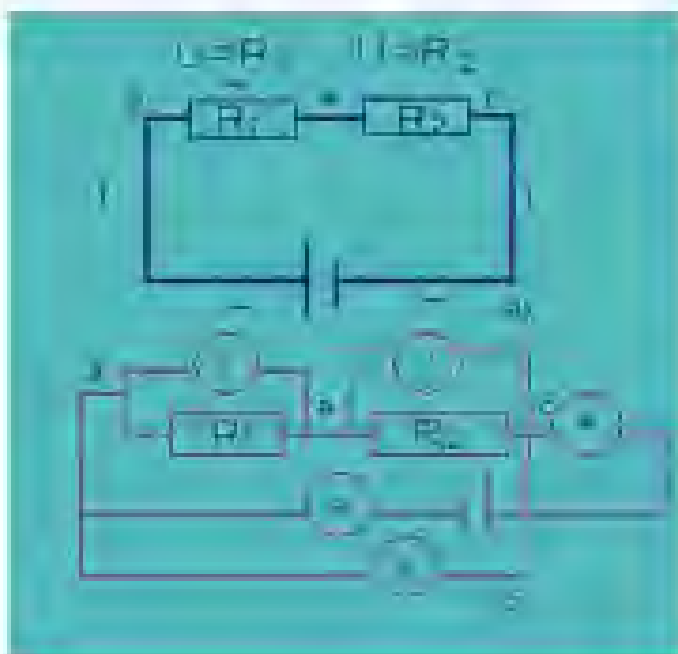
$$U_1 = IR_1 \quad (1)$$

аст. Волтажи нуқтаҳои в ва с бошад

$$U_2 = IR_2 \quad (2)$$

аст. Волтажи пурраи занҷир (нуқтаҳои а ва с) ба ҷамъи волтажҳои ҳарду қитъаи занҷир U_1 ва U_2 баробар аст:

$$U = U_1 + U_2 \quad (3)$$



Рас.7.40

Бо назардошти он ки волтажи умумӣ

$$U = IR \quad (4)$$

аст, (1), (2) ва (4) -ро ба формулаи (3) гузошта, ҳосил мекунем:

$$IR = IR_1 + IR_2 \quad (5)$$

яъне

$$R = R_1 + R_2 \quad (6)$$

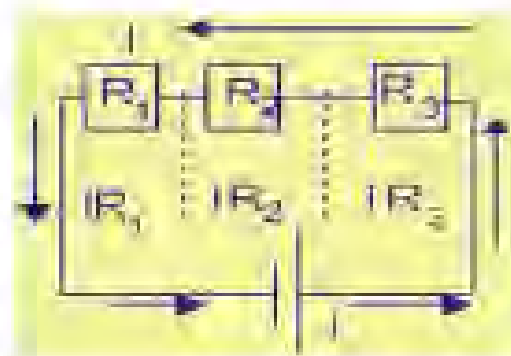
аст. Ҳамин тариқ, дар мавриди пай дар пайи якдигар пайвасти кардани муқовиматҳо:

а) қувваи ҷараёни аз тариқи муқовиматҳо (резисторҳо) ҷоришаванда якхела аст;

б) волтажи манбаъи ҷараён ба ҷамъи волтажҳои нӯғҳои муқовиматҳо (резисторҳо) баробар аст;

в) бузургии муқовимати умумӣ ба ҷамъи ҳарду муқовимати занҷир (дар мавриди мисолшуда) баробар аст (рас. 7.39).

Масъалаи 1. Се резистори муқовиматшон мувофиқан $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 15 \text{ Ом}$ ба манбаъи 9 В пайдарпай пайвасти шудаанд (рас. 7.41). Муқовимати пурра, қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ва волтажи нӯғҳои резисторҳои алоҳидагоне ёбед.



Рас. 7.41

Додаҳо:

$$R_1 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$U = 9 \text{ В}$$

$$R = ?$$

$$I = ?$$

$$U_1 = ?$$

$$U_2 = ?$$

$$U_3 = ?$$

Ҳал: Муқовимати пурраи резисторҳо

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 30 \text{ Ом}$$

аст. Ҳангоми пай дар пай пайвасти резисторҳо ҷараён дар ҳамаи қитъаҳои он якхела аст, пас, дар асоси қонуни Ом

$$I = \frac{U}{R} = \frac{9 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 0,3 \text{ А}$$

мебошад. Бузургии волтажҳо дар нӯғҳои ноқил инқадарӣ аст:

$$U_1 = I R_1 = 1,5 \text{ В},$$

$$U_2 = I R_2 = 3 \text{ В},$$

$$U_3 = I R_3 = 4,5 \text{ В}.$$

Масъалаи 2. Ду ҷарағи-ки электрии нисола бо ҳам пай дар пай ба манбаъи вольтажаш 12 В пайваста шуда-анд (рас. 7.42). Ҳангоми пай-вастанӣ қалб аз занҷир қув-ваи ҷараёни $I = 0,5$ А ҷорӣ ме-гардад. Муқовимати шо-ҳаҳои занҷирро ёбед.



Рас.7.42

Ҳал! Аз
рӯи формулаи қонуни Ом

Додаҳо:

$$U = 12 \text{ В}$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

$$R_1 = ?$$

$$U = IR_1$$

$$R = \frac{U}{I} = 24 \text{ Ом}$$

эст. Азбаски

$$R_1 = R_2 = R/2$$

эст, пас, шоҳаҳои занҷир инқадарӣ муқовимат доранд:

$$R_1 = R_2 = 12 \text{ Ом}$$



1. Чӣ гуна пайвасти муқовиматҳоро пайвасти пайдарпай меноманд?
2. Муқовимати резисторҳои ҳадогонаи пайдарпай пайвастшударо доништа, муқовимати умумиро чӣ тавр муъайян кардан мумкин аст?
3. Кадом бузургии электрии барои ҳамаи муқовиматҳои дар занҷир пайдарпай пайвастшуда қимати нисола дорад?

Машқ

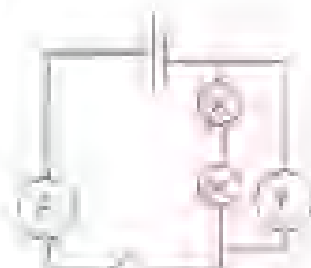
1. Резистори муқовиматаш 4,1 Ом бо мӯяки лампае, ки муқовиматаш 6,9 Ом мебошад, пайёпай пайваст шудааст. Муқовимати умумии онҳоро ёбед. (Ҷавоб: 11 Ом).

2. Занҷири электрикӣ аз ду лампа иборат аст. Онҳо пайёнаӣ пайваст шудаанд ва муқовимати умумиашон 304 Ом мебошад. Муқовимати лампаро ёбед. (Ҷавоб: 152 Ом)

Супориш

Занҷирҳои электрикӣ тартиб дода, волтаж ва қувваи ҷараёни электрикиро бисанҷед.

Лаозимот: Манбаъи ҷараён, се лампаи ҷараёнаки кисагӣ, амперметр, чанд сим. Аввал занҷири электрикӣ тартиб диҳед, ки дар он ду лампа пайёнаӣ пайваст шуда бошад (рас.7.43). Баъд дар ҳамон занҷир се лампаро пайёнаӣ пайваст кунед.



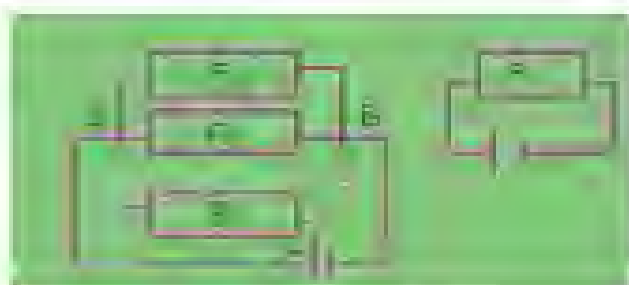
Рас.7.43

7.19. Пайвасти мувозӣ (пайвасти паралел)-и резисторҳо

Дар пайвасти мувозӣ яке аз нӯгҳои муқовиматҳо ба як нуқта (масалан, нуқтаи А-и рас.7.44), нӯгҳои дигари муқовиматҳо ба нуқтаи дигар (нуқтаи В) пайваста мешаванд. Дар ин маърид муқовимати умумии R чӣ қадар мебуд?

Дар пайвасти мувозӣ ҷараёни умумии I ба воситаи муқовиматҳои алоҳида, яъне ба шохаҳои алоҳида тақсим шуда, ҷорӣ

мегардад. Масалан, агар ду резистор (ноқил) бо ҳам ба таври мувозӣ пайваст бошанд, он гоҳ қувваи ҷараёни электрикӣ ба гиреҳи занҷир дохилшаванда I бояд ба қувваи ҷараёнҳои аз гиреҳ бароянда I_1 ва I_2 баробар бошад (ниг. рас. 7.45):



Рас.7.44

$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

Шориши қувваи ҷараён бо шохаҳо ба ҷараёни оби ҷўйбору тақсим шудани он ба ҷўйчаҳо шабоҳат дорад.

Азбаски нўгҳои ибтидо ва интиҳои ҳарду резистор ба ҳамон як нуқтаи занҷир пайвастанд, волтажи нўгҳои ҳарду резистор якхела аст:

$$U_1 = U_2 = U \quad (2)$$

ва қувваи ҷараёни аз резисторҳои R_1 ва R_2 шоранда дар асоси қонуни Ом

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad (3)$$

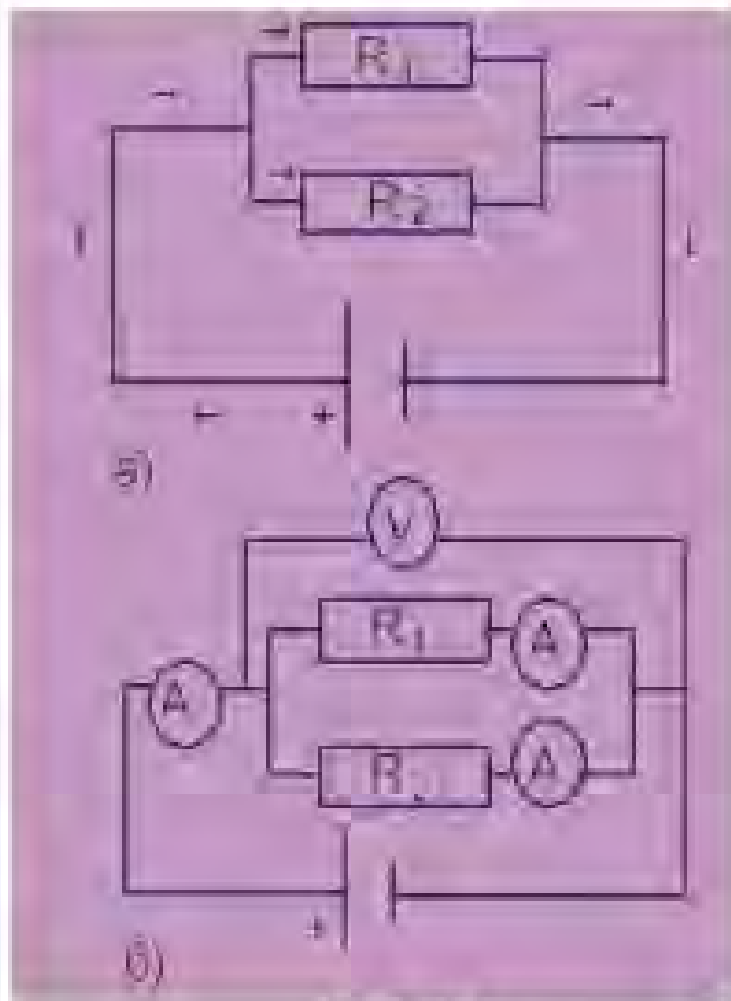
аст. Мувофиқи қонуни Ом қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ин қадар аст:

$$I = \frac{U}{R} \quad (4)$$

Дар ин ҷо R муқовимати умумист. Қиматҳои I , I_1 ва I_2 -ро аз (4) ва (3) ба (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \quad (5)$$

Азбаски $U_1 = U_2 = U$ аст, пас барои $1/R$ ин гуна формулаи сода ба даст меояд:



Рас.7.45

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2} \quad (6)$$

Ин формуларо метавонем ба шакли зер нависем:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (7)$$

Бо осонӣ метавон дид, ки дар пайвасти мувозии резисторҳо муқовимати умумӣ назар ба ҳар як муқовимати ҷудоғона кам аст. Масалан, агар ду резистори муқовиматашон якхелаи $R_1 = R_2 = r$ - ро бо ҳам ба тарзи мувозӣ пайваст кунем, дар асоси формулаи (7) барои муқовимати умумӣ ҳосил мекунем:

$$R = \frac{r \cdot r}{r + r} = \frac{r}{2} \quad (8)$$

яъне дар пайвасти мувозии ду резистори баробармуқовимат муқовимати умумӣ назар ба муқовимати ҳар яке аз резисторҳои алоҳида ду бор кам аст. Агар мо се резистори якхеларо ба таври мувозӣ пайваст кунем, муқовимати умумии онҳо назар ба муқовимати резисторҳои алоҳида се бор кам мешавад. Умуман, қонуни зикршуда барои миқдори дилхоҳи резисторҳо риоя мешавад ва дар мавриди ба таври мувозӣ пайвастании n резистор муқовимати умумӣ ин қадар хоҳад буд:

$$R = \frac{r}{n} \quad (9)$$

Хонандагони арҷманд, шояд шумо аллакай пай бурда бошед, ки ба чӣ сабаб бузургии муқовимати умумӣ аз бузургии муқовимати алоҳида кам аст. Ин ҷо гап дар он аст, ки қитъаи занҷиреро, ки аз n резистори якхелаи мувозан пайвастшуда таркиб ёфтааст, мо метавонем чун як резистор (ноқил)-и буриши арзиаш n бор зиёд бо дарозии баробар ба дарозии як

резистор тасаввур кунем. Муқовимати ноқил (резистор) ба дарозии L мутаносиби роста ва ба масоҳати буриши арзӣ S мутаносиби чаппа мебошад (ниг. формулаи (1)).

Дар ҳамаи мавридҳое, ки дар онҳо ба баробар будани волтажи истеъмолкунандаҳо ба волтажи шабака (манбаъи электрикӣ) зарурат ҳаст, ҳамеша пайвасти мувозӣ истифода мешавад. Аз ҷумла, волтажи шабакае, ки барои равшан кардани хонаҳо истифода мекунем, 220 В -ро ташкил медиҳад. Аз ин рӯ ҳамаи асбобҳои рӯзгор — яхдонҳо, мошинҳои ҷомашӯй, ҷароғҳои электрикӣ ва ғ. ба волтажи 220 В мувофиқ гардонда шудаанд. Агар шумо ба волтажи 220 В асбобҳои истеъмолкунандаи 127 В ё пасттарро пайваст кунед, онҳо аз кор мебароянд (месӯзанд).

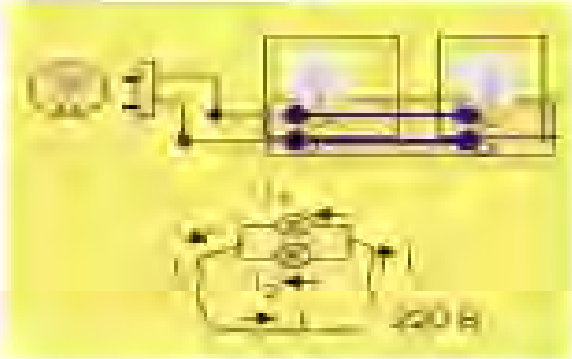
Масъалаи 1. Ду ҷароғи барқии муқовиматашон $R_1 = 440 \text{ Ом}$ ва $R_2 = 660 \text{ Ом}$ -ро ба таъри мувозӣ ба шабакаи дорои волтажи 220 В пайваст карданд (рас.7.46). Қувваи ҷараёни аз тариқи ҳар ҷароғ ҷоришаванда, қувваи ҷараёни воридшаванда ва муқовимати умумии шабакаро ёбед.

Ҳал. Волтажи дар рӯи ҷароғҳо сабтшуда ба волтажи шабака мувофиқат мекунанд. Аз рӯи формулаи қонуни Ом қувваи ҷараёнҳои аз тариқи ҷароғҳо ҷоришаванда I_1 ва I_2

Додаҳо:
 $R_1 = 440 \text{ Ом}$,
 $R_2 = 660 \text{ Ом}$,
 $U = 220 \text{ В}$
 $R = ?$
 $I = ?$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ В}}{440 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А}$$

ва
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ В}}{660 \text{ Ом}} = 0,33 \text{ А}$$



Рас.7.46

мебошанд. Қувваи ҷараён дар симҳои ҷараёновар

$$I = I_1 + I_2 = 0,83 \text{ А}$$

аст. Он гоҳ муқовимати умумӣ ин

қадар хоҳад буд:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{0,83 \text{ А}} = 265 \text{ Ом}$$

Масъалаи 2. Ба шабакаи барқ чор чароғи муқовимати мўякашон 120 Ом пайвастанд. Муқовимати умумии он қитъаи занҷирро ёбед.

Додаҳо:
 $r = 120 \text{ Ом}$
 $n = 4$
 $R = ?$

Ҳал: Додаҳоро дар формулаи

$$R = \frac{r}{n}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

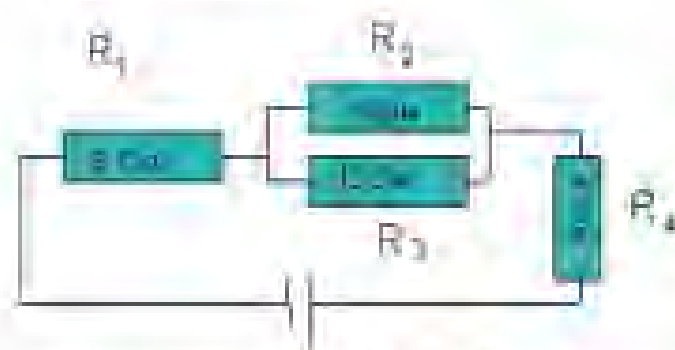
$$R = \frac{20 \text{ Ом}}{4} = 30 \text{ Ом}$$

Масъалаи 3. Муқовимати умумии занҷири дар рас. 7.47 тасвиршударо ёбед.

Додаҳо:
 $R_1 = 6 \text{ Ом}$
 $R_2 = 10 \text{ Ом}$
 $R_3 = 15 \text{ Ом}$
 $R_4 = 40 \text{ Ом}$
 $R = ?$

Ҳал: Дар ин занҷир ду резистор R_2 ва R_3 ба таври мувозӣ пайваст шудаанд. Муқовимати умумии ин қитъаи занҷир

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{150 \text{ Ом}}{25} = 6 \text{ Ом}$$



Рас.7.47

аст. Азбаски муқовиматҳои R_1 , R , R_4 пайдарпай пайваст ҳастанд, пас муқовимати гурраро бо назардошти муқовимати дохилии манбаъ ин тавр мекунем:

$R_x = R_1 + R + R_4 = 6 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 16 \text{ Ом}$,
 яъне, муқовимати умумии занҷир 16 Ом мебошад.

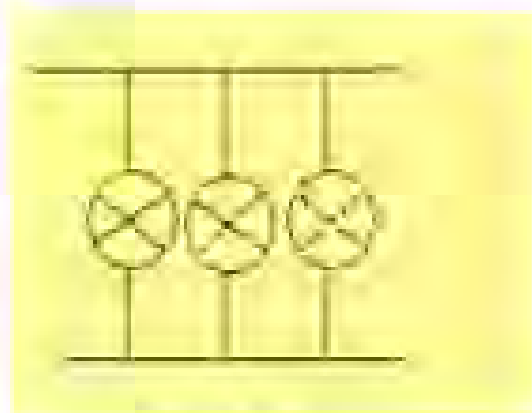


1. Чӣ гуна пайвасти резисторҳоро пайвасти мувозӣ (пайвасти паралелӣ) меноманд?
2. Кадом бузургии электрикӣ барои ҳама муқовиматҳои мувозан пайвастшуда ҳамон як қимат дорад?
3. Муқовимати резисторҳои худогонаи мувозан пайвастшударо доништа, муқовимати умумиро чӣ тавр ёфтан мумкин аст?

Машқ

1. Порчаи сими никелинии ($\rho = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$) дарознаш 42 м ва буриши арзанаш $0,2 \text{ мм}^2$ -ро ду ним карда, ҳарду нимро ба якдигар ба таври мувозӣ (паралел) пайвастанд. Муқовимати умумӣ чӣ қадар аст? (Ҷавоб - 21 Ом).

2. Муқовимати ҳар яке аз лампаҳои якхелаи дар расми 7.48 тасвирёфта 60 Ом аст. Муқовимати умумии лампаҳо чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 20 Ом).



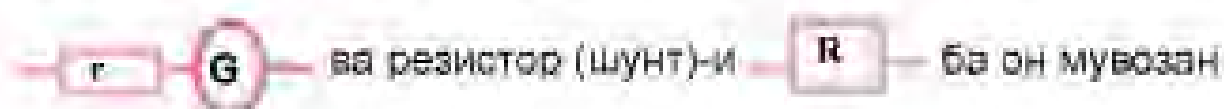
Рас.7.48

7.20. Амперметр (амперсанҷ)

Амперметр асбобест, ки бо ёрии он қувваи ҷараёни электрикӣ чен карда мешавад. Қисми асосии амперметрро галванометр ташкил медиҳад, ки кори он бар таъсири майдони магнитӣ бо ноқили (галтаки) ҷараённок асос ёфтааст. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараённок (аз ҷумла тарзи кори галванометр) дар боби оянда мавриди баррасӣ қарор мегирад. Ин ҷо ҳаминро хотирнишон карданием, ки дараҷаи майли акрабаки галванометр ба қувваи ҷараён мутаносиб аст. Галванометр асбоби бисёр ҳасос мебошад. Ба воситаи он ҷараёнҳои хеле камро чен кардан осон аст. Масалан, галванометри

миқёс (шкала)-аш 50 мкА бевосита имкони санҷидани ҷараёни электрикӣ бузургиаш аз 1 мкА то 50 мкА дорад. Вале барои чен кардани қувваи ҷараёни зиёдтар аз ин мувозан (паралелан) ба галванометр резистор (ноқил)-и муқовиматаш муъайяно пайваст кардан мебояд (паралелан пайваст кардан, маънои ба ду қисми дохилии гиракҳои галванометр ду нуғи резисторро пайвастан дорад).

