

**Файзи Нормурод
Сайидчаъфари Қодирӣ**

Физика

Китоби дарсӣ барои хонандагони синфи 8-уми
мактабҳои таҳсилоти умумӣ

Вазорати маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон
тавсия кардааст

Душанбе
«Маориф ва фарҳанг»
2010

БОБИ 1. ИМПУЛС. ҚОНУНИ БАҚОИ ИМПУЛС.

Хонандагони арҷманд! Шумо як соли омӯзиши физикаи мактабиро паси сар кардед, бо як забони нав — бо забони баёнҳои физикӣ, бо мафҳумҳову истилоҳоти физикӣ ва роҳҳои содатарини ба даст овардани донишҳои физикӣ ошно шудед. Дониши физикии шумо, хусусан дониши онҳое, ки дарсҳои риёзиро ба хубӣ аз бар кардаанд ва шавқи табиатфаҳмии худро аз дарс то дарс боло бурдаанд, то дараҷае афзуд. Акнун шумо метавонед, ки на танҳо аз хондани китобҳои физикӣ, балки инчунин аз шунидани гуфтори физикӣ каму беш баҳра бардоред.

Аз сӯи дигар, шумо камобеш дар бораи таҷриба кардан, натиҷа гирифтани ва дар заминаи он натиҷаҳо мулоҳиза ронда, хулоса баровардан малака ҳосил кардаед. Бино бар ин метавон умед дошт, ки акнун шумо аз рӯи китобҳои дарсиву ғайридарсӣ дар бораи ин ё он мавзӯ бо ёрии омӯзгор ё мустақилона, чунон ки мегӯянд, «маъруза тайёр карда», онро ба ҳамсинфҳои худ «дарс гӯед», яъне имкон доред, ки чанд соҳат омӯзгори кунед. Барои ба хубӣ анҷом додани ин кор шумо бояд қиддият нишон диҳед, зеро омӯзгори кардан начандон осон аст, ки менамояд.

Мо ҳоло бо шумо як мавзӯи барои сартосари физика муҳимро мавриди баррасӣ қарор медиҳем.

1.1. Импулс (такон)

Ҳар гуна ҷисм агар аз таъсири ҷисмҳои дигар озод бошад, яъне бо ҷисмҳои дигар додугирифт (ё, чӣ ҳоле ки дар физика мегӯянд, ҳамтаъсирот) нашошта бошад, ҳолати ҳаракат ё оромиши худро бо мурури замон нигоҳ медорад. Ба ёд оред мисоли санги бузургро, ки шумо онро солҳо боз (аз синфи якум то кунун) дар ҳавлии мактаби худ менисед. Он санг солҳои баъдина низ дар ҷои худ собит мемонад, то даме мемонад, масалан, ки онро ягон булдозер аз ҷо начунбонад ё обиравоне хоки зери онро шуста набарад.

Аз ин навъ мисолҳо шумо бисёр оварда метавонед. Мо ин маъниро дар мавзӯи "Шасти ҳаракат (ҷабр, инертиа)"-и "Физика, 7" баён карда будем.

Барои ҷисме, ки масса (ҷирм)-и m дорад ва бо суръати v ҳаракат мекунад, қонуни шасти ҳаракатро чунин ифода кардан

мумкин аст:

$$mv = \text{const.} \quad (1)$$

Ин ифодаро ба он маънӣ фаҳмидан мебоянд, ки агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар асар надошта бошанд, он ҷисм суръати ҳаракати худро тағйир намедихад ва ҳосили зарби массаю суръат mv собит мемонад. Ишорати «const» дар формулаи (1) ҳамин хосияти собит (дойимӣ) монданро ифода мекунад.

Ҳосили зарби массаи ҷисм ва суръати ҳаракати он, яъне бузургии mv -ро импульс (такон) ё худ миқдори ҳаракати ҷисм меноманд.

Номи «миқдори ҳаракат» (шакли англисиаш «momentum»)-ро *И.Нйутон* пешниҳод кардааст.

Импульси ҷисмро маъмулан бо ҳарфи p ишорат мекунанд. Пас, гуфтаи болоро ин тавр ифода кардан мебоянд:

$$p = mv. \quad (2)$$

Рангин омадани ҳарфҳои p ва v онро ифода мекунанд, ки импульс ва суръат бузургии векторӣ (бузургии бурддорӣ)анд. Аз формулаи (2) рӯшан аст, ки импульси ҷисм бо суръати он ҳамсамт мебошад. Импульс маъноӣ такон, зарб, зарба дорад.

Аз ҳамон формулаи (2) инчунин рӯшан аст, ки ба сифати воҳиди импульс бояд *килограмм-метр бар сония (кг.м/с)* истифода шавад. 1 кг.м/с импульси ҷисмест, ки массаи 1 кг дорад ва бо суръати 1 м/с раван аст.

Масъалаи 1. Мошини сабукрави дорои масса (ҷирм)-и $m = 1300$ кг дар роҳи рост бо суръати $v = 72$ км/ст муназзамона раван аст. Ин мошин чӣ қадар импульс дорад?

Ҳал. Импульси мошинро аз *рӯи формулаи (2)* мёбем:

$$p = mv,$$

$$p = 1300 \text{ кг } 72 \text{ км/ст} = 26000 \text{ кг м/с. (Пояни ҳал)}$$

Аз ду ҷисми баробармасса импульси ҳамонаш зиёдтар аст, ки бо суръати баландтар ҳаракат мекунад. Аз тарафи дигар, худӣ шумо ҳам барои ду ҷисм, масалан барои ду мошин санчида метавонед, ки ҷисми пурмассатар (пурҷирмтар) импульси зиёдтар дорад.

Масъалаи 2. Махзани мошини обпош 2 м³ об дорад. Масса (ҷирм)-и худӣ мошинро 4 т гирифта, ёбед, ки мошин дар кадоми ин мавридҳо импульси зиёдтар дорад:

- 1) дар мавриди бо суръати 4 м/с равон будан;
- 2) дар сурати беоб (баъди пошидани об) бо ҳамон суръат ҳаракат кардан?

Додаҳо:
 $m = 4000 \text{ кг},$
 $V = 2 \text{ м}^3,$
 $v = 14,4 \text{ км/с} = 4 \text{ м/с},$
 $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $p = ? \quad P = ?$

Ҳал: Аввал импульси мошини пурборро муайян мекунем. Массайи обро аз ρ ва ҳаҷм V чунин меёбем:

$$m_{\text{об}} = \rho V.$$

Пас, массаи мошини пурбор

$$M = m + m_{\text{об}} = m + \rho V,$$

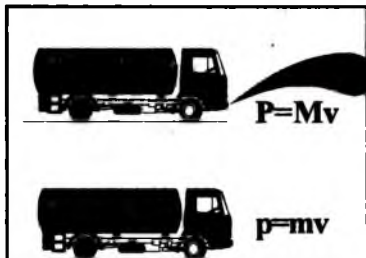
аст, яъне

$$M = 4000 \text{ кг} + 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \text{ м}^3 = 6000 \text{ кг}$$

мебошад. Бино бар ин импульси матлуб ин қадар мебарояд:

$$P = Mv = 6000 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м/с} = 24000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Мисли ҳамин, импульси мошини беобро ин тавр меёбем:



Рас.1.1

$$p = mv = 4000 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м/с} = 16000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}. \text{ (Поёни ҳал)}$$

Муқриси ҳалли ҳар ду масъала ва таҳлили натиҷаи он-хоро ба ҳуди шумо воғузур мекунем, хонандагони азиз.