Ҳамин тариқ, амперметр ҳамон галванометрест, ки барои чен кардани қувваи ҷараён дар соҳаи муъайяни бузургии он ҷараён (бо ампер ё миллиампер ё микроампер) дараҷабандӣ шудааст. Амперметр аз галванометр



пайвастшуда иборат аст:

амперметри дорои муқовимати $R_A =$ галванометри дорои муқовимати $r +$ резистори муқовиматаш R .



Ҷараёни ба амперметр воридшуда ба ду қисм ҷудо мешавад: қисме ба резистор (ки онро шунт меноманд) ва қисми дигар — ба ноқили галванометр.

Дар рӯи лавҳаи амперметр одатан ҳарфи A мегузоранд, ки ҳарфи аввали калимаи "амперметр" аст. Амперметре, ки дар таҷрибаҳои мактабӣ истифода мешавад, дар рас. 7.49 тасвир ёфтааст. Барои чен кардани қувваи ҷараён амперметрро дар ягон қитъаи занҷири электрикӣ пайдарпай пайваст мекунанд.



Рас.7.49

Дар рас.7.50 занҷири иборат аз лампаи электрикӣ, калид, манбаъ ва ду амперметр нишон дода шудааст. Қувваи ҷараёни дар ҳамаи қитъаҳои занҷире, ки аз як манбаъи ҷараён ва ноқилҳои паси ҳам пайвастшуда иборат аст, як хел мебошад. Ҳамин аст, ки ду амперметри пайёлай пайвастшуда қувваи ҷараёни якхеларо нишон медиҳанд. Амперметр ба занҷир ба воситаи ду ноқили интихорие пайваста мешавад, ки онҳоро, чи таарфе гуфтем, *зира* ё *зирақ* номидан мумкин аст. Яке аз гираҳои амперметр бо аломати «+» нишонгузори шудаасту гираи дигар бо аломати «-». Гираи «+»-ро ба қутби мусбати манбаъ ва «-» - ро ба қутби манфии манбаъ пайвастан мебояд.



Рас.7.50

Масъала. Амперметри миқёс (шкала)-аш 1 А тартиб додан мебояд. Бузургии муқовимате, ки ба гальванометри 50 мкА муқовимати хусусиаш $r = 30$ Ом пайваста мешавад, бояд чӣ қадар бошад?

Ҳал: Қисми ҷараёни воридшуда ба воситаи симҳои гальванометр ва қисми дигараш ба воситаи шунт ҷорӣ мешавад (рас.7.51):

Додаҳо:
 $r = 30$ Ом,
 $I_A = 1$ А,
 $I_g = 50$ мкА =
 $= 5 \cdot 10^{-5}$ А
 $R = ?$

$I_A = I_g + I$
 Қувваи ҷараёни ба воситаи муқовимат (шунт) ҷоришаванда

$$I_g = I_A - I_r = 1 \text{ А} - 5 \cdot 10^{-5} \text{ А} = 0,999950 \text{ А}$$

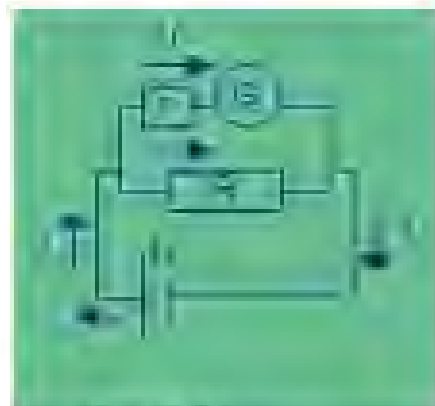
мебошад. Азбаски шиддати нӯтҳои муқовимат ва гираҳои

галаанометр якхелаанд, пас,

$$I_{\omega} R = I_r r$$

Э И Н К И

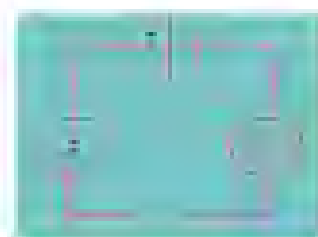
$$R = \frac{I_r r}{I_{\omega}} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot 30 \text{ Ом}}{0,99995 \text{ A}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}$$



Рас.7.51



1. Асбоба, ки бо он қувваи ҷараёниро чен мекунанд, чӣ гуна сохт дорад?
2. Амперметрро аз чӣ гуна ҷузъҳо тартиб додан мумкин аст?
3. Амперметрро дар занҷир чӣ тавр васл мекунанд?
4. Амперметр қувваи ҷараёниро чӣ тавр чен мекунад?



Рас.7.52

Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб дода, қувваи ҷараёни дар он ҷоришавандаро бисанҷед (рас.7.52).

Лавозимот: Манбаъи ҷараён, лампаҷаи ҷарогаки кисағӣ, амперметр, чанд сим.

7.21. Вольтметр (вольтсанҷ, вольтажсанҷ)

Фарқи потенциалҳо ё худ вольтаж бузургии таъсифдиҳандаи майдони электрикӣ мебошад. Ҷараёни электрикӣ танҳо дар сурати гайрисифрӣ будани волтажи нӯғҳои ноқил ҳосил мешавад.

Барои чен кардани фарқи потенциалҳо ё худ волтажи занҷири электрикӣ *вольтметр* ном асбоб истифода мешавад.

Вольтметр ба монанди амперметр аз галванометр ва резистор иборат аст.

Волтметр = галванометр + резистор

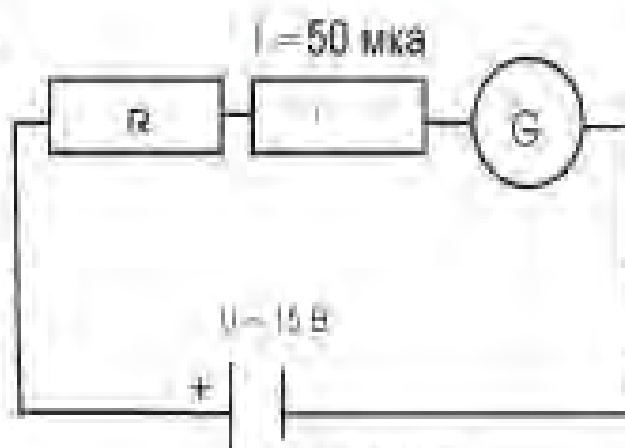
Вале дар волтметр галванометр пазелай бо резистор пайваста мешавад (рас.7.53):



Рас.7.53

Хуб, резисторе, ки бо галванометр пайваста мешавад, бояд чй қадар муқовимат дошта бошад?

Фарз мекунем, ки шумо дар ихтиёри худ галванометри миқёсаш 50 мкА ва муқовиматаш $r = 30 \text{ Ом}$ доред. Бигзор волтметре сохтан зарур бошад, ки волтажи то 15 В-ро



Рас.7.54

чен карда тавонад. Ин он гуна маънй дорад (рас.7.54), ки дар мавриди 15 В будани волтаж аз галванометр бояд қараёни на бештар аз 50 мкА гузарад.

Барои баҳодод кардани бузургии муқовимати резистори занҷири галванометр занҷире тартиб медиҳем, ки он аз манбаъи қараёни волтажаш 15 В ва резистор иборат бошад ва дар он қараёни қуввааш 50 мкА қорй буда тавонад. Барои ингуна занҷир аз рӯи қонуни Ом барои қитъай занҷир ($U = IR$) муқовимати резисторро метавонем муайян кунем:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{15 \text{ В}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ А}} = 300 \text{ кОм}$$

Ҳамин тариқ, дар мисоли мо муқовимати умумӣ нисбат ба муқовимати хусусии галванометр 10 000 бор зиёд аст. Ва



Рис. 7.55

ба сабаби кам будани муқовимати гальванометр метавонем онро ба зътибор нагирем. Дар тарҳҳои электрикӣ вольтметр бо V ишорат мешавад (рас. 7.55)

Чӣ тавре ки дар боло зикр шуд, барои чен кардани қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда амперметр дар занҷири электрикӣ лайдарлай пайваст карда мешавад. Аммо вольтметр бояд фарқи потенциалҳои нӯгҳои қитъаи занҷирро чен кунад. Аз ин рӯ гираҳои вольтметрро ба ҳамон нуқтаҳои занҷир пайваст мекунанд, ки фарқи потенциалҳои байни онҳоро чен кардан зарур аст, яъне вольтметрро дар занҷир ба таври мувозӣ (параллел) пайваст кардан мебошад. Бояд гуфт, ки ҷараёни аз тариқи вольтметр ҷоришаванда нисбат ба ҷараёни занҷир хеле кам аст, яъне гуфтан мумкин аст, ки вольтметр волтажи занҷирро тағйир намедихад.

Масъала. Агар ба вольтметре, ки муқовимати резистораш 300 кОм аст, волтажи 6 В пайваст кунем, аз он чӣ қадар ҷараён ҷорӣ мешавад?

Додаҳо:

$$U = 6 \text{ В}$$

$$R = 300 \text{ кОм}$$

$$I = ?$$

Ҳал: Аз рӯи қонуни Ом қувваи ҷараёни ҷоришаванда

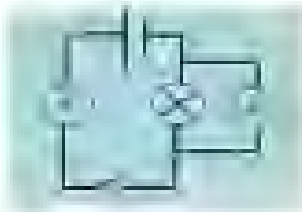
$$I = \frac{U}{R}$$

аст. Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$I = \frac{6 \text{ В}}{300000 \text{ Ом}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А} = 20 \text{ мкА}$$

?

1. Вольтметр дар занҷири электрикӣ чӣ вазифа дорад?
2. Сохти вольтметр чӣ гуна аст?
3. Вольтметр дар қитъаҳои занҷир чӣ тавр пайваст карда мешавад?



Супориш

Ягон занҷири электрикӣ тартиб дода, волтаж ва қувваи ҷараёнро бисанҷед (рас. 7.56).

Лавозимоти: Манбаъи ҷараён, лампаи ҷарогаки кисағӣ, амперметр, вольтметр, чанд сым.

Рас.7.56

7.22. Кори ҷараёни электрикӣ

Ҳангоми дар ноқил бо низоми муъайян ҳаракат кардани зарраҳои барқаманд, ки бо таъсири майдони электрикӣ (потенциалҳои байни нӯғҳои ноқил) сурат мегирад, кор иҷро мешавад. Ин корро, **кори ҷараёни электрикӣ** номиданд.

Биеед, аввал ба мафҳуми кори ҷараёни электрикӣ равшанӣ андозем. Мо медонем, ки бузургии волтаж ё ин ки фарқи потенциалҳо кори кӯчиши барқии воҳидиро дар майдони электрикӣ ифода мекунад (ниг. банди 7.3). Ва барои муъайян кардани кори кӯчониши барқии q дар қитъаи занҷир (кори ҷараёни электрикӣ) A волтажи нӯғҳои ин занҷир U -ро ба бузургии барқа q зарб кардан мебояд:

$$A = qU \quad (1)$$

Азбаски қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда миқдори барқии аз буриши арзии ноқил дар муддати t гузарандаро ифода мекунад (ниг. 7.13), яъне

$$q = It \quad (2)$$

аст, пас, ин қимати q -ро аз формулаи (2) ба (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$A = IUt \quad (3)$$

Ҳамин тариқ, кори ҷараёни электрикӣ дар занҷир ба ҳосили зарби волтажи нӯғҳои занҷир, қувваи ҷараён ва муддати вақте баробар мебошад, ки дар он кор иҷро гардидааст.

Бо назардошти формулаи қонуни Ом барои қитъаи занҷир, метавонем, формулаи (3)-ро дар шакли дигар нависем. Дар

асоси қонуни Ом волтажи нўғҳи занҷир ба ҳосили зарби қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда I ва муқовимати ноқил баробар аст:

$$U = IR. \quad (4)$$

Дар ҳамин асос (4)-ро ба (3) гузошта, ҳосил мекунем:

$$A = I^2 R t. \quad (5)$$

Дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) корро бо ҷоул, волтажро бо волт, қувваи ҷараёнро бо ампер, муқовиматро бо Ом, вақтро бо сония ифода мекунанд. Бино бар ин навишта метавонем:

$$1\text{Ҷ} = 1\text{ В}\cdot\text{А}\cdot\text{с} = 1\text{А}^2\cdot\text{Ом}\cdot\text{с}.$$

Масъалаи 1. Аз тариқи сими тафсандаи ҷараёни электрии ба шабакаи 220 В пайвастшуда дар тӯли 10 дақ ҷараёни 0,5 А ҷорӣ мешавад. Кори ҷараёни электрии муъайян кунед.

Додаҳо:
 $U = 220\text{ В},$
 $I = 0,5\text{ А}$
 $t = 10\text{ дақ}$
 $A = ?$

Ҳал: Мо медонем, ки бузургии қувваи ҷараён I , волтажи U ва вақти t бо кори ҷараёни электрии ин тавр ҳамбастагӣ доранд:

$$A = IUt.$$

Пас, кори ҷараён ин қадар аст:

$$A = 220\text{ В}\cdot 0,5\text{ А}\cdot 600\text{ с} = 66\text{ кҶ}.$$

Масъалаи 2. Қувваи ҷараёни аз тариқи мотор (муҳаррик)-и электрии ҷоришавандаро $I = 3\text{ А}$, волтажи занҷири онро $U = 220\text{ В}$ ва суд (ККФ) -и моторро $\eta = 80\%$ гуфта, ёбед, ки мотор дар муддати 1 соат чӣ қадар кори судманд иҷро мекунад.

Додаҳо:
 $I = 3\text{ А},$
 $U = 220\text{ В},$
 $\eta = 80\% = 0,8$
 $A_c = ?$

Ҳал: Кори судманди мотори электрии 80%-и кори пурраи ҷараёни электрии ташкил медиҳад:

$$A_c = \text{суди } A = 0,8 A.$$

Ин ҷо A кори пурраи ҷараёни I аст. Азбаски ин кор, кори пурраи ҷараёни электрикӣ

$$A = UIt$$

мебошад, пас кори судманд ин қадар аст:

$$A_c = 0,8It = 0,8 \cdot 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} \cdot 3600 \text{ с} = 890800 \text{ Ҷ} \approx 1891 \text{ кҶ}.$$

Масъалаи 3. Волтажи мӯяки ҷарогаки электрикӣ 220 В, муқовимати мӯяк 440 Ом аст. Ҷараёни электрикӣ дар ин ҷарогак дар муддати 10 дақ чӣ миқдор кор иҷро мекунад?

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В},$$

$$R = 440 \text{ Ом},$$

$$t = 10 \text{ дақ}$$

$$A = ?$$

Ҳал: Кори иҷрокардаи ҷараён

$$A = IUt$$

аст. Бо назардошти он ки

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

мебошад, ҳосил мекунем:

$$A = \frac{U^2}{R} t = 66 \text{ кҶ}.$$

?

1. Кори қувваи ҷараён бо барқии аз занҷир ҷоришуда ва волтажи занҷир чӣ бастагӣ дорад?
2. Кори қувваи ҷараёнро ба воситаи бузургии қувваи ҷараён, волтаж ва муддати вақт чӣ тавр ифода кардан мумкин аст?
3. Ҷоул воҳиди чист? Онро ба воситаи воҳидҳои физикии дигар чӣ тавр ифода кардан мумкин аст?

Машқ

1. Аз сими мӯяки лампаи барқии мошини сабукрав ҳангоми 12 В будани волтаж ҷараёни қуввааш 3,5 А мегузарад. Ин лампа дар муддати 2 дақ чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 5040 Ҷ).
2. Лампаи электрикии муқовимати сими мӯякаш 127 Ом ба волтажи 127 В пайваст аст. Ин лампа дар муддати 5 дақ чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 38,1 кҶ).

7.23. Қонуни Ҷоул — Ленс

Ҳангоми аз ноқил ҷорӣ будани ҷараён ноқил гарм шуда, як миқдор гармо хориҷ мегардонад. Сабаби гарм шудани ноқилҳои филизӣ дар он аст, ки электронҳои дар ноқил ҳаракаткунанда ба ионҳои шабакаи ҷисмонӣ (булӯриншабака) бархӯрда-бархӯрда, ларзиши ионҳоро афзоиш медиҳанд. Дар натиҷа энергияи ҳаракати бетартибонаи ионҳо дар наздикиҳои ҳолати мувозинат меафзояд — ин маънои афзоиши энергияи дохилии ноқилро дорад. Таҷриба нишон дод, ки дар ноқилҳои қарор ҳама кори ҷараёни электрикӣ A ба пуррагӣ барои гарм кардани ноқилҳо (миқдори гармои Q), яъне барои зиёд кардани энергияи дохилӣ сарф мешавад:

$$A = Q. \quad (1)$$

Дар ин замина қимати A -ро аз формулаи (5)-и банди 7.22 ба (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$Q = I^2 R t. \quad (2)$$

Формулаи (2) аз ҷониби Ҷоул ва Ленс дар таҷриба ҳосил карда шудааст. Онро қонуни Ҷоул — Ленс номидаанд:

Миқдори гармои дар ноқили ҷараённок ҷудошуда ба ҳосили зарби квадрати қувваи ҷараён I , муқовимати ноқил R ва муддати аз тариқи ноқил ҷорӣ будани ҷараён t баробар аст.

Ба сифати воҳиди миқдори гармо дар баробари ҷоул воҳиди калория (кал) ва ҳосилаҳои он истифода мешаванд.

$$1 \text{ кал} = 4,186 \text{ Ҷ}$$

$$(1 \text{ Ҷ} = 0,24 \text{ кал})$$

Масъалаи 1. Печа (спирал)-и олоти электрикии гармидиҳанда бо муқовимати 50 Ом ба шабакаи 220 В пайваст шудааст. Ёбед, ки а) қувваи ҷараёни аз спирал ҷоришаванда чӣ қадар аст, б) дар муддати 1 ст дар печа чӣ қадар гармо ҷудо мешавад?

Ҳал: а) Дар асоси қонуни Ом меебем:

Додаҳо:
 $U = 220 \text{ В,}$
 $t = 1 \text{ ст} = 3600 \text{ с}$
 $R = ?$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 4,4 \text{ А,}$$

$$б) Q = I U t = 4,4 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} \cdot 3600 \text{ с} = 3484,8 \text{ кҶ}$$

Масъалаи 2. Дар мӯяки ҷараёни электрикии муқовиматаш 20 Ом ҳангоми 1 А будани қувваи ҷараён дар муддати 1 ст чӣ қадар гармо ҷудо мешавад? Натиҷаро бо калорияҳо ифода кунед.

Додаҳо:
 $R = 20 \text{ Ом,}$
 $I = 1 \text{ А,}$
 $t = 1 \text{ ст} = 3600 \text{ с}$
 $Q = ?$

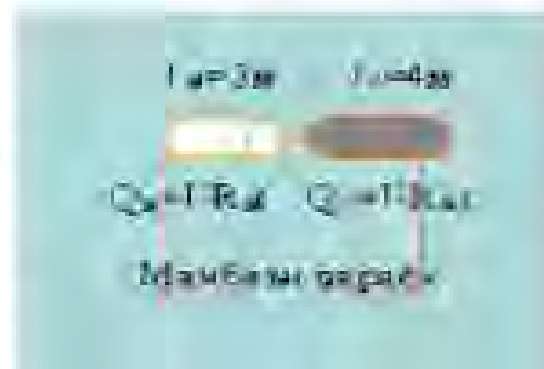
Ҳал: Додаҳоро дар формулаи қонуни Ҷоул-Ленс

$$Q = I^2 R t$$

гузошта, ҳосил мекунем.

$$Q = 72 \text{ кҶ} = 17,3 \text{ ккал}$$

Масъалаи 3. Сими никелини дарознаш 3 м ва буриши арзиш 1,5 мм² ва сими оҳанини буриши арзиш 1,0 мм² ва дарознаш 4 м бо ҳам пайдарпай пайваст шудаанд (рас. 7.57). Ҳангоми (дар занҷир) ба манбаъи ҷараён пайваст кардани онҳо дар кадом сим бисёртар гармо ҷудо мешавад? Дар маъриди ихела будани дарозӣ ва буриши арзии сими оҳанин $\rho_c = 0,4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ асту сими никелин $\rho_n = 0,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.



Рас.7.57

Додаҳо:

$$L_n = 3 \text{ м,}$$

$$S_n = 1,5 \text{ мм}^2,$$

$$\rho_n = 0,4 \text{ Ом.мм}^2/\text{м,}$$

$$L_o = 4 \text{ м,}$$

$$\rho_o = 0,1 \text{ Ом.мм}^2/\text{м,}$$

$$S_o = 1,0 \text{ мм}^2$$

$$\frac{Q_x}{Q_o} = ?$$

$$Q_o$$

Ҳал: Азбаски симҳои никелинӣ ва оҳанин бо ҳамдигар пайдарпай пайваст шудаанд, ҳангоми дар занҷир бо манбаъи ҷараён пайвастани симҳо аз тариқи онҳо ҷараён якхела мегузарад. Пас, миқдори гармои дар симҳои алоҳида ҷудошуда

$$Q_x = I^2 R_x t$$

ва

$$Q_o = I^2 R_o t$$

мебошанд. Аз тарафи дигар

$$R_x = \rho_x \frac{L_x}{S_x}, \quad R_o = \rho_o \frac{L_o}{S_o}$$

аст. Дар ин асос ҳосил мекунем:

$$\frac{Q_x}{Q_o} = \frac{\rho_x \frac{L_x}{S_x}}{\rho_o \frac{L_o}{S_o}} = 2,$$

$$\frac{Q_x}{Q_o} = \frac{\rho_x}{\rho_o} = 4$$

аст, яъне дар сими никелинӣ чор бор бештар гармо ҷудо мешавад.