1. Импулс (такон, зарб, зарба)-и ҷисм чист?
 2. Импулси ҷисм бо масса (ҷирм) ва суръати ҷисм чӣ алоқамандӣ дорад?
 3. Импулс бузургии векторӣ (бурдорӣ) аст ё скалярӣ (яъне бесамт)?
 4. Импулс нисбат ба вектори суръат чӣ гуна самт дорад?
5. 1 кг.м/с, ки воҳиди импулс аст, чӣ маънӣ дорад?

Машқ

1. Импулси ҷисмеро ёбед, ки массаи 1 г дорад ва бо суръати 200 м/с дарҳаракат аст. (Ҷавоб: 0,2 кг.м/с).
2. Дар кадом мавридҳо импулси ҷисм сифрӣ буда (ё шуда) метавонад?
3. Суръати сақои массааш 200 г бояд чӣ қадар бошад, ки импулси он баробари импулси тири 8 г-и суръаташ 600 м/с шавад? (Ҷавоб: 24 м/с).

1.2. Қонуни бақои импульс

Ҳамин тариқ, агар ҷисм бо ҷисмҳои атрофи худ ҳамтаъсироти намоён на дошта бошад ё, чунон ки маъмулан мегӯянд, агар ба ҷисм аз берун таъсир нарасад, он ҷисм импульси худро собит (дойиман яксон) нигоҳ медорад. Дар бораи ин гуна бузургӣ (дар мисоли мо — импульси ҷисм) мегӯянд, ки «ин бузургӣ бузургии бобақо аст», яъне бо мурури замон тағйир намеёбад, нест намешавад. Ба иборати дигар, *импульси пурраи системаи сарбаст дар ҳама мавридҳо дойимӣ (собит) мемонад*. Ин нукта қонуни бақои импульс ном гирифт.

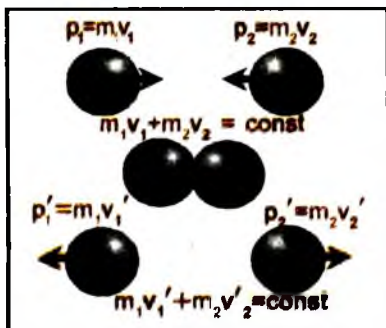
Мафҳуми «системаи сарбаст» маҷмуъи ҷисмҳоеро ифода мекунад, ки бо ягон ҷисми берунӣ система ё ягон қувваи берунӣ ҳамтаъсирот надорад. Ҷисмҳо ва зарраҳои системаи сарбаст танҳо бо якдигар додугирифт мекунанд.

Биёед, ба сифати мисоли мушаххас системаи сарбастеро муойина кунем, ки аз ду ҷисми бархӯранда иборат аст: бархӯрди сақоҳоро муойина мекунем, ки ба қадди як хати рост муқобили ҳамдигар дарҳаракатанд.

Бигзор, то бархӯрд сақои 1 импульси $m_1 v_1$ ва сақои 2 импульси $m_2 v_2$ -ро соҳиб бошанд. Пас, дар асоси қонуни бақои импульс ҳангоми ба система аз берун таъсир нарасидан импульси пурраи системаи сақоҳо дойиман якхела мемонад:

$$P = m_1 v_1 + m_2 v_2 = \text{const.}$$

Пас аз бархӯрд импульси ҳар як сақо дар алоҳидагӣ метавонад тағйир ёбад, вале импульси пурраи система (ҷамъи импульсҳои сақоҳо) собит мемонад. Сақоҳои ба қадди як хати рост ҳаракаткунанда баъди бархӯрд самти ҳаракати худро ба 180° (ба самти муқобил) иваз мекунанд ва агар баъди бархӯрд импульси сақои 1 ба $m_1 v_1'$, импульси сақои 2 ба $m_2 v_2'$ баробар шавад, он гоҳ дар асоси қонуни бақои импульси пурраи система



Расми 1.2.

$$P = m_1 v_1' + m_2 v_2' = \text{const}$$

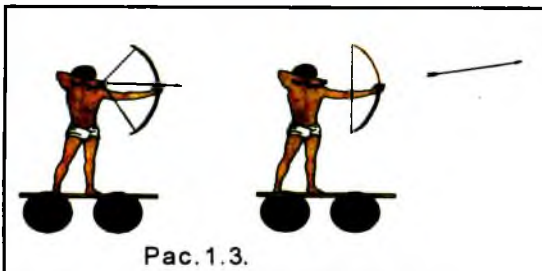
мешавад (рас.1.2). Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'. \quad (3)$$

Формулаи (3) қонуни бақои импульсро барои ду ҷисм ифода мекунад.