?

1. Ҷароест, ки ҳангоми аз ноқил гузаштани ҷараён он ноқил гарм мешавад?
2. Миқдори гармои ҷудошуда ба чӣ (ё чӣҳо) вобаста аст?
3. Шумо қонуни Ҷоул — Ленсро чӣ таъриф медиҳед?
4. Калория чӣ гуна воҳид аст?

Машқ

1. Қувваи ҷараён дар дастгоҳи кафшер дар лаҳзаи кафшер кардан 7000 А мебошад ва варақаҳои кафшершаванда муқовимати 0,0006 Ом доранд. Дар муддати 1 дақ чӣ миқдор гармо хориҷ мегардад? (Ҷавоб: 1774 кҶ).

2. Мӯяки лампаи электрикӣ муқовимати 50 Ом дорад ва аз он ҷараёни 0,1А ҷорист. Дар муддати 10 с чӣ қадар гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: 5Ҷ).

7.24. Тавони ҷараёни электрикӣ

Истеъмомкунандаҳои барқ — олатҳои электрикии гармоиш, ҷароғҳои барқӣ, мошинҳои дарздӯзӣ, либосшӯякҳои барқӣ ва ғ. ба бузургии муъайяни тавони ҷараёни электрикӣ мутобиқат дода мешаванд. Аз ин рӯ дар баробари кори ҷараёни электрикӣ мафҳуми тавони ҷараёни электрикиро низ доништан зарур аст.

Тавони ҷараёни электрикӣ кори ҷараёни электрикии дар воҳиди вақт иҷрошударо ифода мекунад.

Барои ёфтани тавони ҷараёни электрикӣ кори ҷараёни электрикии дар муддати t иҷрошударо ба ҳамин фосилаи вақт тақсим кардан мебояд:

$$N = \frac{A}{t} \quad (1)$$

Азбаски

$$A = IU t$$

аст, ҳосил мекунем:

$$N = I U \quad (2)$$

ё бо назардошти он ки қонуни Ом барои қитъаи занҷир

$$I = U/R \quad \text{ё ин ки} \quad U = IR$$

аст, формулаи тавонро метавонем ба шакли зер нависем:

$$N = U^2/R \text{ ё } N = I^2 R.$$

Ба сифати воҳиди тавони ҷараёни электрикӣ *ватт* (Вт), воҳидҳои ҳосилавии он *киловатт* (кВт) ва *мегаватт* (МВт) истифода мешаванд.

Бо назардошти он ки дар Манзумаи Байналмилалии воҳидҳо (SI) воҳиди қувваи ҷараён *ампер* (А) асту воҳиди волтаж – *вольт* (В) ва воҳиди вақт – *сония* (с), воҳиди тавони ҷараёни электрикӣ ин тавр ифода кардан мекояд:

$$1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ А} \cdot \text{В} = 1 \frac{\text{В}^2}{\text{Ом}} = 1 \text{ А}^2 \cdot \text{Ом}$$



Рас.7.58

Масъалаи 1. Олати гармояиши электрикӣ ба шабакаи 220 В пайваст мешавад (рас.7.58) ва тавони 2,2 кВт дорад. Ёбед:

а) қувваи ҷараёнеро, ки аз печа (спирал)-и олати гармояиш мегузарад;

б) муқовимати печаи он олат ва

в) миқдори гармон дар тӯли 0,25 с ҷудошударо.

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В.}$$

$$N = 2,2 \text{ кВт.}$$

$$t = 0,25 \text{ с}$$

$$I = ?$$

$$R = ?$$

$$Q = ?$$

Ҳал: а) Аз формулаи (2) қувваи ҷараёнеро мейбем ва додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$I = \frac{N}{U} = 10 \text{ А.}$$

б) Барои муъайян кардани муқовимати печа аз қонуни Ом истифода мекунем. Дар асоси формулаи қонуни Ом барои қитъаи занҷир $U = IR$ бузургии муқовимати олати гармояиш ин аст:

$$R = \frac{U}{I} = 22 \text{ Ом.}$$

в) Миқдори гармои дар муддати t аз печа ҷудошуда ин қадар мебарояд:

$$Q = IU t = 1980 \text{ кҶ.}$$

Масъалаи 2. Муқовимати печа (спирал)-и асбоби электрики гармойиш 50 Ом аст. Асбоб ба шабакаи 220 В пайваст шудааст. Ёбед:

- қувваи ҷараёни аз печаи асбоб ҷоришавандаро;
- тавони электрикии асбобро.

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В,}$$

$$R = 50 \text{ Ом}$$

$$I = ?$$

$$N = ?$$

Ҳал: а) Қувваи ҷараёнро аз r -и формулаи қонуни Ом барои қитъаи занҷир меёбем:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 4,4 \text{ А.}$$

б) Тавони электрикии асбоб ин аст:

$$N = IU = \frac{U^2}{R} = 968 \text{ Вт.}$$

Масъалаи 3. Бо асбоби гармойиши соҳиби тавони 2 кВт 3 литр оби ҳарораташ 20 °С-ро ҷўшонданд. Муъайян кунед:

- миқдони гармоеро, ки об гирифтааст ва
- фосилаи вақтеро, ки барои ҷўшонидани об зарур аст.

Додаҳо:

$$N = 2 \text{ кВт,}$$

$$m = 3 \text{ кг,}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{С,}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{С,}$$

$$c = 4200 \text{ Ҷ/кг}$$

$$Q_1 = ?$$

$$t = ?$$

Ҳал: а) Миқдори гармоеро, ки барои ҷўшонидани оби ҳарораташ 20 °С зарур аст, ин тавр меёбем (ниг. боби 3):

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1) = \\ = 3 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Ҷ/кг} \cdot (100 \text{ }^\circ\text{С} - 20 \text{ }^\circ\text{С}) = 1008 \text{ кҶ.}$$

б) Миқдори гармое, ки онро олати гармидиҳандаи электрикӣ дар муддати t хориҷ мекунад, ин аст:

$$Q = N t.$$

Дар мавриди барои ҷӯшондани об ба пуррагӣ сарфшудани гармои дар олати гармидиҳандаи электрикӣ ҷудошуда ин қадар вақт зарур аст:

$$t = \frac{Q}{N} = \frac{1008 \text{ кҶ}}{2 \text{ кВт}} = 504 \text{ с} \sim 8,5 \text{ дақ.}$$

Тавони олатҳои гуногуни электрикӣ (бо кВт)

Фонуси кисагӣ	0,001
Яхдон	0,110 - 0,16
Чароғҳои электрикии муқаррарӣ	0,015 - 0,2
Дарзоли электрикӣ	0,3 - 1
Матори электровоз	4000
Нерӯгоҳи Норақ	27000000
Турбогенератор	50000 - 1200000



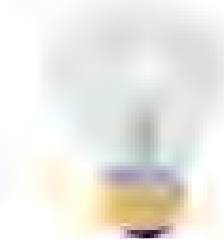
1. Тавони электрикӣ чист ва он бо бузургии қувваи ҷараён ва волтаж чӣ ҳамбастагӣ дорад?
2. Воҳиди тавони электрикӣ Вт-ро бо воҳиди қувваи ҷараён (А) ва волтаж (В) чӣ тавр ифода мекунанд?
3. Тавони электрикиро чӣ тавр баҳодод кардан мумкин аст?

Машқ

1. Тавони лампаи электрикиро муъайян кунед, ки ҳангоми 6 В будани волтаж қувваи ҷараён дар он 200 мА бошад. (Ҷавоб: 1,2 Вт).

2. Манқали электрикӣ (плита)-е дорем, ки барои волтажи 220 В ва қувваи ҷараёни 5А таъйин шудааст. Тавони манқалро ёбед. (Ҷавоб: 1,1 кВт).

7.25. Асбобҳои электрикии тафсонаш



Рас.7.59



Рас.7.60



Рас.7.61



Рас.7.62



Рас.7.63

Шумо акнун медонед, ки ҳангоми аз ноқил гузаштани ҷараёни электрикӣ ноқил гарм мешавад. Ин падида дар эмалия истифодаи бисёр дорад — ҷароғҳои равшаной, дарзоли барқӣ, обҷушонҳои барқӣ, манқалҳои барқӣ ва ғ. (рас.7.59, 63).

Дар рас.7.59 ҷароғи тафсонаши электрикӣ тасвир шудааст. Қисми гармидиҳандаи ҷароғро маъмулан мӯяки волфрамии ташкил медиҳад. Волфрамии филизӣ дергудоз аст: ҳарорати гудозиши он $3387\text{ }^{\circ}\text{C}$ мебошад. Дар ҷароғи барқӣ мӯяки волфрамии то ҳарорати $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ метафсад. Колбаи шишагине, ки дар дохили он мӯяқҳои волфрамии ҷароғ ҷойгиранд, бояд беҳаво, вале бо миқдори муъайяни нитроген ё баъзе газҳои инертӣ (газҳои нофаъол — криптон ё аргон) бошад, зеро волфрам метафсонад дар ҳало (вакуум) ба зудӣ бухор шавад — дар натиҷа мӯяк ҳароб мегардад (молекулаҳои гази дохили колбаи шишагӣ монанди бухор шудани атомҳои волфрам мешаванд). Аввалин лампаҳои тафсонашро ихтироъкори амрикоӣ Т.Эдисон ва ихтироъкори рус А.Н.Лодигин эҷод кардаанд.

Масъалаи 1. Муқовимати мӯяки ҷароғи тафсонӣерро ёбед, ки барои волтажи 220 В таъйин шудааст ва тавони 100 Вт дорад.

Додаҳо:
 $N = 100 \text{ Вт,}$
 $U = 220 \text{ В}$
 $R = ?$

Ҳал: Барои ҳалли масъала формулаи тавони ҷараёни электрикӣ $N = IU$ -ро истифода мекунем.
 Азбаски

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

аст, пас,

$$N = \frac{U^2}{R}$$

Аз ин ҷо натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$R = \frac{U^2}{N} = 484 \text{ Ом.}$$

Масъалаи 2. Миқдори гармоеро ёбед, ки ҳар сония дар мӯяки ҷароғи тавонаш 200 Вт ҷудо мешавад. Ин миқдор гармо 500 г обро дар чанд вақт меҷӯшонад? Ҳарорати ибтидоии обро 20 °C гиред.

Додаҳо:
 $N = 200 \text{ Вт,}$
 $t = 1 \text{ с,}$
 $c = 4200 \text{ Ҷ/кг} \cdot ^\circ\text{C,}$
 $m = 0,5 \text{ кг,}$
 $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C,}$
 $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q_1 = ?$
 $\tau = ?$

Ҳал: Бо назардошти он ки $A = Q$ ва

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

аст, ҳосил мекунем:

$$Q_1 = Nt = 200 \text{ Ҷ.}$$

Миқдори гармое, ки барои ҷӯшондани об сарф мешавад, ин аст:

$$Q = cm(t_2 - t_1) =$$

$$= 4200 \text{ Ҷ/кг} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 0,5 \text{ кг} (100 - 20) \text{ }^\circ\text{C} = 168 \text{ кҶ.}$$

Азбаски дар як сония 200 Ҷ миқдори гармо ҷудо мешавад, пас, об ин қадар вақт меҷӯшад:

$$t = \frac{Q}{N} = 840 \text{ с} = 14 \text{ дақ} . \text{ (Поёни ҳал)}$$

Дар манқалҳои электрикӣ, дарзмоли электрикӣ, обҷӯшонак ва олатҳои м.ин. ноқилҳои муқовимати хосашон зиёдро истифода мекунанд. Барои сохтани қисми гармидиҳандаи асбобҳои электрикӣ аксаран хӯлаи никел, оҳан, манганро, ки "нихром" номида шудааст, ба кор мебаранд. Муқовимати хоси нихром $\rho = 1,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ аст (ниг. саҳ. 186, ҷадв. 7.1) ва онро то ҳарорати $1000 - 2000 \text{ }^\circ\text{C}$ тафсонидан мумкин аст.

Масъалаи 3. Печани гармидиҳандаи манқали нихромӣ тавони $2,2 \text{ кВт}$ дорад ва ба волтажи 220 В мувофиқ карда шудааст. Масоҳати буриши арзии ноқилро $0,3 \text{ мм}^2$ гирифта, дарозии онро ёбед.

Додаҳо:

$$N = 2,2 \text{ кВт},$$

$$U = 220 \text{ В},$$

$$S = 0,3 \text{ мм}^2,$$

$$\rho = 1,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$$

$$L = ?$$

Ҳал: Бо назардошти он ки

$$N = IU = \frac{U^2}{R} \text{ ва } R = \rho \frac{L}{S}$$

аст, меёбем:

$$L = \frac{U^2 S}{\rho N} = \frac{(220)^2 \cdot 0,3 \text{ м}}{1,1 \cdot 2200} = 6 \text{ м}.$$

?

1. Сохти лампаи тафсониш чӣ гуна аст?
2. Сими муякҳои лампаҳо аз чӣ гуна филизот сохта мешавад?
3. Чаро зарфҳои лампаҳои тафсонишро бо газҳои нофаъол (газҳои инертӣ) пур мекунанд?
4. Филизе (металле), ки аз он печ (спирал)-и гармкунда месозанд, бояд чӣ гуна хосиятҳо дошта бошад?

7.26. Расиши кӯтоҳ, Муҳофизак. Ҳисобгирак

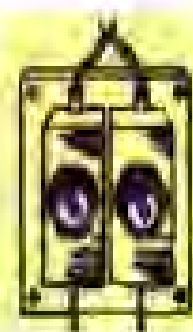
Ҳар гуна занҷири электрикӣ мутобиқ ба қимати муъайяни қувваи ҷараён сохта мешавад. Агар ҷараён беш аз меъёр ҷорӣ шавад, ноқилҳо метавонанд то ҳароратҳои баланд гарм шуда, ғудохта шаванд.

Аммо бузургии ҷараён дар кадом маврид беш аз ҳад шуда метавонад?

Қувваи ҷараён мувофиқи қонуни Ом ба волтаж U мутаносиби рост ва ба муқовимати занҷир R мутаносиби чаппа аст, яъне агар муқовимати занҷир кам шавад, қувваи ҷараён меафзояд ва вобаста ба ин дар он муқовимат гармои зиёд ҷудо мешавад ($Q=I^2Rt$). Ин рӯйдодро *расиши кӯтоҳ* меноманд.

Расиши кӯтоҳ ҳангоми бо ҳам расондан (пайваст кардан)-и нӯгҳои ноқилҳои занҷир (масалан, ҳангоми бо ҳам расидани симҳои лачи ҷараёндор) рух медиҳад. Ҳодисаи расиши кӯтоҳ бо сабаби то ҳароратҳои баланд гарм шудани ноқилҳо хатарнок мешавад, зеро манбаъи электрикӣ аз кор бароварда ё сабабгори сӯхтор гардида метавонад.

Барои пешгирӣ кардани фалокатҳои хатарнок, аз ҷумла, сӯхторҳо, муҳофизаки электрикӣ ном олатеро истифода мекунанд, ки дар мавриди беш аз меъёр зиёд шудани қувваи ҷараёни занҷири электрикӣ масъӯсад ва ба ҳамин василаи “қурбон кардани худ” ҷараёнро қатъ мегардонад, шумо медонед, ки агар муқовимати ягон қисми занҷир аз қисмҳои дигари занҷир зиёд бошад, қариб ҳамаи гармои дар занҷир ҷудоша-



Рас.7.64



Рас.7.65

ванде дар ҳамон қисм ҷудо мешавад, "хори" муҳофизакҳо бар ҳамин рӯйдод асос ёфтааст. Дар аксари муҳофизакҳо қисми асосиро симҳои зудғудоз ташкил медиҳанд. Ин гуна муҳофизакҳо ро муҳофизакҳои сӯзанда меноманд (рас. 7.64).

Ғафсии симҳои зудғудоз тавре интихоб карда мешавад, ки онҳо гоҳи ба қимати муъайян расидани қувваи ҷараён бисӯзанд. Муҳофизакҳо низ истифода мешаванд, ки ҳангоми то ҳадди муъайян афзудани

қувваи ҷараён (худ насӯхта) занҷири электрикӣ ро ба маънии томи калима мекананд.

Чӣ тавре дар боло қайд кардем, симҳои барқбори ба хонаҳову корхонаҳо кашидашуда ба воситаи ҳисобгиракҳои махсуси "барқшуморӣ" пайваста мешаванд (рас. 7.65). Ин олатҳо хори ҷараёни электрикӣ ро ба ҳисоб мегиранд. Одатан дар шиносномаи олатҳои истеъмолкунандаи ҷараёни электрикӣ тавони ҷараён нишон дода мешавад. Бузургии тавон ва муддати ҷорӣ будани ҷараёнро доништа, аз рӯи формулаи $A = Ni$ хори ҷараёни электрикӣ ро ба осонӣ баҳодод кардан осон аст. Чӣ тавре ки гуфтем, воҳиди тавон *ватт*, воҳиди кор *ҷоул* ва воҳиди вақт *сония* аст. Вале дар амалия истифода кардани воҳиди *Вт.с (ватт-сония)* чандон муносиб нест. Барои ба ҳисоб гирифтани хори ҷараёни электрикӣ воҳидҳои *ватт.соъат* ва *киловатт. соъат* истифода мешаванд:

$$1 \text{ Вт.ст} = 3600 \text{ Ҷ}$$

$$1 \text{ кВт.ст} = 1000 \text{ Вт.ст} = 3\,600\,000 \text{ Ҷ}$$

Масъалаи 1. 5 ҷарағи электрикӣ тавонашон 100-ваттӣ хар шабонарӯз 12 ст кор мекунанд. Хори ҷараёни электрикӣ ро барои муддати 30 рӯз муъайян кунед. Агар арзиши 1 кВт.ст даҳак сомонӣ бошад, дар ин муддат энергияи сарфшуда чӣ қадар арзиш хоҳад дошт?

Додаҳо:

$$P = 100 \text{ Вт,}$$

$$t = 30.12 \text{ ст} = 360 \text{ ст,}$$

$$N = 5$$

$$A = ?$$

$$\text{Арзиш} = ?$$

Ҳал: Кори як ҷароғи электрикӣ

$$A = Nt = 100 \text{ Вт} \cdot 360 \text{ ст} = 36 \text{ кВт}\cdot\text{ст}$$

мебошад. Аз ин рӯ кори 5 ҷароғ 36 кВт.ст.5 = 180 кВт.ст аст. Пас, арзиши умумии барқи истифодашуда ин қадар хоҳад буд:

$$180 \text{ кВт}\cdot\text{ст} \cdot 0,1 \text{ сом} = 18 \text{ сом.}$$

?

1. Агар дар занҷири электрикӣ қувваи ҷараён беш аз меъёр ҷорӣ бошад, чӣ ҳодиса рӯй дода метавонад?
2. Дар кадом маврид қувваи ҷараён беш аз меъёр мешавад?
3. Муҳофизак дар занҷири электрикӣ чӣ вазифаро адо мекунад?
4. Воҳидҳои Вт.ст ва кВт.ст чиро ифода мекунанд?

Машқ

1. Лампаи электрикии тавонаш 100 Вт дар тамоми муддати кори худ, ки тақрибан 1000 ст аст, чӣ қадар энергияи электрикӣ истеъмол мекунад. (Ҷавоб: 100 кВт.ст).
2. Панҷ лампаи электрикии тавонашон 100-ваттӣ рӯзе 10 ст фурӯзон бошанд, дар муддати 30 рӯз чӣ қадар энергия истеъмол мекунанд? (Ҷавоб: 150 кВт.ст).

Масъалаҳои тестӣ

1. Энергияи потенциалии ду барқаро ёбед, ки якеи онҳо $q_1 = 20 \text{ мкКл}$ асту дигараш $q_2 = -20 \text{ мкКл}$. Масофаи байни барқароро 0,6 м гиред.
А) -6Ҷ. Б) 6Ҷ. В) -5Ҷ. С) 5Ҷ.
2. Воҳиди потенциалии электрикӣ дар МБВ (SI) ин аст:
А) $1 \text{ В} = 1 \text{ Ҷ/Кл}$. Б) $1 \text{ мВ} = 1 \text{ мҶ/Кл}$. В) $1 \text{ кВ} = 1 \text{ кҶ/Кл}$. С) 1 Ҷ/м .
3. Фарқи потенциалҳо чиро ифода мекунад?
А) Кори кӯчониши массаро дар майдони электрикӣ.
Б) Кори кӯчониши барқаро аз як нуқта ба нуқтаи дигар дар майдони электрикӣ.
В. Кори иҷрошударо.
С. Кори иҷрокардаи майдони магнитиро.

4. Фарқи потенциалҳо дар майдони якҷинса ба 8 мВ баробар аст. Масофаи байни нуқтаҳо 10 см аст. Шиддат чӣ қадар аст?

А) $8 \cdot 10^{-1}\text{ В/м}$. Б) $8 \cdot 10^{-3}\text{ В/м}$. В) $8 \cdot 10^{-2}\text{ В/м}$. С) $8 \cdot 10^{-6}\text{ В/м}$.