Як масъала. Писарбачае, ки дар пойҳояш чархак бастааст, аз камон тир холӣ мекунад (рас.1.3). Бигзор,

массаи тир 0,05 кг бошад ва он бо суръати 108 км/ст парвоз кунад. Импулси ақибзании писарбачаро ёбед.



Рас. 1.3.

Ҳал: Импулси пурра, яъне импулси тирандоз ва тир то лаҳзаи паррондани тир сифрӣ аст: $P = 0$.

Баъди паррондани тир низ импулси пурра мувофиқи қонуни бақои импулс бояд баробари сифр шавад, яъне

$$P' + p = 0; \quad P' + mv = 0$$

Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$P' = -m v = -1,5 \text{ м/с.}$$

Аломати "минус" нишон медиҳад, ки импулси тирандоз зидди импулси тири камон равона аст.

Масъалаи дигар. Мошини сабукраве, ки массаи 1200 кг дошт ва бо суръати 10 м/с дарҳаракат буд, ба мошини боркаши қароре, ки массаи 2800 кг дорад, бархӯрд. Баъди бархӯрд мошинҳо якҷоя ба самти рафти мошини сабукрав ҳаракат карданд. Суръати онҳоро ёбед (рас. 1.4).

Ҳал: Импулси пурраи мошинҳо бо назардошти сифрӣ будани суръати мошини боркаш ($v_1=0$)

$$P = m v$$

аст. Мошинҳо баъди бархӯрд якҷоя бо суръати V ҳаракат кардаанд. Пас, импулси пурра ин қадар хоҳад буд:

$$P = (M+m) V.$$

Бино бар ин мувофиқи қонуни бақои импулс

Додаҳо:

$$m = 0,05 \text{ кг,}$$

$$v = 108 \text{ км/ст} =$$

$$= 30 \text{ м/с}$$

$$P' = ?$$

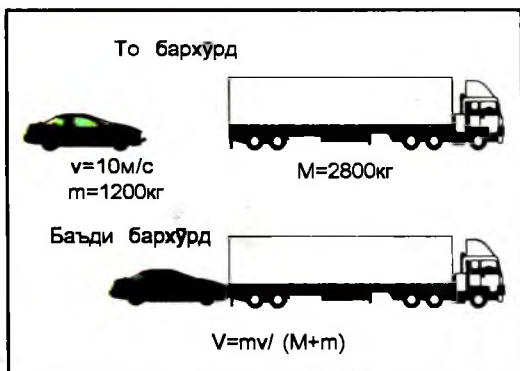
Додаҳо:

$$m = 1200 \text{ кг,}$$

$$v = 10 \text{ м/с,}$$

$$M = 2800 \text{ кг}$$

$$V = ?$$



Рас. 1.4

ҳосил мекунем:

$$(M + m)V = mv,$$

ки аз ин ҷо натиҷаи зайл ҳосил мешавад:

$$V = mv / (M + m) = 3 \text{ м/с.}$$

Масъалаи сеюм.

Писарбачаи массааш 45 кг ба болои аробачаи массааш 15 кг бо суръати 14,4 км/с

барқаст (рас.1.5). Суръати якҷояи писарбачаву аробачаро ёбед.

<p><i>Додаҳо:</i></p> <p>$M = 45 \text{ кг,}$</p> <p>$m = 15 \text{ кг,}$</p> <p>$v = 14,4 \text{ км/с} =$</p> <p>$= 4 \text{ м/с}$</p> <p>$V = ?$</p>

Ҳал: Дар ибтидо то лаҳзаи ба рӯи аробача ҷастани писарбача импульси пурра

$$P = Mv$$

аст. Баъди ба аробача савор шудани бача импульси пурра (писарбачаву аробача)

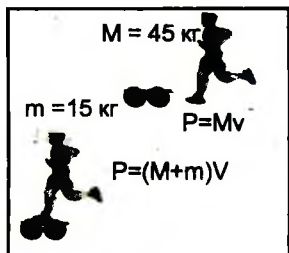
$$P = (M + m)V$$

мешавад. Дар асоси қонуни бақои импульс ҳосил мекунем:

$$(M + m)V = Mv.$$

Он гоҳ суръати писарбачаву аробача ин қадар мебарояд:

$$V = Mv / (M + m) = 3 \text{ м/с.}$$



Рас. 1.5

Масъалаи чорум: Биёед, ба таҷрибае, ки дар мавзӯи "Ҳамтаъсири ҷисмҳо" дар "Физика-7" муойина кардем, бори дигар рӯ биёрем. Дар канори пеши аробачаи дар рас.1.6 тасвиршуда лавҳачаи филизии чандире часпонда шудааст. Онро ҳам карда бо риштае мебандем ва ба он ки ба аробача даст расонем, риштаро месӯзонем. Ришта ки сӯхт, лавҳача рост мешавад. Вале аробача намечунбад. Чаро ин тавр мешавад?

Ҳал: Бо истифодаи қонуни бақои импульс сабаби ба ҳаракат надаромадани аробачаро шарҳ медиҳем. То сӯзондани ришта аробача нисбат ба нишоаи бари миз, ки онро ба сифати нуқтаи сари ҳисоб қабул мекунем, қарор аст ва бино бар ин импульси он низ баробари сифр аст. Ҳангоми сӯзондани ришта лавҳача ба ҳаракат мебарояд, вале аробачаро ба ҳаракат намеорад, чунки аробача ҳамроҳи лавҳача системаи сарбаст ташкил медиҳад ва азбаски дар ибтидо импульси пурраи онҳо баробари сифр буд, пас, дар асоси қонуни бақои импульс он импульс бояд собит (бетағйир) монад. Сабаби қарор мондани аробача низ ҳамин аст.



Рас. 1.6



1. Чӣ гуна системаро системаи сарбаст меноманд?
2. Қонуни бақои импульси пурра чиро ифода мекунанд?
3. Шумо чӣ гуна мисолҳои оварда метавонед, ки дурустии қонуни бақои импульсро тасдиқ кунанд ?

Машқ

1. Ҷисми массааш $0,8$ кг ва суръаташ $v = 4$ м/с ба ҷисми қарори массааш $0,8$ кг бархӯрда, яқоя ҳаракат карданд. Суръати ҳаракати ҷисмҳои баъди бархӯрд ҷебед. (Ҷавоб: 2 м/с).

2. Шикорчӣ аз даруни заврақи дарҳаракат ба самти рафти заврақ ду тир холӣ кард ва ҳамроҳи заврақ аз ҳаракат бозмонд. Массаяи шикорчӣ ва заврақро 200 кг, массаяи тирро 20 г ва суръати тирро 500 м/с гирифта, ҷебед ки суръати заврақ (ва шикорчӣ) то лаҳзаи тир холӣ кардан чӣ қадар буд? (Ҷавоб: $0,05$ м/с).

1.3. Истифодаи қонуни бақои импульс

Қонуни бақои импульс дар саросари физика мақоми муҳим дорад. Масъалаҳои физикии гуногун, аз ҷумла масъалаҳои



Рас.1.7

алоқаманд бо бархӯрди ҷисмҳо ва таркишҳоро дар заминаи ҳамин қонун бе муойинаи рӯйдодҳои дохилӣ ҳал кардан имконпазир аст.