5. Қувваи ҷараён чист?

1) Ҷоришавии барқҳои электрикӣ.

2) Ҳаракати банизومي зарраҳои барқаманди электрикӣ.

3) Ҳаракати банизومي электронҳо.

4) Миқдори барқе, ки дар воҳиди вақт аз буриши арзии ноқил мегузарад.

6. 1 ампер (А) чист ва чиро ифода мекунад?

1) Барқии бузургиаш 1 Кл-ро , ки дар 1 с аз буриши ноқил мегузарад.

2) Барқии воҳидии 1 мКл-ро , ки дар 1 с аз буриши ноқил мегузарад.

3) Барқии 1 Кл-ро , ки дар занҷир ҷорӣ мешавад.

4) Ҳосили зарби 1 Кл-ро ба сония.

7. Аз мӯяки ҷароғаки барқии равшаной қувваи ҷараёни 1 А ҷорист. Дар муддати 2 дақ аз мӯяк чӣ қадар барқ мешорад?

А) 1200 Кл . Б) 120 Кл . В) 240 Кл . С) 24 Кл .

8. Қонуни Ом барои қитъаи занҷир ин аст:

А) $I = U/R$. Б) $I = UR$. В) $U = I/R$. С) $U = kI/R$.

9. Ба нӯғҳои ноқили муқовиматаш $7,5\text{ Ом}$ чӣ қадар волтаж додан мебояд, ки аз ноқил ҷараёни қуввааш 1 А ҷорӣ шавад?

А) $7,5\text{ В}$. Б) 15 В . В) $0,75\text{ В}$. С) 75 В .

10. Муқовимати ноқили мисинеро ёбед, ки 1000 м дарозӣ дорад ва масоҳати буриши арзиаш $0,1\text{ мм}^2$ аст ($\rho_0 = 0,017\text{ Ом}\cdot\text{м}^2/\text{м}$).

А) $1,7\text{ Ом}$. Б) 170 Ом . В) 17 Ом . С) 180 Ом .

11. Зариби ҳароратии муқовимат чиро ифода мекунад?

А) Бузургии афзоиши муқовиматро ҳангоми ба 1°С тағйир ёфтан.

Б) Бузургии афзоиши ҳароратии муқовиматро ҳангоми ҷоришавии ҷараён.

В. Дар соҳаи муъайян афзоиш ёфтани муқовимати ноқилро.

С. Тағйироти ҳароратии муқовимати воҳидиро.

12. Реостат чист?

1) Резисторе, ки дар техника барои тағйир додани муқовимат истифода мешавад.

2) Резисторе, ки муқовиматаш вобаста ба дарозии ноқил меафзояд.

3) Резистори воҳидии танзимшаванда.

4) Резистори муқовиматаш танзимшаванда.

13. Амперметр чист?

1) Олатест, ки барои санҷиши қувваи ҷараён истифода мешавад ва аз галванометр ва шунти бо он паралелан пайваस्तшуда иборат аст.

2) Олатест барои чен кардани миқдори электронҳо

3) Олатест барои чен кардани қувваи ҷараёни манбаъ.

4) Олатест, ки барои санҷиши қувваи ҷараён истифода мешавад ва аз галванометр ва шунти ба он паёпай пайваस्तшуда иборат аст.

14. Занҷири электрикӣ аз ду резистори пайдарпай пайваस्तшудаи муқовимати ҳар кадомаш 63 Ом иборат аст. Муқовимати умумӣ чӣ қадар аст?

А) 126 Ом. Б) 36,5 Ом. В) 106 Ом. С) 50 Ом.

15. Занҷири электрикӣ дорем, ки аз ду лампаи яхела иборат аст. Онҳо паёпай пайваस्त шудаанд ва муқовимати умумиашон 150 Ом мебошад. Муқовимати лампаро ёбед.

А) 75 Ом. Б) 125 Ом. В) 175 Ом. С) 300 Ом.

16. Порчаи сими никелинии муқовиматаш 42 Омро ду ним карда, ҳарду нимро ба якдигар паралелан пайвастанд. Муқовимати умумӣ чӣ қадар аст?

А) 7 Ом. Б) 21 Ом. В) 17 Ом. С) 30 Ом.

17. Кадоми аз формулаҳо кори ҷараёни электрикӣ ифода мекунад:

А) $A = IUt$. Б) $A = I^2Ut$. В) $A = IU^2t$. С) $A = URt$.

18. Муқовимати мӯяки лампаи электрикӣ 250 Ом дар шабакаи волтажаш 220 В пайваस्त аст. Ҷараёне, ки аз тариқи ин лампа ҷорист, дар муддати 10 дақ чӣ қадар кор иҷро мекунад.

А) 116,2 кҶ. Б) 38,1 кҶ. В) 264 кҶ. С) 132 Ҷ.

19. Кадоми ин формулаҳо ифодаи қонуни Ҷоул–Ленс аст.

А) $Q = I^2Rt$. Б) $Q = U^2 Rt$. В) $Q = At$. С) $Q = IR^2 t$

20. Сими нихромии муқовиматаш 25 Ом дар занҷире пайваस्त аст, ки аз он ҷараёни қуввааш 2А ҷорист. Дар муддати 10 с дар ин сим чӣ миқдор гармо ҷудо мешавад?

А) 1 кҶ. Б) 5 кҶ. В) 2 кҶ. С) 3 кҶ.

21. Олати гармодихандаи электрикӣ тавонаш 1,5 кВт ҳар шабонарӯз 8 с кор мекунад. Кори ҷараёни электрикӣ барои

1 моҳи истифода шудани он олат муъайян кунед. Агар арзиши 1 кВт.ст 2,5 дирам бошад, дар ин муддат арзиши энергияи сарфшуда чӣ қадар мешавад?

- А) 360 кВт.ст; 9 сомонӣ. Б) 400 кВт.ст; 10 сомонӣ.
В) 300 кВт.ст; 7,5 сомонӣ. С) 180 кВт.ст; 4,5 сомонӣ.

Чанд масъала

1. Энергияи потенциалии ду ҷисми массаҳояшон 1-килоӣ ва барқашон 1 кулоиро ёбед ва баъд онҳоро муқоиса кунед.

2. Потенциали барқии нуқтагии $q = 10$ мКл -ро дар масофаи 9 см аз ҳамин барқа ёбед.

3. Қувваи ҷараёно барои лампаи электрикӣ муайян кунед, ки аз мӯяки он дар муддати 20 дақ 600 Кл барқа мешорад. (Ҷавоб : 0,5А).

4. Аз мӯяки ҷароғаки барқии равшаной қувваи ҷараёни 3 мА ҷорист. Дар муддати 0,5 дақ аз мӯяк чӣ қадар барқа мешорад? (Ҷавоб: 0,09 Кл).

5. Манқали электрикӣ муқовиматаш 100 Ом дар занҷири электрикӣ волтажаш 127В пайваст аст. Қувваи ҷараёни аз манқал ҷоришавандаро ёбед. (Ҷавоб: 1,27 А).

6. Сими тафсонаи лампаи ҷароғаки кисағӣ ҷараёни 0,3 А дорад ва шиддати нӯғҳои сим 4,5 В аст. Муқовимати сим чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 15 Ом)

7. Муқовимати сими нихромии дарозиаш 10 м ва масоҳати буриши арзиаш $0,4 \text{ мм}^2$ чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $\sim 27,5$ Ом).

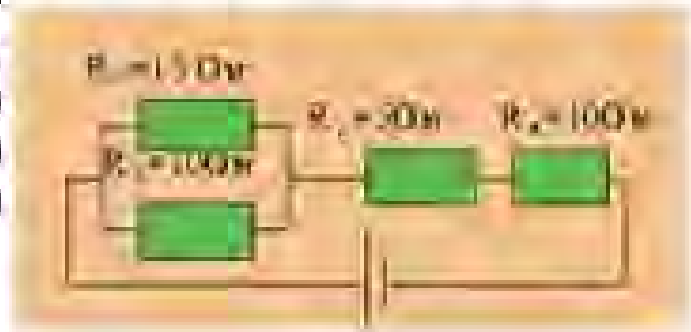
8. Сими константини дарозиаш 16 м ва буриши арзиаш 1 мм^2 чӣ қадар муқовимат дорад? (Ҷавоб: 8 Ом).

9. Дар ҳарорати 1022°C муқовимати ноқили мисин 12 Ом аст. Муқовимати ибтидоии ноқил ҳангоми 22°C будани ҳарорат чӣ қадар аст? ($\alpha = 0,0043^\circ\text{C}^{-1}$). (Ҷавоб: 2,3 Ом).

10. Реостате иборат аз сими никелинии дарозиаш 63 м ва буриши арзиаш $0,07 \text{ мм}^2$ -ро, ки дар цилиндри сафолин печонида шудааст, ба манбаъи волтажаш 72 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат $1/3$ ҳиссаи симро ба ҷараён пайвастадад, аз реостат чӣ қадар қувваи ҷараён ҷорӣ мешавад?

11. 18 Лампаи муқовимати ҳар яке 110 Ом ба волтажи 220 В пайваст шудааст. Муқовимати пурра, қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ва волтажи байни гиракҳои лампаҳои алоҳида ро ёбед.

(Ҷавоб: 220 Ом, 1А, ≈110 В)



Рас.7.66

12. Ба шабакаи барқ, ҳар чарогаки муқовимати

мӯякашон 100-Омӣ пайвастанд. Муқовимати умумии қитъаи занҷирро ёбед. (Ҷавоб: 25 Ом).

13. Муқовимати умумии занҷири дар расми 7.66 тасвиршуда ро ёбед. (Ҷавоб: 21 Ом)

14. Аз мӯяки лампаи электрикӣ ҳангоми 220 В будани волтаж ҷараёни қуввааш 1А мегузарад. Ин лампа дар муддати 1дақ чӣ қадар ҳарорат мекунад? (Ҷавоб: 13,2 кҶ).

15. Ҳангоми аз сими константанин дарозии 16 м ва масоҳати буриши арзиаш 1 мм^2 шоридани ҷараёни 6 А дар муддати 10 с чӣ қадар гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: 2880 Ҷ).

16. Лампаи электрикӣ муддати 1с дар занҷири волтажаш 60 В пайваст буд. Лампа дар сурати аз он ҷорӣ будани ҷараёни 5 А чӣ қадар гармо хориҷ кардааст? (Ҷавоб: 300 Ҷ)

17. Тағони ҷараёни аз лампаи электрикӣ ҷоришавандаро барои мавриде муъайян кунед, ки ҳангоми 30 В будани волтаж қувваи ҷараён дар лампа 0,5 А бошад. (Ҷавоб: 15 Вт).

18. Манқали электрикӣ ҳангоми 2,5 А будани қувваи ҷараён дар муддати 1 ст 1080 кҶ гармо хориҷ мекунад. Муқовимати манқалро ёбед. (Ҷавоб: 48 Ом)

19. Чаро симҳои ҷараёнбери лампаи электрикӣ ҳеҷ мӯяки лампа гарм намешаванд?

20. Чойчӯши электрикӣ дар шабакаи 220 В пайваст аст. Сими обгармкунандаи чойчӯш муқовимати 110 Ом дорад. Муъайян кунед, ки дар чойчӯш ҳар сония чӣ миқдор гармо хориҷ мегардад. (Ҷавоб: 440 Ҷ)

Б О Б И 8. МАГНЕТИЗМ

8.1. Хосиятҳои магнитии моддаҳо. Магнити дойимӣ.



Рас.8.1



Рас.8.2



Рас.8.3

Кашфи хосиятҳои магнитии моддаҳо таърихи қадим дорад ва решаҳои он ба давраҳои тамаддуни атиқа мерасад. Маҳал дар Магнезия ном маҳал (Осиёи Сағир) мавҷудияти маъдани кӯҳие ошкор гардид, ки маводи он хосияти ҷисмҳои оҳаниро ҷазб кардан дошт (рас.8.1). Номҳои "магнит" (оҳанрабо) ва мафҳуми "магнетизм" аз номи ҳамин маҳал пайдо шудааст.

Маъданҳои дар табиъат бо хосияти магнитӣ дучоршаванда маъмулан маъданҳои магнетит мебошанд ва ифодаи кимиёнашон FeO_4 аст. Умуман, хусусиятҳои магнитӣ аз ҳама бештар дар моддаҳои оҳандор мушоҳида мешаванд. Ғайр аз оҳан бо моддаҳои дигар, ба монанди кобальт, никел, бериллий низ хосиятҳои магнитӣ зоҳир мекунанд.

Ҷисмҳои, ки хосиятҳои магнитии худро муддати тӯлонӣ нигоҳ медоранд, магнити дойимӣ ё мухтасаран магнит меноманд.

Ҳар гуна магнити дойимӣ ду қутб дорад. Дар қутбҳои хосиятҳои магнитӣ аз ҳама рӯшантар зоҳир мешаванд. Агар магнитро бо ягон расмони борик овезон кунем, он дар фазо тавре ҷой мегирад, ки яке аз қутбҳои шимол, дигаре

чанубро нишон медиҳад (рас.8.2). Бино бар ин яке аз қутбҳои магнитро қутби шимол (N), дигареро қутби ҷануб (S) меноманд (дар рас.8.3 магнитҳои тасмашакл ва наълшакл тасвир шудаанд).

Қутбнамо (компас) дар ҳамин асос амал мекунад: акрабаки қутбнамо аз магнити дойимие иборат аст, ки дар гирди меҳвараш озодона гардиш хӯрда метавонад. Шумо медонед, ки ду ҷисми барқаманд бо якдигар таъсири мутақобил мекунанд. Ду магнитро агар ба ҳамдигар наздик кунем, онҳо монанди ҷисмҳои барқаманд таъсири мутақобил мекунанд. Агар ба қутби шимолӣ яке аз ду магнит қутби шимолӣ магнити дигарро наздик кунем, онҳо аз ҳамдигар тела меҳӯранд, яъне қутбҳои ҳамгун аз ҳамдигар тела меҳӯранд (рас.8.4). Вале агар ба қутби шимолӣ як магнит қутби ҷанубӣ магнити дигарро наздик кунем, магнитҳо ба сӯи ҳамдигар ҷазб мешаванд, яъне қутбҳои гуногун ба ҳамдигар кашида мешаванд (рас.8.5).

Ҳамин тариқ, қутбҳои гуногуни магнитӣ ба ҳамдигар кашида шуда, қутбҳои ҳамгун аз ҳамдигар тела меҳӯранд.

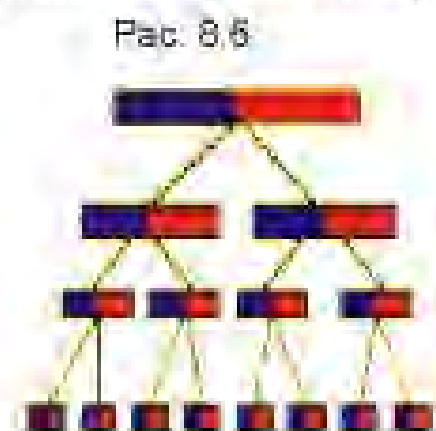
Падидани ҳеле аҷиб ва муҳим ҳангоми шикастани магнит мушоҳида мешавад. Агар магнитро аз мобайн ду пора кунем, ҳаргиз таърибе намешавад, ки як қутб аз қутби дигар ҷудо гардад, балки дар ин маврид ду магнити алоҳидаи дорои қутбҳои шимол ва ҷануб ҳосил мешавад. Агар яке аз он магнитпораҳоро боз ду тақсим кунем, боз ҳам ду магнити қутбдор ҳосил мекунем ва ғ. (рас.8.6). Ин таҷриба аз он далелат мекунад, ки магнит аз магнитҷаҳҳои хеле хурд иборат аст



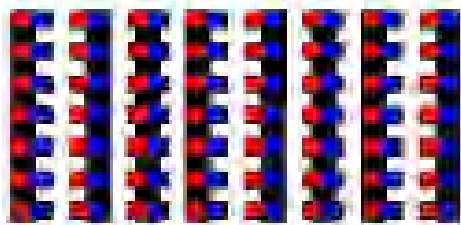
Рас. 8.4



Рас. 8.5



Рас. 8.6



Рас.8.7



Рас.8.8

ва онҳо таърире ҷойгузин шудаанд, ки қутбҳои ҳамгунашон бо низоми муъайян ҷой мегиранд (рас. 8.7).

Магнит аз соҳаҳои хурде иборат аст, ки онҳоро ҳавзаҳои *магнитӣ* ё худ *доменҳо* номидаанд ва андозаи онҳо 0,1 – 0,01 мм-ро ташкил медиҳад. Ҳар як домен, метавон гуфт, магнитчаи хурде мебошад.

Хуб, хосиятҳои магнитии моддаҳо ро чӣ тавр нест кардан мумкин аст?

Агар магнитро бо кӯба (болға) занем ё онро аз ягон баландӣ партоем, он метавонад хосиятҳои магнитии худро қисман ё пурра гум кунад,

зеро дар ин маврид низоми ҷойгирифтаи магнитчаҳои хурд (доменҳо) вайрон гашта метавонад (рас.8.8).

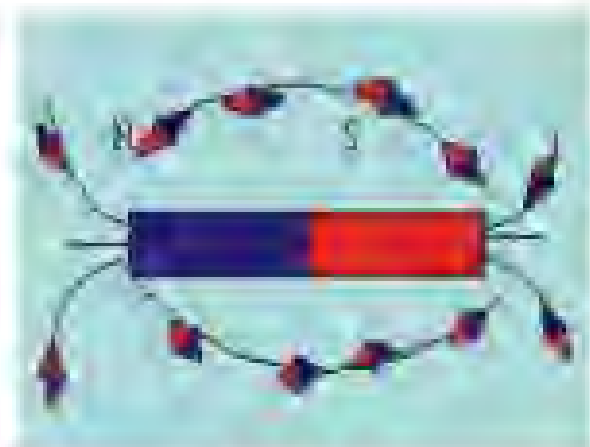
Хосиятҳои магнитиро инчунин бо усули гарм кардани магнит низ аз байн бурдан мумкин аст. Дар ин маврид низ афзоиши ҳарорат боиси зиёд шудани ҳаракати бетартибонаи атомҳо мегардад ва вобаста ба ин доменҳо низ бетартибона ҷой мегиранд. Ҳарорате вуҷуд дорад, ки дар он моддаи магнитӣ хосиятҳои магнитии худро пурра гум мекунад. Он ҳароратро *ҳарорати Кӯурӣ* ё нуқтаи *Кӯурӣ* мегӯянд (ба ифтихори қошифи ин падида Пйер Кӯурӣ (1839 –1906).



1. Хосиятҳои магнитии моддаҳо дар чӣ заҳир мешавад?
2. Магнити доимия чист? Қутби магнития чист?
3. Ҳамтаъсири ду магнит чӣ навъ сурат мегирад?
4. Чӣ тавр магнит хосияти магнитияшро гум мекунад?

8.2. Майдони магнитӣ

Чӣ тавре ба шумо маълум аст (ниг.5.1) таъсири ду барқа (ду зарраи барқаманд) ба воситаи майдони электрикӣ аз ин ё он дурӣ низ рӯй дода метавонад. Ҳар гуна зарраи барқаманд дар атрофи худ майдони электрикӣ дорад.



Рас. 8. 8



Рас. 8. 10

Дараҷаи ҳамтаъсиротӣ зарраҳои барқаманд бо бузургии *шиддати майдони электрикӣ* (номи пешинааш: *шадидияти майдони электрикӣ*) E , ки қувваи ба барқии воҳидӣ таъсиркунандаро ифода мекунад, тавсиф дода мешавад.

Чунин тасаввурот барои ифода кардани таъсири мутақобили магнитҳо низ истифода мешавад. Мисли он ки дар фазои атрофи зарраҳои барқаманд майдони электрикӣ ба вуҷуд меояд, дар атрофи магнит низ майдоне ба вуҷуд меояд, ки *майдони магнитӣ* ном гирифтааст. Қуввае, ки бо он як магнит ба магнети дигар таъсир мекунад, натиҷаи таъсири майдонҳои магнитии магнитҳо мебошад.

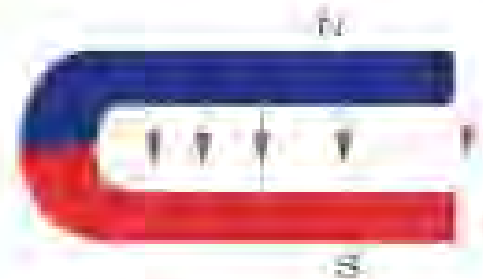
Тавсифи миқдории майдони магнитӣ бузургии вектории илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B аст. Дар аввал, биеҷд, самти вектори B ва хатҳои қуввагии майдони магнитиро мавриди муоина қарор диҳем.

Ба сифати равиши майдони магнитӣ шартан самти қутби шимолӣ акрабаки қутбнамо қабул шудааст. Аз ин рӯ самти майдони магнитӣ (самти индуксияи майдони магнитӣ)-ро дар нуқтаи додашуда метавонем ҳамчун равиши қутби шимолӣ қутбнамои дар он нуқта ҷойгиршуда тасаввур кунем. Ба иборати дигар, *сӯе, ки қутби шимолӣ акрабаки қутбнамо нишон медиҳад, бо самти илқо (индуксия)-и магнитӣ мутобиқат мекунад*. Дар ҳаёти ҳақиқат атрофи магнит чанд қутбнамо ҷойгир карда, дидан мумкин аст, ки онҳо нисбат ба магнит мавқеъи муъайян мегиранд (рас. 8. 9).

Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ хатҳои онҳо рафтӣ онҳо ҷойгир мешаванд. Аз натиҷаи чунин таҷриба маълум мешавад, ки хатҳои илқои майдони магнитии магнети доимӣ аз



Рас.8.11

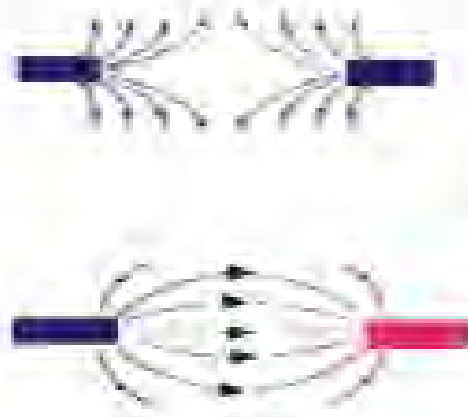


Рас.8.12

кӯтби шимол баромада, ба кӯтби ҷануб меҷароянд (рас.8.10).

Тасвири нисбатан пурраи хатҳои қувваи магнитиро бо ёрии оҳансояҳо намоиш додан мумкин аст. Барои ин дар рӯи ягон варақи қоғаз як қабат оҳансов рехта, онро дар болои магнит гузоред ва андак ҷунбонед, он гоҳ мебинед, ки оҳанрезҳо на бетартибона, балки ба қадди хатҳои махсусе саф мекашанд,

ки онҳо аз як кӯтб ба кӯтби дигар мераванд. Намунаи ин гуна манзараи хатҳои қуввагӣ дар рас. 8.11 тасвир шудааст.



Рас.8.13

Хатҳои магнитиро бо ҳамин роҳ метавонем барои магнитҳои наълшакл низ муқаррар намоём. Миқоли манзараи майдони магнитӣ барои магнители наълшакл дар рас. 8.12 омадааст.

Хатҳои қувваи майдони магнитӣ барои кӯтбҳои ҳамгун ва гуногуни рӯ ба рӯи якдигар ҷойгиршуда дар расми 8.13 оварда шудаанд. Ҳамин тариқ, хатҳои қувваи магнитӣ бар хилофи хатҳои қувваи электрикӣ ҳамеша сарбаст мебошанд.



1. Магнитҳо чӣ тавр таъсири мутақобил мекунанд?
2. Буди майдони магнитӣ дар чӣ заҳир мегардад?
3. Майдони магнитиро бо чӣ гуна бузургии физикӣ тавсиф мекунанд?
4. Равиши хатҳои илқои магнитӣ (индуксияи магнитӣ) чӣ гуна аст?

8.3. Майдони магнитии Замин

Пурсиш: Чарост, ки яке аз кутбҳои акрабаки кутбнамо ба шимол ва дигаре ба ҷануб нигарон мешавад?

Посух: Гуфтан мумкин аст, ки Замин магнити доимии тасмашакл мешавад. Мавқеъгирии акрабаки кутбнамо бо таъсири хатҳои қувваи майдони магнитии Замин ба амал меояд. Азбаски кутби шимолӣ акрабаки кутбнамо сӯи ҷануб нигарон мешавад, пас, ин аз он шаҳодат медиҳад, ки кутби шимолӣ магнитии Замин дар ҷануби он воқеъ аст. Ҳамин аст, ки кутби шимолӣ кутбнамо сӯи кутби ҷанубӣ магнитии Замин ва кутби ҷанубӣ кутбнамо сӯи кутби шимолӣ магнитии Замин "нигоҳ мекунанд".

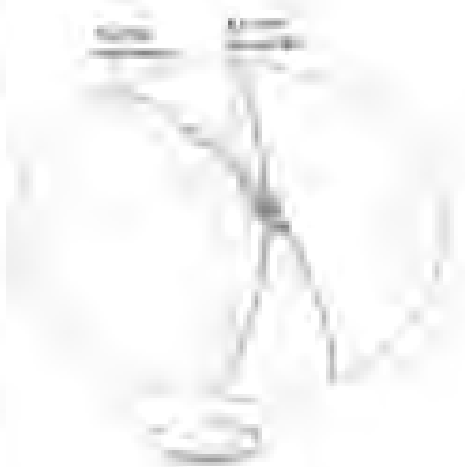
Пурсиш: Оё кутби ҷуғрофӣи Замин бо кутби магнитии Замин ҳамҷоанд?

Посух: Санҷиш нишон медиҳад, ки кутби ҷуғрофӣи Замин ва кутби магнитии Замин аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Дар рас. 8.14 майдони магнитии Замин тасвир шудааст. Дар асоси маълумоти с. 1965 дар нимқураи шимолӣи Замин координатҳои кутби ҷанубӣи магнитии Заминро арзи шимолӣи $75^{\circ}36'$ ва тӯли ғарбӣи 101° (шимолӣи Канада) ташкил медиҳад. Кутби шимолӣи магнитии Замин дар наздикии кутби ҷанубӣи ҷуғрофӣ, дар арзи ҷанубӣи $60^{\circ}18'$ ва тӯли шарқӣи 141° (Антарктида) воқеъ гаштааст. Ҳамин аст, ки акрабаки магнитӣ ба рафти нисфуннаҳор (меридиан)-и ҷуғрофӣ сәмт намегирад.

Кунҷи байни нисфуннаҳори ҷуғрофӣ ва нисфуннаҳори магнитиро *тамобули магнитӣ* меноманд.

Пурсиш: Майдони магнитии Замин чӣ мақом дорад?

Посух: Ба сӯи Замин аз фазои Кайҳон зарраҳои месоанд (тобиши кайҳонӣ), ки дар фазои беканори Олам то суръати бузургшитоб гирифтаанд. Тобиши кайҳонӣ аз электронҳо, протонҳо, ҳастаҳои атоми ҳелий ва дигар зарраҳои барқаманди баландсуръат иборат аст. Майдони магнитии Замин ҳамчун



Рас.8.14

сигар барои ба фазои Замин дохил шудани аксари ин зарраҳо садди роҳ мешавад.

Пурсиш: Оё майдони магнитии Замин ба омилҳои беруна бастагӣ дорад?

Посух: Натиҷаи тадқиқот бо ёрии радиофҳои маснуъии Замин нишон дод, ки Заминро фақат дар тақриби аввал чун магнети дойимӣ пиндоштан раво аст. Дар рӯи Замин минтақаҳои ҳастанд, ки дар онҳо шиддати майдони магнитӣ хеле зиёд аст. Бояд гуфт, ки барои тағйир ёфтани майдони магнитии Замин ҳаётиҳои электрикӣ дар атмосфераи Замин ва дар қаъри Замин ҷоришаванда роли муҳим доранд. Рӯйдодҳои чун "туғёнҳои магнитӣ", яъне тағйироти кӯтоҳмуддати майдони магнитӣ низ имконпазиранд. Рӯшан гаштааст, ки зухуроти туғёнҳои магнитӣ бо хурӯҷҳои хуршедӣ алоқаманд аст. Дар давраи ин хурӯҷҳо майдони магнитии зарраҳои барқаманди сӯи Замин оянда майдони магнитии Заминро тағйир дода метавонад.



1. Соҳиби майдони магнитӣ будани Заминро чӣ тавр дарёфттан мумкин аст?
2. Кутбҳои магнитӣ аз кутбҳои ҷуғрофӣ чӣ тафовут дорад?

8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор



Øрстед (1777-1851)

Соли 1820 Ханс Кристиан Øрстед (1777-1851) муқаррар кард, ки агар акрабаки кутбнамо дар назди ноқили ҷараённок ҷой дода шавад, вобаста ба самти ҷараён нисбат ба ноқил ҷой иваз карда, мавқеи муъайяне мегирад, яъне агар ноқили ба манбаи ҷараён пайвастаро дар болои меҳвари акрабаки кутбнамо ҷой дода (рас.8.15), занҷирро пайваст кунем, мебинем, ки акрабаки кутбнамо аз мавқеи аввалии худ ба як тараф

майл меҳӯрад. Дар рас.8.16 майли акрабак бо хати самтдор нишон дода шудааст. Дар мавриди иваз кардани

кутбҳои манбаъи ҷараён акрабаки кутбнамо ба тарафи муқобил майл меҷӯрад (рас.8.17). Ин чӣ сабаб дорад?

Таҷрибаи Эрстед шаҳодат медиҳад, ки дар фазои атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ мавҷуд аст. Ба майдони магнитии ҳосилшуда бо майдони магнитии акрабаки кутбнамо мутақобилан таъсир карда, акрабаки кутбнамо ро водор месозад, ки мавқеъи муъайян гирад.

Шумо медонед, ки барқан қарор дар фазои атрофи худ майдони электрикӣ ба вуҷуд меоварад. Ҷараёни электрикиро бошад, зарраҳои дарҳаракат ҳосил мекунанд. Пас, дар атрофи барқан ҳаракатманд гайр аз майдони электрикӣ майдони магнитӣ низ мавҷуд мебошад.

Майдони магнитӣ дар атрофи ҳар гуна ноқили ҷараёндор ва умуман дар атрофи барқҳои дарҳаракат вуҷуд дорад.

Ҳамин тариқ, ошкор гашт, ки дар атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ мавҷуд аст ва ин майдони магнитӣ бо ҳаракати барқҳо алоқаманд мебошад.

Савол пайдо мешавад, ки хатҳои қуввагии майдони магнитии ноқили ҷараённок чӣ табиъат доранд?

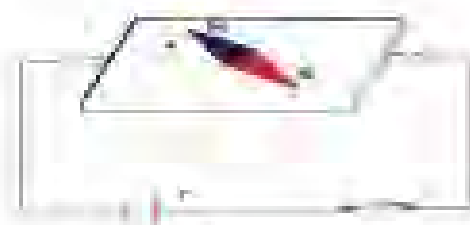
Шакли хатҳои қуввагии магнитии ноқили ҷараённок ба сохти ноқил бастагӣ дорад.

Биёед, аввал хатҳои қуввагии майдони магнитиро дар фазои атрофи ноқили ҷараённокӣ рофт бинем.

Дар наздикии ноқили ҷараённок акрабаки магнитӣ нисбат ба дойираҳое, ки дар атрофи ноқил мекашем, чун расандаи дойираҳо ҷой мегиранд, яъне хатҳои қуввагии майдони магнитии



Рас. 8.15



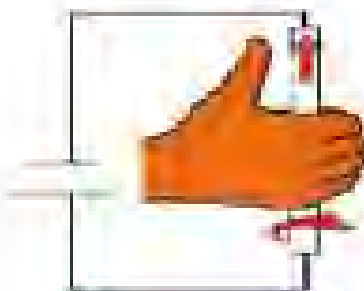
Рас. 8.16



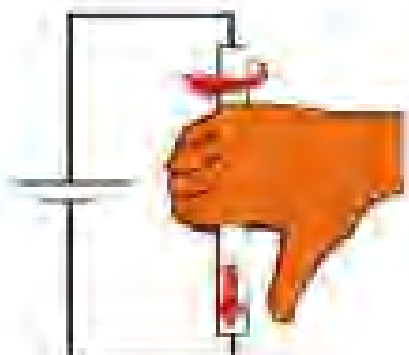
Рас. 8.17



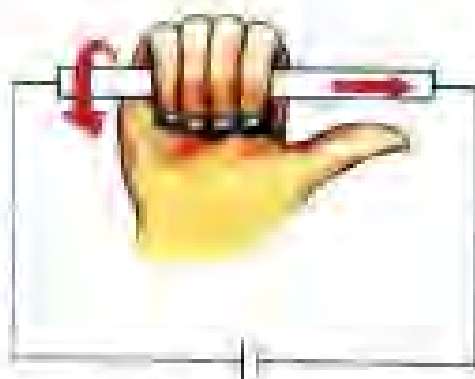
Рас.8.18



Рас.8.19



Рас.8.20



Рас.8.21

ноқили рости қараённок дойираҳои ҳаммарказе ташкил медеҳанд, ки дар маркази онҳо ноқил ҷойгир аст (рас.8.18).

Барои муъайян кардани самти ҳаҷҳои қувваи майдони магнитӣ қоидаи *дасти рост* ё қоидаи *пармачаро* истифода мебаранд, ки ин аст: агар нарангушти дасти ростро ба самти қувваи қараён равона кунем, равиши ангуштҳои қат карда самти ҳаҷҳои қувваи магнитиро нишон медеҳад (рас.8.18 - 21). Ҳамин аст шарҳи он, ки майдони магнитии дар фазои атрофи ноқили қараённок ҳосилшуда дойираҳои ҳаммарказ ташкил медеҳад.

Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B , ба қувваи қараён I ва масофаи нуқтаи интихобӣ то ноқил r чунин бастагӣ дорад:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2 \pi r} \quad (1)$$

Дар ин ҷо μ_0 дойимии магнитӣ аст, ки маънои нуфузпазирии магнитии ҳало (вакуум) дорад.

Ба сифати воҳиди илқои майдони магнитӣ дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (SI) $1 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{А}$ истифода мешавад. Ин воҳид ба ифтихори олими югославӣ Н.Тесла

(1858-1943) тесла ном гирифтааст ва бо Тл ишорат мешавад.

Дар МБВ дойимии магнитӣ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2$ мебошад. Қимати μ_0 -ро ба формулаи (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = \kappa \frac{2I}{r} \quad (2)$$

Дар ин ҷо κ дойимиест, ки қимати он дар МБВ ба 10^{-7} Н/А^2 баробар аст.

Масъала. Бузургии илқо (индуксия)-и магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили чараённоки қувваи чараёнаш 2А 5 см дур аст.

Додаҳо:
 $I = 2 \text{ А,}$
 $r = 5 \text{ см}$
 $B = ?$

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи

$$B = \kappa \frac{2I}{r}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 2 \text{ А}}{0,05 \text{ м}} = 8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

Як масъалаи дигар: Бузургии илқо (индуксия)-и магнит дар нуқтае, ки аз ноқили рости дорон чараёни 10 А дар масофаи r воқеъ аст, $5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ мебошад. Масофаи r -ро ёбед.

Додаҳо:
 $I = 10 \text{ А,}$
 $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$
 $r = ?$

Ҳал: r -ро аз формулаи

$$B = \kappa \frac{2I}{r}$$

ёфта, ба он додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$r = \frac{\kappa 2I}{B} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{20 \text{ А}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}} = 0,04 \text{ м.}$$



1. Аз таҷрибаи Эрстед чӣ хулоса бармеояд?
2. Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ дар атрофи ноқили ҷараёндор чӣ гуна шакл доранд?
3. Илқо (индуксия)-и магнитии ноқили рост ба кадом бузургиҳо баастагӣ дорад?

Машқ

1. Бузургии илқо (индуксия)-и магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённок ҷараёнаш 6 A 15 см дур аст. (Ҷавоб: $8 \cdot 10^{-4}\text{ Тл}$).
2. Дар нуқтае, ки аз ноқили ҷараённок дар дурии 10 см ҷойгир аст, бузургии илқои магнитӣ $4 \cdot 10^{-4}\text{ Тл}$ аст. Қувваи ҷараёнро ёбед. (Ҷавоб: 2 A).

Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб дода, хатҳои қуввагии магнитии ноқили ҷараённокро санҷед. Аввал аз рӯи қоидаи дасти рост истифода карда, мавқеи акрабаки магнитиро муъайян кунед. Баъд дурустии онро бисанҷед.

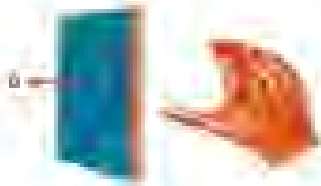
Лаозимот: Манбаъи ҷараён, калид, акрабаки магнитӣ, чанд сим.

8.5. Майдони магнитии ноқили ҷараённокӣ дойирашакл

(Барои завқмандони омӯзиши физика)

Чунонки гуфтем, хатҳои қуввагии майдони магнитии ноқили ҷараённок дар фазои атрофи ноқил шакли дойираҳои ҳаммарказ доранд. Агар ба ноқил шакли дойиравӣ диҳем, он гоҳ дар натиҷаи ҷамъ шудани хатҳои қуввагии майдони магнитӣ дар маркази он хатҳои қуввагӣ шакли хати рост мегиранд.

Барои муъайян кардани самти майдони магнитӣ метавонем қоидаи дасти рост ё қоидаи пармачаро истифода кунем (рас.8.22-25): агар ангуштҳоро бо самти ҷараён раван кунем, пас, нарангушт самти хатҳои қуввагии магнитии ноқили дойирашаклро (барои маркази он) нишон медиҳад. Бузургии илқои



Рас.8.22

майдони магнитии дар маркази ноқили дойрашакл ҳосилшуда ин тавр ёфта мешавад:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2r} = k \frac{2\pi I}{r} \quad (1)$$



Рас.8.23

Дар ин ҳо радиуси ноқили дойрашакл мебошад.

Бузургии илқои майдони магнитии чанд ноқили дойрашакли ҳаммарказ ба ҳамъи илқоҳои ноқилҳои дойрашакли алоҳида баробар мебошад. Агар илқои магнитиро N ноқили дойрашакли якхела ҳосил кунад, он гоҳ бузургии илқои магнитиро дар маркази ноқили дойрашакл метавонем аз рӯи формулаи зер муъайян кунем:



Рас.8.24

$$B = k \frac{2\pi N I}{r} \quad (2)$$



Рас.8.25

Масъалаи 1. Аз сими ним-

дойрашакли радиусаш 10 см ҷараёни 5 А мегузарад. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро дар маркази нимдойра ёбед (рас.8.26).



Рас.8.26

Додаҳо:

$$I = 5 \text{ A,}$$

$$R = 10 \text{ см}$$

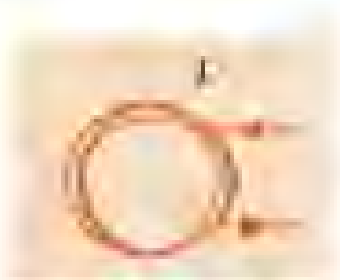
$$B = ?$$

Ҳал: Бузургии илқои майдони магнитии ноқили нимдойирашакл

$$B = \frac{1}{2} \kappa \frac{2\pi I}{R} \quad (3)$$

аст. Додаҳоро ба ин формула гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = \frac{1}{2} \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{6,28 \cdot 5 \text{ A}}{0,1 \text{ м}} = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$



Рас.8.27

Масъалаи 2. Адади печакҳои дойирашаклро ёбед, ки радиусашон 10 см аст ва ҳангоми аз онҳо ҷоря будани ҷараёни 2 А дар маркази ҳалқаҳо илқои магнитии $6,28 \cdot 10^{-5}$ Тл ба вуҷуд меояд.

Додаҳо:

$$R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м,}$$

$$B = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

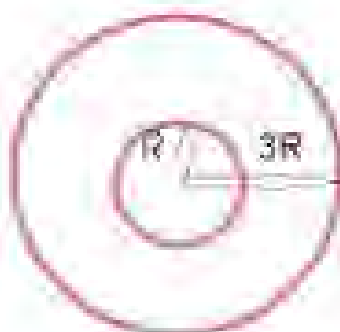
$$N = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

$$B = \frac{\kappa N 2\pi I}{R}$$

N -ро ёфта, додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$N = \frac{BR}{\kappa 2\pi I} = 5 \text{ печ.}$$



Рас.8.28

Масъалаи 3. Аз ду ноқили дойирашакли ҳаммаркази радиусҳои R ва $3R$ (рас.8.28) ҷараёни I ва $1,5I$ мегузарад.

а) Илқо (индуксия)-и магнитиро ёбед, ки ҷараёни I дар нуқтаи O ҳосил мекунад.

б) Илқои майдони магнитиро ёбед, ки

онро дар нуқтаи O ҷараёни $1,5I$ ҳосил мекунад.

в) Илқои майдони магнитии натиҷавиеро ёбед, ки дар нуқтаи O ба вуҷуд меояд.

г) Илқои майдони магнитии натиҷавиеро ёбед, ки дар мавриди самти муқобил доштани ҷараёнҳо ба вуҷуд меояд.

Додаҳо:

$$R_1 = R,$$

$$R_2 = 3R,$$

$$I_1 = I,$$

$$I_2 = 1,5I$$

$$B_1 = ?$$

$$B_2 = ?$$

Ҳал: а) Илқои майдони магнитие, ки онро ҷараёни I ҳосил мекунад, ин аст:

$$B_1 = k \frac{2\pi I}{R}.$$

б) Илқои майдони магнитие, ки ҷараёни $1,5 I$ дар нуқтаи O бо ноқили радиусаш $3R$ ҳосил мекунад, ин тавр ёфта мешавад:

$$B_2 = k \frac{2\pi \cdot 1,5I}{3R} = k \frac{\pi I}{R}.$$

в) Илқои майдони магнитии натиҷавӣ:

$$B = B_1 + B_2 = k \frac{2\pi I}{R} + k \frac{\pi I}{R} = \frac{3k\pi I}{R}.$$

г) Агар самти ҷараёнҳо муқобил бошад, натиҷаи зайл ба даст меояд:

$$B_H = B - B' = k \frac{2\pi I}{R} - k \frac{\pi I}{R} = k \frac{\pi I}{R}.$$

?

1. Хатҳои қуввагии илқои магнитии ноқили дойрашакл дар маркази он кадом сӯ равонанд?
2. Бузургии илқои магнитии ноқили дойрашаклро чӣ тавр баҳодод мекунад?
3. Илқои магнитии якчанд пач чӣ тавр ҳосил мешавад?