Як мисол. Гоҳи аз мили туфанг берун частани тир худи туфанг низ сӯи ақиб

пошна меҳӯрад. Биёед, бо ҳарфи M массаи туфанг ва бо ҳарфи m массаи тирро ишорат кунем. То лаҳзаи тирандозӣ ҳам туфанг ва ҳам тир дар ҳолати оромӣ мебошанд, яъне импульси пурраи онҳо баробари сифр аст.

Баъди андохтани тир низ импульси пурраи система, яъне ҷамъи импульси тир ва импульси туфанг дар асоси қонуни бақои импульс бояд баробари сифр бошад. Агар тир аз мили туфанг бо суръати v барояд, он гоҳ туфанг бо суръати V пошна меҳӯрад (рас. 1.7). Бино бар ин, дар асоси қонуни бақои импульс ин тавр навиштан мумкин аст:

$$MV + m v = 0.$$

Пас, дар ин маврид туфанг бо суръати зайл пошна меҳӯрад:

$$V = -\frac{mv}{M}$$

Як масъала. Суръати пошна задани туфангҳо ёбед, ки массаи 5 кг дорад ва тири 50-гиромиро бо суръати 150 м/с берун меандозад. Агар тирандозе, ки массаи 70 кг дорад, туфангро ба китфи худ пахш карда, тир андозад, ӯ яқо бо туфанги худ бо чӣ гуна суръат ақиб меравад? Сойишро ба эъ-тибор нагиред.

Додаҳо:

$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$
 $m_T = 5 \text{ кг}$
 $M = 70 \text{ кг}$
 $v = 150 \text{ м/с}$
 $v_T = ?$
 $V = ?$

Ҳал: 1) Гоҳи берун ҷаҳидани тир аз дӯли туфанг дар асоси қонуни бақои импульс суръати туфанг V бо суръати тир v чунин таносуб дорад (рас.1.8,а):

$$v_T = - \frac{m v}{m_T}$$

Бино бар ин

$$v_T = -1,5 \text{ м/с мешавад.}$$

2) Дар сурати туфангро ба китфи худ пахшида, тир холӣ кардани тирандоз дар асоси қонуни бақои импульс бояд ин тавр нависем (рас.1.8,б):

$$(m_T + M)V + m v = 0.$$

Дар ин ҷо V -суръати пошназании туфангу тирандоз аст. Бино бар ин, ҳосил мекунем:

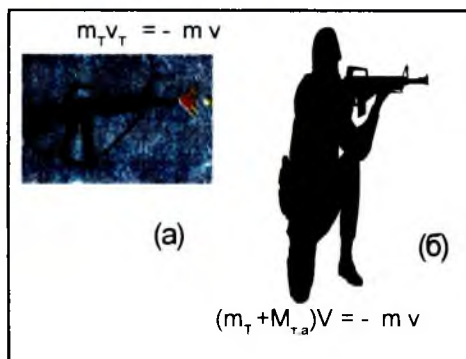
$$V = - \frac{m v}{m_T + M} = -0,1 \text{ м/с.}$$

Ин ҷо аломати “минус” онро ифода мекунад, ки тирандоз якҷоя бо туфанг ба самти муқобили ҷасти тир пошна меҳӯрад. Ва ҳар қадаре ки массаи тир зиёд бошад массаи тирандоз кам, суръати пошназанӣ ҳамон қадар зиёд меояд. (Поёни ҳал).

Хонандагони арҷманд, шумо дар бораи мушакҳо (ракетаҳо) ҳар чиз шунидаед, мушакпарониҳои идонаро тамошо кардаед ва шояд бидонед, ки ҷасти мушак бар қадом падидаи физикӣ асос ёфтааст.

Кори мушак бар падидаи аз шайпураи мушак бо суръати баланд хориҷ гардидани шарраи газҳои баландҳарорат (рас. 1.9.) асос ёфтааст.