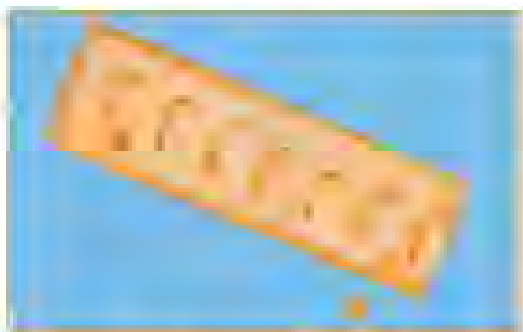
Машқ

1. Аз сими дойрашакли радиусаш 10 см ҷараёни $2,5$ А мегузарад. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро дар маркази дойра ёбед. (Ҷавоб: $1,57 \cdot 10^{-5}$ Тл).

2. Дар ду ноқили дойрашакли ҳаммаркази радиусдошон 5 см ва 10 см ҷараёни 2 А ҷорист. Илқо (индуксия)-и магнитии натиҷавии ҳалқаҳоро дар марказ ёбед. (Ҷавоб: $3,14 \cdot 10^{-2}$ Тл).

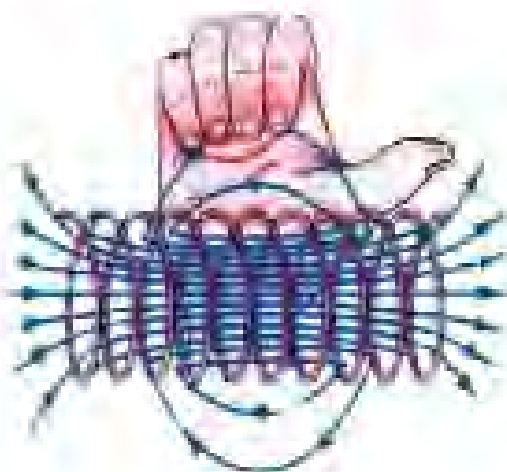
8.6. Соленоид

Ғалтаке мегирем, ки аз адади зиёди ноқилҳои дойрашакл таркиб ёфтааст. Ғалтаки цилиндршаклро, ки адади зиёди печҳои симинро дарбар мегирад, соленоид меноманд. Соленоиди содатаринро шумо метавонед дар як порча картон созед (рас. 8.29).



Рас. 8.29

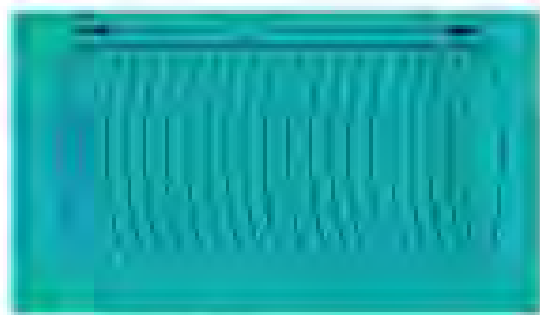
Хатҳои қувваи магнитии соленоид (ғалтаки ҷараёндор) дар рас.8.30 тасвир шудааст. Агар хатҳои қувваи соленоидро бо хатҳои қувваи майдони дойимии рӯстхатта муқоиса карда, мебинем, ки онҳо ба ҳамдигар монанданд. Дар маркази ғалтак майдонҳои магнитии печҳо бо ҳамдигар зам шуда, майдони қариб якҷинса ҳосил мекунанд. Дар даруни ғалтаки дарозе (он ки дарозияш назар ба радиусаш хеле зиёд аст), ки печҳош зич печонида шудаанд, илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ майдони якҷинса меофарад. Илқои майдони магнитӣ дар беруни ғалтак нисбат ба даруни он хеле кам аст.



Рас. 8.30

Агар ғалтаки ҷараёндор (соленоид)-ро дар сари ягон сими

борик ва чандири дароз овозем, он гоҳ вай ба монанди магнити дойимӣ як қутби худро ба самти шимол ва қутби дигарашро ба ҷануб менигаронад. Яъне ғалтаки ҷараёндор дорой ду қутб (шимол ва ҷануб) мебошад. Агар қутби чунин ғалтакро ба қутби магнити ҳамгун наздик барем, онҳо аз ҳамдигар тала мехӯранд. Ва агар қутбҳои гуногунро ба ҳам наздик кунем, онҳо кашида мешаванд.



Рас.8.31

Агар соленоид дорой N печак бошад, илқои майдони магнитии якҷинсаи он

$$B = \mu \frac{IN}{L} = \kappa \frac{4\pi IN}{L}$$



Рас.8.32

мешавад, ки ин ҷо L дарозии ҷойи симпечи ғалтак аст (рас.8.31),

Масъала. Соленоиди дарознаш 31,4 см 2000 печи симин дорад ва аз онҳо ҷараёни 0,2 А ҷорист. Бузургии илқои майдони магнитиро барои маркази соленоид ёбед (рас.8.32).

Додаҳо:
 $L = 31,4 \text{ см.}$
 $N = 2\ 000,$
 $I = 0,2 \text{ А}$
 $B = ?$

Хал: Додаҳо дар формулаи

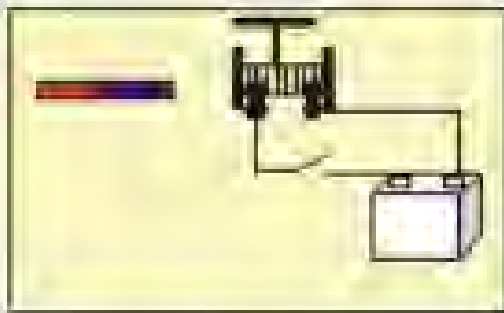
$$B = \kappa \frac{4\pi NI}{L}$$

гузашта, ҳосил мекунем:

$$B = \frac{10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 0,2 \text{ А}}{0,314 \text{ м}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$



1. Соленоид чист?
2. Хатҳои қувваи майдони магнитии соленоид чӣ тавр ба вучуд меоянд ва кадом со равананд?
3. Ҳамтаъсироти соленоиди ҷараённок бо магнит чӣ шарҳ дорад?



Рас.8.33

Супориш

Занҷири дар рас.8.33 тасвиршударо истифода карда, ҳамтаъсироти ғалтакро бо магнит бисанҷед. Самти ҷараёноро тағйир дода, таҷрибаро таврор кунед.

8.7. Электромагнит ва истифодаи он

Дар амалия ғалтакҳои ҷараёндоре, ки андарунашон мағзани оҳанин доранд, бисёр истифода мешаванд. Ин гуна ғалтак (соленоид)-ро **электромагнит** меноманд.

Хуб, мағзани оҳанин андаруни электромагнит чӣ зарурат дорад?

Агар ба меҳи оҳанин ягон сими ойиқдор (изолатсиядор) печонем ва он симо ҷараённок кунем, меҳ магнитнок шуда, ҷисмҳои оҳанинро ба худ мекашад. Аммо гоҳи бечараён кардани сим меҳ низ бемагнит мешавад. Яъне илқои майдони магнитии сими печидаи ҷараёндор меҳро хосияти магнитӣ мебахшад.



Рас.8.34

Дар рас. 8.34 тарҳи таҷрибае оварда шудааст. Дар наздикии ғалтак як ақрабаки магнитӣ ҷой дода, ҷараёноро пайваст мекунем. Ақрабак нисбат ба мавқеи аввалааш ба қонҷе майл меҳӯрад. Масофаи байни

галтак ва акрабакро каму зиёд карда, мушоҳида мекунем, ки ҳангоми аз галтак дур кардани акрабак кунҷи майлхӯрд кам мешавад, яъне таъсири байни майдони магнитии галтак ва майдони магнитии акрабак суст мешавад. Дар сурати зиёд кардани қувваи ҷараён, мебинем, ки кунҷи майлхӯрд меафзояд. Баъд ба даруни галтак магзани оҳаниро ҷой дода, дидан осон аст, ки майдони магнитии галтак зиёд шуда, акрабаки магнитиро бештар майл медиҳад.

Ҳамин тариқ, милаи оҳанин майдони магнитии галтакро пурзӯр мекунад.

Электромагнитҳои ҷойи истифода бисёр доранд. Электромагнити наҷанон калон, ки ба манбаъи волтажи наҷандон зиёд пайваст аст, ҷизҳои нисбатан вазнинро ба худ ҷазб карда метавонад. Ба сифати мисол дар рас.8.35 электромагнити пуриқтидорро тасвир ёфтааст, ки барои аз ҷойе ба ҷойе кунҷандани маснуоти оҳанину пӯлодин истифода мешавад. Электромагнит қисми асосии олатҳои телеграфӣ, зангӯлаҳои электрикӣ, релеҳои электромагнитӣ, корандозҳо (стартерҳо) ва м.ин.-ро ташкил медиҳад.

а) **Телеграф.** Дар рас.8.36 тарҳи олати телеграфӣ оварда шудааст (теле- дур, дурӣ; графо- менависам).



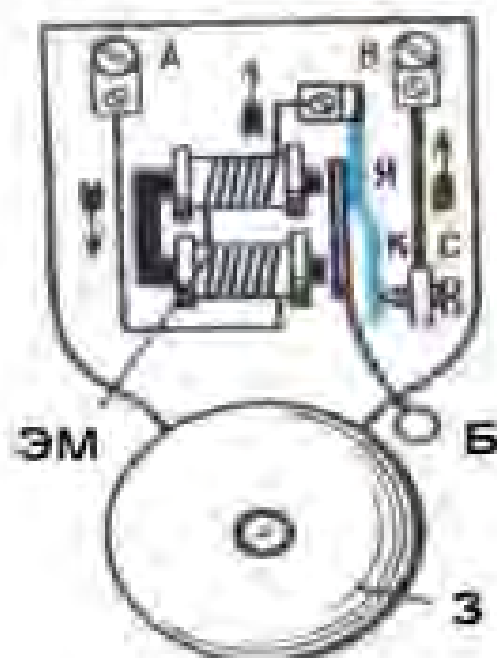
Рас.8.35



Рас.8.36

Хангоми пайвастанӣ манбаъи ҷараён майдони магнитии ғалтак лангарро, ки дар он чизи сабткунанда, масалан, қалам ҷойгир аст, ба худ ҷазб мекунад. Қалам дар рӯи тасмаи қоғазӣ дар ҳаракат дар мавриде, ки ҷараён аз ғалтак муддати кӯтоҳ ҷорӣ бошад, нуқта сабт мекунад ва дар муддати тӯлонитарӣ ҷорӣ будани ҷараён тире менависад. Ҳамин тариқ, ҷараёнро бо қалуд пайваст карда, аз як ҷой ба ҷойи дигар маҷмӯъи нуқта ва тиреҳоро нақл кардан имкон дорад. Маҷмӯъи нуқтаҳову тиреҳо дар ҷои қабул ба маълумот баргардон карда мешавад. Олатҳои телеграфӣ бо сим пайвастро дар маҳали қабул ва нақл ҷойгир карда, дар байни нуқтаҳои дур алоқа барқарор кардан мумкин аст. Маълумоти нақлшуда бевосита дар маҳали қабул бо машинҳои ҷопии махсус ба таври автоматӣ ҷоп карда мешавад ё дар хотираи компютер сабт мегардад.

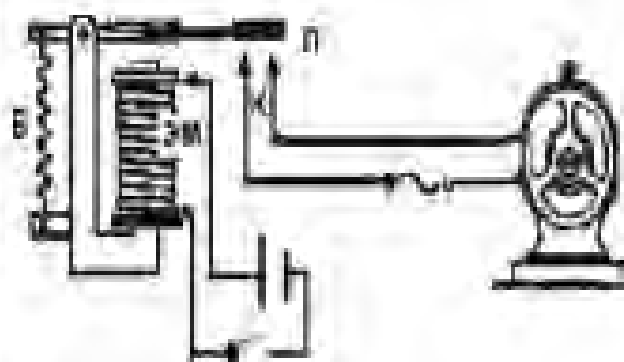
б) **Занги электрикӣ.** Дар рас. 8.37 сохти занги электрикӣ оварда шудааст. Хангоми ба манбаъ пайвастанӣ занги электрикӣ аз ғалтаки электромагнитӣ наълшакл ба воситаи тамоси В ҷараён мегузарад ва электромагнит (ЭМ) лангар (мили оҳанин)-ро ба худ мекашад — он гоҳ кӯбаи Б ба зангула (З) зарба мезанад — занг садо медиҳад. Лангар агар аз тарафи электромагнит кашида шавад, тамосҳоро аз ҳам дур карда, ҷараёнро қатъ мегардонад. Бо қатъ гардидани ҷараён фанар (пружин)-и винтҳои тамос бо ҳам васл мешаванд ва ҷараёнро аз сари нав пайваст мекунанд — боз занг садо медиҳад. Ва ин фароянд ба таври даврӣ такрор ёфтад мегирад.



Рас. 8.37

в) Релеи электромагнитӣ. Азбоборо, ки занҷири ҷараёни пурзӯрро ба василаи манбаъҳои камҷараён мепайвандад, релеи электромагнитӣ меноманд.

Реле қисми таркибии оллати автоматӣ мебошад ва барои катъ гардондан ё пайвастани занҷирҳои электрикӣ хидмат мекунад.



Рас. 8.38

Тарҳи яке аз навъҳои реле дар рас. 8.38 тасвир ёфтзаст.

Ҳангоми аз симҳои галтаки электромагнитӣ ҷорӣ шудани ҷараён электромагнит (ЭМ) лангарро (П) ба худ кашида, занҷирро мепайвандад.

Бо ёрии релеи электромагнитӣ кори як қатор дастгоҳҳои низом додан мумкин аст. Аз ҷумла дар телефонхонаҳои автоматӣ реле телефонҳоро васл мекунад. Баробари расидани яке аз рақамҳои телефон аз маҷмӯъи электромагнитҳо яқеаш пайваст мешавад. Релеҳоро низ истифода мебаранд, ки оллати фотоэлектрикӣ (фотоэлемент)-и он бо таъсири рӯшноӣ, аз ҷумла бо таъсири нури Офтоб ба кор даромада, дар занҷир ҷараёни сус-те ҳосил мекунад. Ин гуна релеҳо, масалан, барои ба таъри автоматӣ хомӯш гардондани шабакаи равшанӣ истифода мешаванд.



1. Электромагнит чист?
2. Мағзани оҳанин майдони магнитиро пурзӯр мекунад. Ин чӣ заминаи физикӣ дорад?
3. Зангула чӣ тавр занг мезанад?
4. Релеи электромагнитӣ чӣ вазифаро адо мекунад?

Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб диҳед, ки аз галтақ, калид ва манбаъи ҷараён иборат бошад. Аз галтақ дар ягон дурии муайян акрабаки магнитӣ ҷой дода, ба даруни галтақ аввал мағзани оҳанин ва баъд мағзани алюминиро дароварда, дараҷани мағзани акрабақро бисанҷед. Оё бо ин роҳ навъи моддаеро муайян кардан мумкин аст, ки мағза аз он сохта шудааст?



Рас.8.39



Рас.8.40

8.8. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор

Ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ қувва таъсир меоварад. Масалан, агар ноқили ростро дар фазои байни қутбҳои магнети наъпшакл ҷой диҳем, он ба ҳаракат меадираяд (рас.8.39 ва 40)

Дар таҷриба тасдиқ шудааст, ки дар сурати нисбат ба ноқил самти амудӣ доштани хатҳои илқои магнитӣ қувваи таъсиркунанда

1) ба бузургии илқои майдони магнитӣ B мутаносиб мебошад:

$$F \sim B;$$

2) ҳар қадаре ки қувваи ҷараёни аз ноқил ҷоришаванда зиёд бошад, қувваи таъсиркунанда мутаносибан ба он меафзояд:

$$F \sim I;$$

3) қувваи таъсиркунанда ба дарозии қитъаи дар майдони магнитӣ ҷойгирифтаи ноқил мутаносиб аст

$$F \sim L.$$

Ҳамин тариқ, қувваи аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор таъсиркунанда F , бузургии қувваи ҷараён I , илқои магнитӣ B ва дарозии қитъаи ҷараён L ин тавр алоқамандӣ доранд:

$$F = \text{const } BIL.$$

Дар Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо (SI) зариф (коэффициент) ни мутаносибӣ $\text{const} = 1$ аст. Пас,

$$F = BIL. \quad (1)$$

Ин ҳамбастагиро Ампер муқаррар кардааст ва онро ба ифтихори γ қува (қонун)-и Ампер номиданд.

Барои муъайян кардани самти қувваи F қондаи дастӣ ҷап истифода мешавад. Барои ин ангуштҳои дастро ба самти қувваи ҷараён равона сохта, дастро тавре ҷой медиҳанд, ки хатҳои

илқои магнитӣ ба кафи даст зананд — дар ин сурат равиши нарангушт самти қувваи таъсиркунандаро нишон медиҳад.

Масъалаи 1. Ноқиле ба дарозии 24 см, ки дар он ҷараёни $I = 5 \text{ A}$ ҷорист, дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии 3 Тл дорад ва хатҳои қуввагии он амудан ба ноқил равонаанд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед.

Додаҳо:

$$I = 5 \text{ A},$$

$$L = 24 \text{ см},$$

$$B = 3 \text{ Тл}$$

$$F = ?$$

Ҳал: Додаҳо ба формулаи

$$F = IBL$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$F = 5 \text{ A} \cdot 3 \text{ Тл} \cdot 0,24 \text{ м} = 3,6 \text{ Н}.$$

Масъалаи 2. Ба ноқиле, ки дарозии 50 см дорад ва амудан ба рафти хатҳои қуввагии майдони магнитӣ ҷой гирифтааст, қувваи 0,3 Н таъсир меоварад. Агар дар ноқил қувваи ҷараёни 3 А ҷорӣ бошад, илқои магнитӣ чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:

$$I = 3 \text{ A},$$

$$F = 0,3 \text{ Н},$$

$$L = 50 \text{ см}$$

$$B = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

$$F = IBL$$

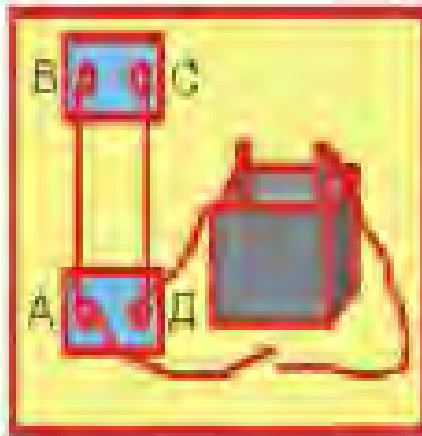
бузургии илқои майдон B -ро меёбем ва додаҳо гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0,3 \text{ Н}}{0,5 \text{ м} \cdot 3 \text{ A}} = 2 \text{ Тл}.$$



1. Ҷарост, ки дар майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор қувва таъсир мекунад?
2. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор аз тарафи майдони магнитӣ таъсир мекунад, ба чӣ (ҳо) вобастагӣ дорад?
3. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ таъсир меоварад, кадом сӯ раво аст?

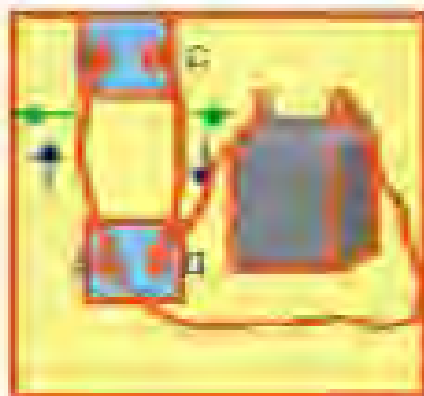
Машқ



Рас.8.41



Рас.8.42



Рас.8.43

1. Ноқиле ба дарозии 12 см, ки дар он ҷараёни $I = 10$ А ҷорист, дар майдони магнитии ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии B Тл дорад ва хатҳои қувваи майдон амудан ба ноқил равонаанд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед. (Ҷавоб: 7,2 Н).

2. Ба ноқиле, ки дарозии 50 см дорад ва амудан ба рафти хатҳои қувваи майдони магнитӣ ҷой гирифтааст, қувваи 0,6 Н таъсир меоварад. Бузургии илқои магнитиро Z Тл гуфта, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришавандаро ёбед. (Ҷавоб: 6А).

8.9. Ҳамтаъсироти майдонҳои магнитии ду ноқили ҷараёндори мувозӣ (паралелӣ)

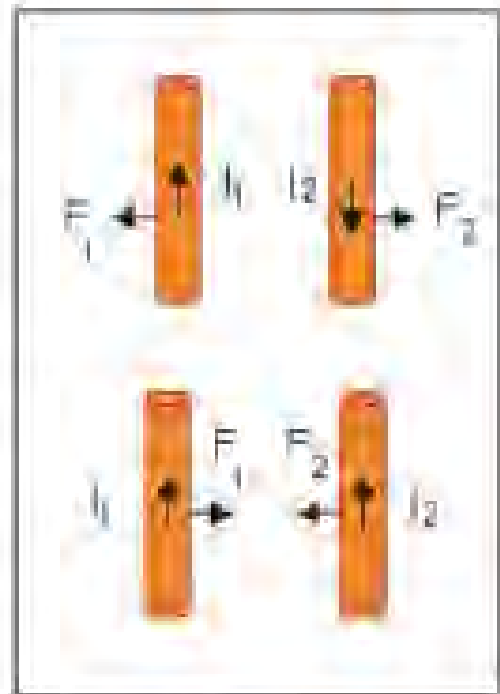
Чи тавре ки дар боло гуфтем, дар атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ вуҷуд дорад. Хуб, ду ноқили ҷараёндор ба якдигар чӣ тавр таъсир мекунанд?

Биёед, бо ҳамтаъсироти ду ноқили рост дар таҷриба шинос шавем. Дар рас. 8.41 ду ноқили мувозие тасвир ёфтааст, ки дар масофаи муъайян аз ҳамдигар ҷой доранд ва бо симшохаҳои АВ ва СД васл шудаанд. Агар симшохаҳои ВС ва АД-ро ба ҳам пайваста, роҳи ҷараёнро ба воситаи калид сарбаст гардонем, аз ноқилҳо ба як самт ҷараён ҷорӣ мешавад. Он гоҳ мебинем, ки дар ин маврид ноқилҳо ба ҳамдигар ҷазб мешаванд (рас.8.42). Вале агар ноқилҳоро тавре

пайваст кунем, ки дар онҳо ҷараёнҳо ба ҳам муқобил равона шаванд, онҳо аз ҳамдигар тела меҷуранд (рас.8.43). Ин натиҷа он гуна маънӣ дорад, ки ба ҳар ноқили ҷараёндор майдони магнитии ноқили дигар таъсир меоварад.

Савол ба миён меояд, ки қувваи дар ин маърид ба ноқил таъсиркунанда ба чӣ вобастагӣ дорад.

Фара кунем, ду ноқили ба ҳам мувозие дошта бошем, ки аз якдигар дар масофаи r воқеъанд. Бигзор, дар як ноқил ҷараёни I_1 , ва дар дигаре ҷараёни I_2 , ҷорӣ бошад. Самтҳои хатҳои қуввагии майдони магнитиро аз рӯи қоидаи дасти рост муъайян кардан мумкин аст. Бузургии илқои майдони магнитиро дар мавқеъи ноқилҳо ин тавр меёбем:



Рас.8.44

$$B_1 = k \frac{2I_1}{r} \quad (1)$$

ва

$$B_2 = k \frac{2I_2}{r} \quad (2)$$

Пас, қувваи ба қитъаи дарозииаш L -и ноқили 1 аз ҷониби ноқили 2 таъсиркунанда

$$F_1 = k B_2 I_1 L \quad (3)$$

ва қувваи ба ноқили 2 аз ҷониби ноқили 1 таъсиркунанда

$$F_2 = k B_1 I_2 L \quad (4)$$

мебошанд (рас.8.44). Қиматҳои B_1 ва B_2 -ро аз (1) ва (2) ба

формулаҳои (3) ва (4) гузошта, ҳосил мекунем:



Рас. 8.45

$$F_2 = F_1 = k \frac{2I_1 I_2}{r} L$$

Ҳамин тариқ, қувваи ба қитъаи ноқилҳо таъсиркунанда ба қувваи ҷараёнҳои дар ноқилҳо ҷоришаванда ва масофаи байни онҳо вобастагӣ дорад:

$$F = k \frac{2I_1 I_2}{r} L$$

Масъала. Ду ноқили мувозии дарознашон симметрик дорем, ки аз яке ҷараёни 4 А, аз дигаре ҷараёни 3 А ҷорист. Бузургии илқои майдони магнитӣ ба қувваи ҳамтаъсироси ноқилҳоро барои нуқтаи Р бад (расм. нуқтаи Р), ки аз ноқили якум дар масофаи 20 см, аз ноқили дуюм дар масофаи 30 см ҷойгир аст (рас. 8.45).

Додаҳо:
 $I_1 = 4 \text{ А}$,
 $I_2 = 3 \text{ А}$,
 $r_1 = 20 \text{ см}$,
 $r_2 = 30 \text{ см}$,
 $B = ?$ $F = ?$

Ҳал: Ноқили 1 дар асоси формулаи

$$B = k \frac{2I}{r}$$

дар нуқтаи Р ин қадар майдон илқо мекунад:

$$B_1 = k \frac{2I_1}{r_1} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 4 \text{ А}}{0,2 \text{ м}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

Илқои майдони ноқили 2

$$B_2 = k \frac{2I_2}{r_2} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 3 \text{ А}}{0,3 \text{ м}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

аст. Илқои майдони натиҷавӣ ин қадар хоҳад буд:

$$B = B_1 - B_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

Қувваи ҳамтаъсироси ноқилҳоро ин тавр меёбем

$$F = 2k \frac{I_1 I_2}{r_1 + r_2} L = 2 \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2} \frac{3.4 A^2}{0.5m} 1m = 4.8 \cdot 10^{-3} N$$

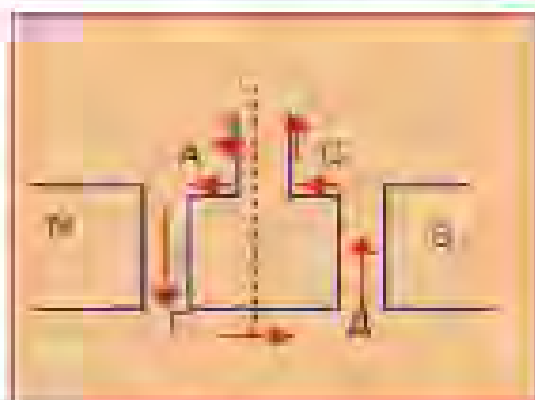


рид

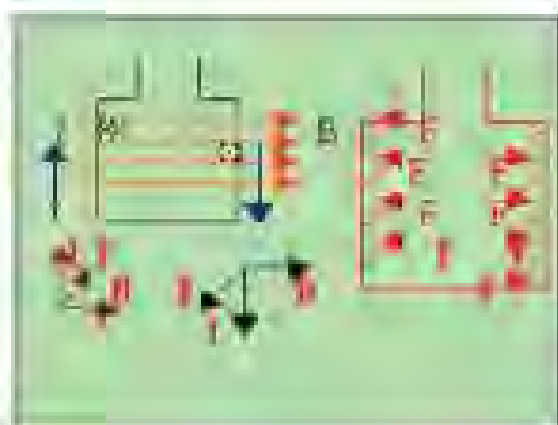
1. Ду ноқили ҷараёндор ҳамдигарро дар кадом мавҷазб мекунанд ва дар кадом маврид тала мегиранд?
2. Қувваи таъсири ду ноқили ҷараёндор ба кадом бузургиро бастагӣ дорад?

8.10. Қоби ҷараёндор дар майдони магнитӣ

Таъсири майдони магнитӣ ба шакли ноқил вобастагӣ дорад. Мо дар ин ҷо масъалаи нисбатан сода — таъсири майдони магнитиро ба қоб (рамка) баррасӣ мекунем. Шумо аз рас.8.46 мебинед, ки самти ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои АГ ва ДС ба ҳамдигар муқобил аст. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ ба қитъаҳои АГ ва ДС аз рӯи қоидаи дасти чап ба ҳамдигар муқобиланд. Ба қитъаҳои АС ва ГД майдони магнитӣ таъсир намерасонад, агар равиши ҷараён ба равиши илқои магнитӣ мувозӣ (параллел) бошад, қувваи таъсиркунанда сифрӣ мешавад. Дар рас.8.47 самти қувваи таъсиркунанда нишон дода шудааст. Дар қитъаи СД самти қувва аз нақша ба мо, вале дар қитъаи АГ аз мо сӯи нақша равон аст. Қувваҳои таъсиркунанда $\otimes F = BIAГ$ ва $\odot F = BICД$ мебошанд. Ин ҷо ишорати \otimes векторест, ки аз мо сӯи нақша равона аст. Ишорати \odot , баръакс, рамзи вектори аз нақша сӯи мо оянда мебошад.



Рас.8.46

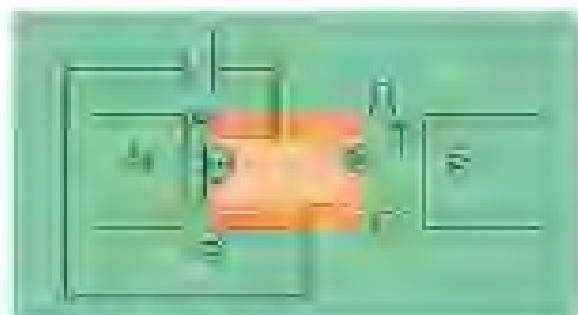


Рас.8.47

Ба иборати дигар (азбаски $AG = CD = L$ аст) қувваҳои таъсиркунанда инқадарианд:

$$F_{AG} = +BIL \quad \text{ва} \quad F_{CD} = -BIL$$

Ҳамин тариқ, дар майдони магнитӣ ба қоби чараендор қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонанд ва қоб дар як хати рост нахобида, зери таъсири ҷуфти қувваҳо (гаштоварҳо — моментҳои ҷархиш) гардиш мекунад.



Рас. 8.48

то даме гардиш мекунад, ки ҳамвории қоб ба ҳатҳои қуввагии майдони магнитӣ амудӣ (перпендикулярӣ) гиранд. Баъди лаҳзаи нисбат ба ҳатҳои қуввагии майдони магнитӣ ҳолати амудӣ гирифтани қоб гаштовари қувва сифрӣ мешавад. Дар зарурат ғалтакро таъриро печонидан мумкин аст, ки қобҳои он таҳти кунҷҳои гуногун ҷойгир бошанд, то ки гардиши минбаъдаи қоб то кунҷи 180° таъмин шавад.

Масъала. Ғалтаки иборат аз 5 қоби росткунҷа бо тарафҳои 5-сантиметрӣ дар майдони магнитии $0,1$ Тл ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани чараени 10 А ба тарафҳои қоб чиқадарӣ қувваи бешина (қувваи максималӣ) таъсир меоварад ва ин қувваҳо кадом сӯ равонаанд?

Додаҳо:

$$I = 10 \text{ А}$$

$$L = 5 \text{ см}$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$F = ?$$

$$\text{самтҳо} = ?$$

Ҳал: Ба тарафҳои АВ ва CD-и қоб илқои майдони магнитӣ амудан ба ноқил бо қувваи

$$F = BIL$$

(аз рӯи қонуни Ампер) таъсир меоварад. Пас,

$$F = NBIL = 5 \cdot 0,1 \text{ Тл} \cdot 10 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,25 \text{ Н}$$

аст. Барои муъайян кардани самти қувваи таъсиркунанда қоидаи дасти чапро истифода мекунем. Қувваи ба қитъаи АВ таъсиркунанда аз нақша ба мо равона аст (рас. 8.48).



1. Қувваҳои дар майдони магнитӣ ба қоб ва ба ноқили чараённок таъсиркунанда аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?
2. Чуфти қувваҳо (гаштоварҳо) чӣ таар ба вуҷуд меоянд?
3. Қувваи дар майдони магнитӣ ба қобҳо таъсиркунанда ба кадом бузургҳо вобастагӣ доранд?

8.11. Асбобҳои электрсанҷӣ

Хосияти ба қоби чараёндор таъсир оварда, онро гардиш дода тавонистани майдони магнитӣ дар асбобҳои электрсанҷии гуногун – амперметрҳо (чараёнсанҷҳо), вольтметрҳо (вольтажсанҷҳо), омметрҳо (муқовиматсанҷҳо), ҳисобгиракҳо (энергиясанҷҳо) ва м.ин истифода мешавад. Асбобҳои электрсанҷӣ, ки ба таъсири майдони магнитӣ ба қоби чараёндор асос ёфтаанд, асбобҳои магнитоэлектрикӣ ном гирифтаанд.

Чузъи асосии вольтметрҳо ва амперметрҳоро галванометр ташкил медеҳад (ниг. 7.18 ва 7.19). Дар рас. 8.49 яке аз навъҳои галванометр тасвир шудааст. Қоби дар рӯи цилиндри сабуки алюминӣ аз сими борикӣ ойиқдор (изолятсиядор) печонда-



Рас. 8.49

шуда (2) дар майдони магнитӣ (1) ҷой дода шудааст. Қобро бо печакҳояш дар ҳолати мувозинат ду фанар (пружин) (3) нигоҳ медорад. Агар аз ғалтак чараён ҷорӣ шавад, пас он то дами ба гаштовари фанар баробар шудани гаштовар (моменти гардонанда) худ гардиш меҳӯрад. Кунҷи гардиши ғалтак ба бузургии чараёни аз он ҷорӣшаванда мутаносиб аст. Нишондоди галванометрро аз рӯи мақеъи акрабаки ба ғалтак маҳкамшуда муъайян мекунанд.

Барои зиёд кардани дарачаи саҳеҳияти галванометр ғалтакро аз сими мисин месозанд, дар рӯи он ойиначаҳои махсус шинонда шудааст, ки дар фазои магнитӣ овозонанд. Ойиначаҳо ҳангоми гардиш хӯрдан қитъаи муъайяни миқоси асбобро, ки дар дурии муъайян аз ойиначаҳо ҷойгиранд, равшан мекунанд.



1. Галванометр чй гуна сохт дорад ва чй тавр кор мекунад?
2. Амперметр аз вольтметр чй фарқ дорад?

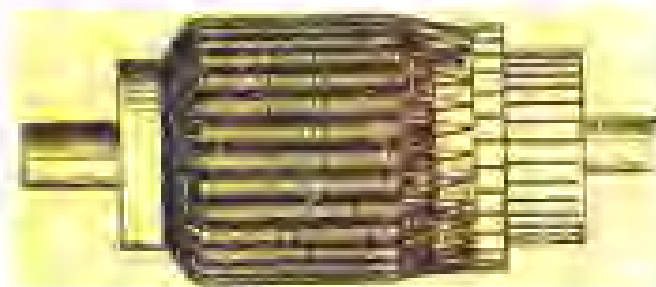
8.12. Мотор (муҳаррик)-и электрикӣ

Хосияти дар майдони магнитӣ гардиш хӯрдани ноқили ҷараёндор инчунин дар моторҳои электрикӣ (ки энергияи электрикиро ба энергияи механикӣ табдил медиҳанд) истифода мешавад. Тарҳи яке аз навъҳои моторҳои электрикӣ дар рас. 8.50 оварда шудааст.

Сохти кори мотори электрикӣ ба сохти кори галванометр шабоҳат дорад; ин ҷо вазифаи қобро ротор (лангар) адо мекунад, ки он бо таъсири майдони магнитӣ ҷарх мезанад. Ротор аз мағзаи пулодини цилиндрий ва печҳои симин иборат мебошад. Ротор бояд ҳамеша ба як самт ҷарх занад. Бино бар ин бар хилофи галванометр дар мотори электрикӣ масъалае ба миён



Рас.8.50



Рас.8.51

меояд, ки баъди ба қадри 180° гардиш хӯрдани қоб самти ҷараён (ба таври автоматӣ, албатта) иваз шавад. Дар акси ҳол самти гаштовар (моменти гардонанда)-и ротор ба самти муқобил раван мешавад.

Дар моторҳои электрикии ҷараёни дойимӣ масъалаи табдили самти ҷараён ба воситаи коллектор ва ҷутка амалӣ мешавад. Аз печҳои сершумори ротор дар рас. 8.50 танҳо яктояш тасвир шудааст. Дар рас. 8.51 тарҳи ротор ало-

хӯрдани ротор самти ҷараёноро тағйир медиҳанд. Ҷараёни дар ҳар печак ҷоришаванда муддати кӯтоҳ гаштовари зиёдтарин ба вуҷуд меорад, яъне дар фосилаи кӯтоҳи вақт печаки ҷараёнро дар гардиш додани ротор ҳиссаи зиёдтарин "мегузорад".

Коллектори содатарин аз ду нимҳалқаи аз ҳам ҷудое иборат мебошад, ки он ба навард (меҳвар)-и ротор шинонда шудааст. Нӯғҳои печҳои ротор ба нимҳалқаҳо пайвастанд. Печҳои ротор ба занҷири электрикӣ бо ёрии ҳамон нимҳалқаҳо ва ҷутқаҳо пайваस्त мешаванд.

Моторҳои электрикӣ бо ҷараёни доимӣ амалкунанда махсусан дар нақлиёт (қатораҳои электрикӣ, трамвайҳо, троллейбусҳо ва м.ин.) истифода мешаванд.



1. Ҷарост, ки дар моторҳои электрикӣ ба ҷои қоб лангар истифода мешавад?
2. Барои чӣ баъди ба 180° гардиш хӯрдани лангар масъалаи самти ҷараёноро тағйир додан ба миён меояд?
3. Коллектор ва ҷутқаҳо чӣ вазифаро адо мекунанд?
4. Аз истифодаи моторҳои электрикӣ, ки бо он шиносӣ дорад, чӣ мисол оварда метавонед?

Масъалаҳои тестӣ

1. Гандумро пеш аз орд кардан аз байни қутбҳои магнит мегузаронанд. Ин амал чӣ зарурат дорад?

- A) Ҷудо кардани гандуми пӯсида.
- B) Хушк кардани гандум.
- V) Ҷудо кардани оҳанрезаҳо.
- C) Ҷудо кардани гандуми хушк.

2. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B ба қувваи ҷараён I ва масофаи нуқтаи интихобӣ то ноқили рост g чунин бастагӣ дорад :

- A) $B = I / 2\pi g$; B) $B = k 2 I/g$; V) $B = 2 I/g$; C) $B = kI/g$;

3. Кадоме аз воҳидҳои зерин воҳиди илқои магнитӣ аст.

- A) $1\text{Тл} = 1\text{Н} / \text{А}\cdot\text{м}$; B) $1\text{Тл} = 1\text{Н}/\text{м}$; V) $1\text{Тл} = 1\text{А}/\text{м}$; C) $1\text{Тл} = 1\text{Н}/\text{м}$;

4. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённокӣ ҷараёнаш 2 A 10 см дур аст.

А) $8 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$ Б) $4 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$ В) $3 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$ С) $6 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$

5. Бузургии илқои майдони магнитии дар маркази ноқили ҷараённокӣ дойиравурашакл ҳосилшуда бо формулаи зер ифода карда мешавад:

А) $B = 2\pi I / r$. Б) $B = 2\pi I / r$. В) $B = 2\pi I / r$. С) $B = 2\pi I_0 / r$.

6. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённокӣ қувваи ҷараёнаш 3 A $7,5\text{ см}$ дур аст.

А) $6 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$; Б) $8 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$; В) $7 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$; С) $4 \cdot 10^{-6}\text{ Тл}$.

7. Агар соленоиди дарозии N печак, дарозии L дошта бошад, илқои майдони магнитии яқинсаи он ин қадар аст:

А) $B=4\pi IN/L$; Б) $B=4IN/L$; В) $B = \pi IN/L$; С) $B=4\pi I N/L$;

8. Соленоиди дарозияш $31,4\text{ см}$ 1000 печи симин дорад ва аз онҳо ҷараёни $0,2\text{ A}$ ҷорист. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро барои маркази соленоид ёбед.

А) $1,6 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$; Б) $0,8 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$; В) $0,4 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$; С) $1,8 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$.

9. Қувваи аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор таъсиркунанда F , бузургии қувваи ҷараён I , илқои магнитӣ B ва дарозии қитъаи ҷараёнгузар L ин таърифи зеринро қоне мекунад:

А) $F = BIL$; Б) $F = B/IL$; В) $F = BI/ L$; С) $F = BL/I$.

10. Ноқиле бо дарозии 24 см , ки дар он ҷараёни $I = 5\text{ A}$ ҷорист дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқои магнитии 9 Тл дорад ва хатҳои қуввагаш амудан ба ноқил равандаанд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед.

А) $3,6\text{ Н}$; Б) $10,8\text{ Н}$; В) $13,6\text{ Н}$; С) $31,6\text{ Н}$;

11. Дар майдони магнитӣ ба қоби ҷараёндор қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонанд — дар натиҷа қоб бо таъсири ҷуфти қувваҳо (гаштоварҳо — моментҳои ҷархиш) гардиш мекунад. Сабаб чист?

А) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозии қоб самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ дар қитъаҳои мувозии қоб (аз рӯи қоидаи дасти чап) ба ҳамдигар муқобиланд.

Б) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ дар қитъаҳои қоб (аз рӯи қоидаи дасти рост) ба ҳамдигар муқобиланд.

В) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда ба қитъаҳои амудӣ (аз рӯи қоидаи дастӣ чап) ба ҳамдигар ҳамсамтанд.

С) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда ба қитъаҳои амудӣ (аз рӯи қоидаи дастӣ рост) ба ҳамдигар ҳамсамтанд.

Чанд масъала

1. Дар баландии муъайян аз магнит се фанар (пружина)-и якхела оварта шудааст (рас.8.52). Агар ба нуғи фанарҳо сақоҳои якхела оварем фанарҳо чӣ тавр кашида мешаванд? Агар қутбҳои магнитро иваз кунем чӣ?

2. Оё ба истифодаи амперметр муъайян карда метавонем, ки дар ноқил ҷараён ҷорист?

3. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённокӣ ҷараёнаш 2 A 15 см дур аст. (Ҷавоб: $\sim 2,7 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$)

4. Бузургии илқои магнитӣ дар нуқтае, ки аз ноқили рости дорой ҷараёни 20 A дар масофаи r ёскеъ аст, $5 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$ мешавад. Масофаи r -ро ёбед. (Ҷавоб: $0,08\text{ м}$)

5. Бузургии илқои майдони магнитӣ дар маркази сими нимдойирашакле, ки дар он ҷараёни 5 A ҷорист, ба $3,4 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$ баробар аст. Радиуси доираро ёбед. (Ҷавоб: $0,05\text{ м}$)

6. Аз сими дойирашакли радиусаш 40 см ҷараёни 30 A ҷорист. Бузургии илқои майдони магнитиро дар маркази дойира ёбед. (Ҷавоб: $4,7 \cdot 10^{-3}\text{ Тл}$)

7. Ноқиле бо дарозии 48 см , ки дар он ҷараёни $I = 5\text{ A}$ ҷорист, дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқои магнитии 6 Тл дорад ва хатҳои қуввагии он нисбат ба ноқил самти амудӣ (перпендикуляр) доранд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед. (Ҷавоб: $14,4\text{ Н}$)

8. Ғаптаки иборат аз 10 қоби росткунҷа ба тарафҳои 5-сантиметрӣ дар майдони магнитии $0,2\text{ Тл}$ ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани ҷараёни 10 A ба тарафҳои қоб чиқадарӣ қувваи бешина (қувваи максималӣ) таъсир меоварад? (Ҷавоб: 1 Н)



Рас.8.52

Корҳои лабораторӣ

1. Омӯзиши қонуни бақои энергия дар мавриди муқаррар шудани мувозинати ҳароратӣ.

Дар мавриди бо якдигар имкони додугирифт доштани як қисми гарм ва як қисми сард гармо бо мурури замон аз қисми гарм ба қисми сард мегузарад. Ин додугирифт то дами баробар шудани ҳарорати ҳар ду қисм давом мекунад.

Ҳадафи кори лабораторӣ: Муъайян кардани миқдори гармое (энергияе), ки онро қисми гарм талаф медиҳад ва қисми сард мегирад.

Лавозимот: Калориметр, зарфи андозагирӣ (мензурка), ҳароратсанҷ, истакон, як чойнак оби гарм.

Тартиби кор

1. Дар истакон ба миқдори муъайян оби сард рехта, ҳарорати онро бисанҷед.

2. Баъд дар калориметр ҳамон миқдор оби гарм рехта, ҳарорати онро низ бисанҷед.

3. Оби истаконро ба калориметр рехта, ҳарорати оби омехтаро бисанҷед.

4. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро оби гарм ба оби сард додааст.

5. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро оби сард аз оби гарм гирифтааст. Миқдори гармоеро, ки оби гарм ба оби сард додааст, бо миқдори гармое, ки оби сард аз оби гарм гирифтааст, муқоиса кунед.

6. Таносуби миқдори оби гарм ва сардро тағйир дода таҷрибаро такрор кунед.

2. Санҷиши гармогунҷоиши хоси ҷисмҳои сахт

Лавозимот: Истакони обдор, калориметр, тарозу бо сангҳояш, ҷисми сахти цилиндршакл, ресмон, як чойнак оби гарм.

Тартиби кор.

1. Ба калориметр оби сарди ҳаҷмаш муъайян (тақрибан 200г) рехта, ҳарорати он (t_1)-ро бисанҷед.
 2. Бо тарозу массаи ҷисми сахт (m)-ро муъайян кунед.
 3. Ҷисми сахтро ба даруни оби гарм андохта, баъди чанд муддат (баъди якхела шудани ҳарорати обу ҷисм), ҳарорати об (t)-ро бисанҷед.
 4. Натиҷаҳои санҷишро дар ҷадв. 1 гирд биёред.
 5. Ҷисмро ба оби калориметр андохта, ҳарорати оби калориметрро бисанҷед ва гармогунҷоиши ҷисмро ёбед.
- Эзоҳ: Миқдори гармое, ки ҷисми сахт ба обу калориметр медиҳад, ин тавр ёфта мешавад:

$$Q_1 = c m (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Об ва калориметр аз ҷисм ин қадар гармо мегиранд:

$$Q_{об} + Q_{кал} = c_{об} m_{об} (t - t_1) + c_{кал} m_{кал} (t - t_1). \quad (2)$$

Миқдори гармои гирифтаи калориметрро аз ин ҷо соқит мекунем. Он гоҳ:

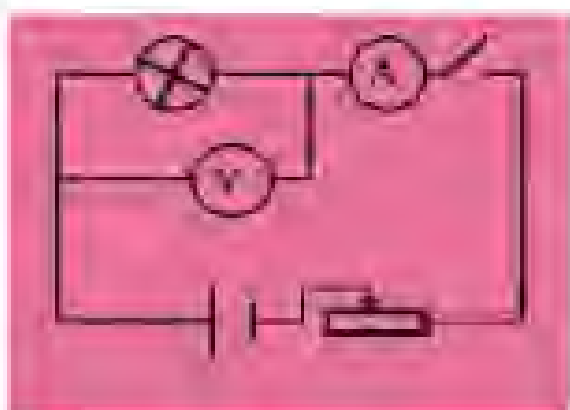
Ҷадв. 1

Массаи оби калориметр $m_{об}$	Ҳарорати обу калориметр t_1	Массаи ҷисм m	Ҳарорати аввалии ҷисм t_2	Ҳарорати умумӣ t

$$c_{\text{об}} m_{\text{об}} (t - t_1) = c m (t_2 - t) \quad (3)$$

мөшавад. Дар формулаи (3) бузургии матлуб c (гармогунҷоиши хоси ҷисм) аст.

3. Омӯзиши қонуни Ом барои ҷиҳзаи занҷир



Рас. Л 1

калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда.

Ҷараёни электрикӣ аз резистор (ноқили филизӣ) ҷоришаванда ба волтаж (фарқи потенциалҳо)-и нӯғҳои резистор мутаносиби рост, ва ба муқовимати резистор мутаносиби чаппа мебошад (қонуни Ом).

Лавозимот: реостат, резистор ё ҷараёнаки электрикӣ,

Тартиби кор

1. Аз рӯи рас.Л1 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.
2. Бо ёрии реостат ҷараёнро тадриҷан зиёд карда, вобастагии қувваи ин ҷараёнро ба волтаж бисанҷед. Натиҷаҳои санҷишро дар ҷадв. 2 гирд биеред.
3. Дар асоси натиҷаҳои дар ҷадвал сабтшуда бо назардошти хатоҳои санҷиш нигораи вобастагии қувваи ҷараёнро ба волтаж соzed ва хулоса бароред.

Ҷадв. 2

Рақами санҷиш	Қувваи ҷараён	Волтаж

4. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва волтаж (номи пешинвази шиддати электрикӣ) дар шохаҳои пайдарпай пайваستшудаи занҷири электрикӣ

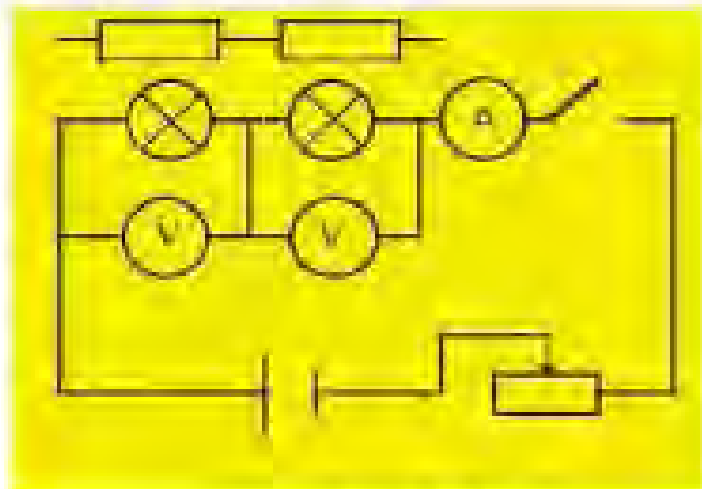
Лавозимот: реостат, ду резистор, ду ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, ду вольтметр, симҳои васлкунанда.

Тартиби кор

1. Аз рӯи рас. П 2 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.
2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғақҳоро санҷида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Маҷмуъи дақиқаи реостатро тағйир дода, санҷишро такрор кунед.

4. Ҷароғақҳоро бо резисторҳо иваз карда, санҷишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.

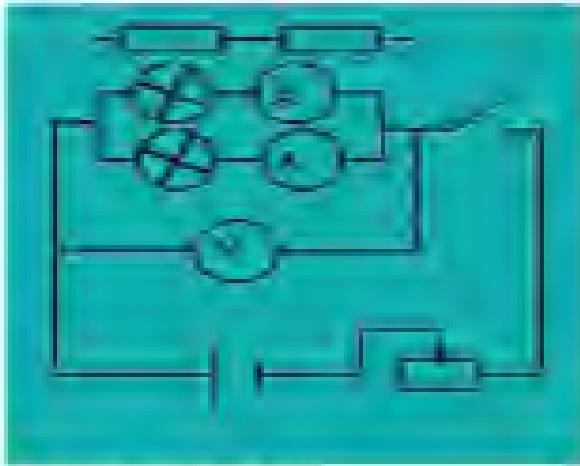


Рас.П 2

5. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва волтаж дар шохаҳои паралелан пайвастшудаи занҷири электрикӣ

Лавозимот: реостат, ду резистор, ду ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, ду амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда.

Тартиби кор



Рас.Л 3

1. Аз рӯи рас. Л 3 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.

2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғакҳоро санҷида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Манбаъи даваки реостатро тағйир дода, санҷишро такрор кунед.

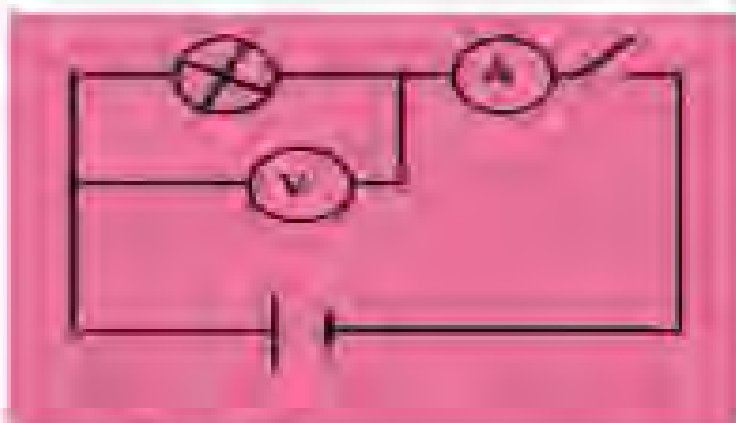
4. Ҷароғакҳоро бо резисторҳо иваз карда, санҷишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.

6. Санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ

Ҳадафи кори лабораторӣ: санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ ба воситаи амперметр, вольтметр ва сониясанҷ.

Лавозимот: ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои вазлқунанда, сониясанҷ.

Тартиби кор



Рас.Л 4

1. Аз рӯи рас. Л4 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.

2. Нишондоди амперметр, вольтметр ва сониясанҷ (муддати вақти аз лаҳзаи пайваст то ҷудо кардани калид гузаштаре)-ро сабт кунед.

3. Тавони ҷараёни электрикиро ёбед.

4.Тавони ёфтаи худро бо тавони дар рӯи чароғак сабтшуда муқоиса кунед ва хулоса бароред.

7. Омӯзиши ҳамтаъсиботи магнитҳои доимӣ

Ҳадафи кори лабораторӣ – муъайян кардани қутбҳои магнити доимӣ ва вобастагии қувваи ҳамтаъсиботи магнитҳо ба масофа.

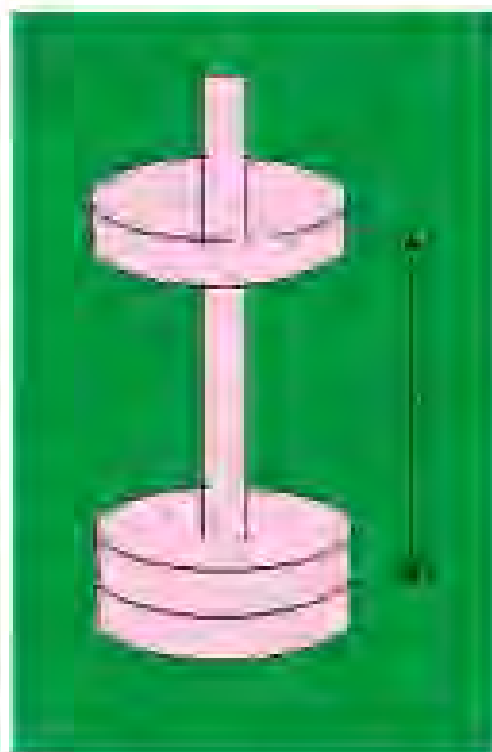
Лавозимот: магнити тасмашакли қутбҳои маълум (нишонашуда), магнити тасмашакли қутбҳои номаълум, ресмон, маҷмуъи магнитҳои сафолӣ, тарозу бо санҷиш, ҷадвали миллиметрӣ тақсимот, чанд ҳалқа (шайба)-и байрмагнитӣ (алуминӣ, мисин), мила, поя

Тартиби иҷрои кор.

1. Яке аз магнитҳои тасмашаклро бо ресмон ба поя оғозон карда ба он магнити дуюмро наздик карда қутбҳои бенишонро ёбед.

2. Маҷмуъи магнитҳои сафолӣро дар мила тавре ҷойгир кунед, ки яке аз онҳо дар натиҷаи тела хӯрдан дар ягон баландӣ мувозинат ёбад (рас.П5.). Масофаи байни магнитҳоро санҷида, натиҷаҳоро дар ҷадвал сабт кунед.

3. Ба болои магнити сафолӣ аввал як баъд ду ва сипас се ҳалқа бор карда, масофаи байни ҳалқаҳоро бисанҷед ва дар ҷадвал сабт кунед.



Рас. П 5

4. Бо назардошти он ки ҳолати мувозинат дар мавриди бо ҳам баробар шудани қувваи талахӯрди магнитҳо бо қувваи вазнинӣ рӯй медеҳад ($F = P = mg$), магнити сафолин ва ҳалқаҳоро баркашида, қувваи талахӯрдро ёбед ва нигора (график)-и вобастагии онро ба масофа созед.

	Масса m, кг	Масофа r, мм	Қувваи таладиҳӣ
Як магнит			
Магнит бо як ҳалқа			
Магнит бо ду ҳалқа			
Магнит бо се ҳалқа			

Мундариҷа

Боби 1. Импулс. Қонуни бақои импулс -----	3
1.1. Импулс (такон) -----	3
1.2. Қонуни бақои импулс -----	6
1.3. Истифодаи қонуни бақои импулс -----	9
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	13
Боби 2. Энергия (энержӣ) -----	14
2.1. Энергия -----	14
2.2. Энергияи потенциалӣ -----	17
2.3. Энергияи кинетикӣ -----	21
2.4. Табдили як навъи энергияи механикӣ ба навъи дигар -----	24
2.5. Энергияи оби равон -----	29
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	30
Боби 3. Падидаҳои ҳароратӣ -----	34
3.1. Энергияи дохилӣ -----	34
3.2. Табдили энергияи механикӣ ба энергия дохилӣ -----	36
3.3. Гарм шудани ҷисм ҳангоми иҷро шудани кор -----	38
3.4. Нақли гармо. Гармоноклият -----	40
3.5. Ҳамрафти гармову ҳаво (конвексияи гармо ва ҳаво) -----	43
3.6. Мисолҳои конвексия -----	46
3.7. Тобиш (нурафканӣ) -----	47
3.8. Миқдори гармо. Гармогунҷоиши хос -----	50
3.9. Воҳидҳои миқдори гармо ва гармигунҷоиши хос -----	53
3.10. Мизон (баланс)-и миқдори гармо -----	55
3.11. Калориметр -----	58
3.12. Энергияи сӯзишворӣ. Гармои сӯзиши сӯзишворӣ --	61
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	64
Боби 4. Васеъшудӣ ҳароратӣ -----	67
4.1. Васеъшудӣ ҳаттии ҷисмҳои сахт -----	67
4.2. Лавҳаҳои дуфилизӣ (биметалӣ) -----	71
4.3. Васеъшудӣ ҳароратии ҳаҷми ҷисми сахт -----	73

4.4. Васеъшуди ҳаҷмии моеъҳо	75
4.5. Вобастагии ҳаҷми газ ба ҳарорат	77
4.6. Вобастагии фишори газ ба таъғйироти ҳарорат	80
4.7. Вобастагии фишори газ ба ҳаҷми газ	82
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	84

Боби 5. Ҳолатҳои воғардиш (ҳолатҳои агрегатӣ)-и моддаҳо

5.1. Ҳолатҳои воғардиши моддаҳо	87
5.2. Гудозиш	88
5.3. Сахтшуди моддаҳои булӯринсохтор (моддаҳои кристалӣ)	91
5.4. Гармои ҳоси гудозиш	92
5.5. Хориҷ гардидани гармо ҳангоми сахт шудани моддаҳо	95
5.6. Ҳулаҳо. Сахтшуди маҳлулҳо.Рехтагарӣ (Барои мутолиаи озод)	97
5.7. Бухоршуд	98
5.8. Гармои ҳоси тавлиди бухор	100
5.9. Гармои ҳоси чиголиш (конденсатсия)	104
5.10. Паст шудани ҳарорат дар ҷараёни бухоршуд. Яхдон	106
5.11. Чӯшиш	107
5.12. Кори газ ва бухор ҳангоми васеъ шудан	110
5.13. Мухаррикҳо (моторҳо)-и бухорӣ	111
5.14. Мухаррикҳои дарунсӯз	113
113.15. Самари мухаррикҳои ҳароратӣ	115
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	117

Боби 6. Барқ (электр).Барқа

6.1. Барқаманд шудани ҷисмҳо	120
6.2. Ду навъи барқа (заряди электрикӣ)	121
6.3. Барқаманд (электрон) шудани ҷисмҳо ҳангоми расиш	122
6.4. Электроскоп	125
6.5. Илқо (индуксия)-и электростатикӣ	127
6.6. Ноқилҳо ва диэлектрикҳо	129
6.7. Қонуни Кулон	130
6.8. Воҳиди барқа	132
6.9. Майдони электрикӣ	134
6.10. Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ	137

6.11. Атом. Сохти атом. Зарраҳои барқаманд дар атом	138
8.12. Шарҳи падидаи барқаманд шудани ҷисмҳо	141
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	144

Боби 7. Ҷараёни электрикӣ ----- 146

7.1. Энергияи потенциалии электрикӣ	146
7.2. Потенциали электрикӣ	150
7.3. Фарқи потенциалҳо--волтаж	153
7.4. Ҳамбастагии волтаж ва шиддати майдони электрикӣ	156
7.5. Шарти ҳосил шудани ҷараёни электрикии доимӣ	158
7.6. Манбаъҳои кимиёии ҷараёни электрикӣ. Батареи Волта	161
7.7. Батареи Даниел	164
7.8. Батареи хушк	168
7.9. Анбора (аккумулятор)	169
7.10. Занҷири электрикӣ ва ҷузъҳои он	172
7.11. Ҷараёни электрикӣ дар филизот (металлҳо)	174
7.12. Ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо	175
7.13. Қувваи ҷараён	177
7.14. Қонуни Ом барои қитъаи занҷир. Муқовимати ноқил	181
7.15. Муқовимати хос	184
7.16. Вобастагии муқовимати ноқилҳо ба ҳарорат	188
7.17. Резистор. Реостат	191
7.18. Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо	193
7.19. Пайвасти мувозӣ (пайвасти паралел)-и резисторҳо	197
7.20. Амперметр (амперсанҷ)	202
7.21. Вольтметр (вольтсанҷ, волтажсанҷ)	205
7.22. Кори ҷараёни электрикӣ	208
7.23. Қонуни Ҷоул--Ленс	211
7.24. Тавони ҷараёни электрикӣ	214
7.25. Асбобҳои электрикии тафсониш	218
7.26. Расиши кӯтоҳ, Муҳофизак, Ҳисобгирак	221
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	223

Боби 8. Магнетизм ----- 228

8.1. Хосиятҳои магнитии моддаҳо. Магнити доимӣ	228
8.2. Майдони магнитӣ	230
8.3. Майдони магнитии Замин	233

8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор	234
8.5. Майдони магнитии ноқили ҷараённоки дойиравурашакл	238
8.6. Соленоид	242
8.7. Электромагнит ва истифодаи он	244
8.8. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор	248
8.9. Ҳамтаъсири майдони магнитии ду ноқили ҷараёндоори мувозӣ (паралелӣ)	250
8.10. Қоби ҷараёндоори дар майдони магнитӣ	253
8.11. Асбобҳои электросанҷӣ	255
8.12. Мотор (муҳаррик)-и электрикӣ	256
Масъалаҳои тестӣ ва ҷанд масъала	257
Корҳои лабораторӣ	260

БУЗУРГИҲОИ ФИЗИКӢ

Бузургӣ	Ишорат	Воҳид
Импулс	p	кг.м/с
Қор	A	Ҷ
Энергия	E	Ҷ
Ҳарорат	T	К
Миқдори гармо	Q	Ҷ
Гармогунҷоиши хос	c	Ҷ/г.К
Барқои электрикӣ	q	Кл
Шиддати майдони электрикӣ	E	В/м
Потенциал	φ	В
Муқовимати электрикӣ	R	Ом
Муқовимати хос	ρ	Ом.м
Илқои магнитӣ	B	Тл
Сели магнитӣ	Φ	Вб
Индуктивият	L	Гн

ФИЗИКА

СИНФИ 8

Барои мактабҳои таҳсилоти ҳамагонӣ

Муҳаррир **Ҳомидҷони Сайёдӣ**
Тарроҳ, рассом, саҳифабанд ва
муҳаррири ороиш **Ф.Нормурод**
Мусахҳаҳ **Бозорова М.**

Ба чопааш имзо шуд. Андозааш 60X84 1/16. Чопи
офсет. Ҳаҷмаш 17. Ҷузъи наشريю ҳисобӣ 15,7.

Супориши №.

Адади нашр 50 000 нусха.

Муассисаи нашриявӣ «Маориф ва фарҳанг»-и Вазорати
фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон. 734018, ш. Душанбе,
кӯчаи Н. Қаробоев, 17. Тел: 33-95-63, тел/факс: 33-93-97.
E-mail najmidin@netrf.org

УДК
БКК 22.3я72
Н - 81

Файзи НОРМУРОД, Сайидчаъфари ҚОДИРИ

Китоби дарсӣ барои синфи 8.

-Душанбе, «Маориф ва фарҳанг» 2006, 273 саҳ.

Мазмун ва мӯҳтавои китоб бар дӯши муаллифҳо аст.

ISBN 99947-31-49-1



©«Маориф ва фарҳанг», 2006
© Ф.Нормурод, С.Қодирӣ, 2006