То оғози парвози мушак импульси пурраи он (бо сӯзишвориаш) ба сифр баробар аст. Гоҳи ба қор даровардани муҳаррики мушак сӯзишворӣ месӯзад ва газҳои баландҳарорат аз шайпура бо суръати зиёд хориҷ гашта, мушакро ба самти муқобили шарраи газҳои сӯхт ҳаракат медиҳад.



Рас. 1.8



Рас. 1.9

Додаҳо :

$$M_M = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг},$$

$$V_M = 8 \text{ км/с} = 8000 \text{ м/с}$$

$$\frac{V_C}{M_C} = 200 \text{ м/с}$$

$$M_C = ?$$

Суръати ҳаракати танаи мушак ба суръат ва массаи газҳои хо-риҷшаванда бастагӣ дорад.

Масъала. Фарз мекунем, ки тамоми гази аз сӯзиши сӯзишворӣ ҳосилшуда аз мушак на тад-риҷан, балки якбора бо суръати 200 м/с берун партофта шавад. Массаи сӯзишворӣ бояд чӣ қадар бошад, ки мушаки дорои массаи 2 тонро суръати 8 км/с бахшад?

Ҳал: Дар ибтидо импульси пурраи танаи мушак бо сӯзиш-ворӣ ба сифр баробар аст. Аз ин рӯ қонуни бақои импульс бояд ба шакли зайл навишта шавад:

$$M_M V_M = M_C V_C.$$

Пас, барои ба суръати дил-хоҳ соҳиб шудан мушак бояд ин қадар сӯзишворӣ сӯзонад:

$$M_C = \frac{M_M V_M}{V_C} = 80 \text{ т}.$$



1. Ҷарост, ки гоҳи аз дӯли туфанг берун частани тир туфанг сӯи ақиб пошна мехӯрад?
2. Суръати ақиб задани туфанг гоҳи аз дӯли он барчастани тир бо суръати тир чӣ тавр алоқаманд аст?
3. Суръати мушак ба чиҳо бастагӣ дорад?

Машқ

1. Ҳангоми аз дӯли тӯпи массааш 1000 кг берун частани тири массааш 2,5 кг ва суръаташ 600 м/с он бо чӣ гуна суръат пошна мехӯрад? (Ҷавоб: 1,5 м/с).
2. Массаи модели мушак (ракета) 250 г буда, массаи сӯзишвории он 50 г аст. Агар газҳои сӯхта аз шайпураи мушак бо суръати 100 м/с берун партофт шаванд, суръати мушак чӣ қадар мешавад? Чунин пиндоред, ки газ якбора берун партофта шудааст. (Ҷавоб: 25 м/с).

Масъалаҳои тестӣ

1. Ҷисми дорои массаи 100 г ва суръати 10 м/с чӣ қадар импульс дорад?

1) 1 кг.м/с; 2) 1,5 кг.м/с; 3) 10 кг.м/с; 4) 15 кг.м/с

2. Ҷисми 200-гиромӣ импульси 3 кг.м/с дорад. Суръати он чӣ қадар аст?

1) 10 м/с; 2) 15 м/с; 3) 1,5 м/с; 4) 1 м/с.

3. Тирри парроне, ки массаи 50 г ва суръати 100 м/с дошт, ба ҷисми 5-килограмӣ бархӯрда, дар он дармонд. Суръати ҳаракати ҷисм ва тирро баъди бархӯрд ёбед.

1) ~1 м/с; 2) ~1,8 м/с; 3) ~2 м/с; 4) ~3 м/с.

4. Мошини сабукрави соҳиби импульси 13000 кг.м/с бо суръати 36 км/ст ҳаракат мекунад. Массаи мошин чӣ қадар аст?

1) 1300 кг; 2) 2600 кг; 3) 3300 кг; 4) 5000 кг.

5. Ба вагончаи дорои массаи 1000 кг, ки дар роҳи уфуқӣ бо суръати 0,6 м/с ҳаракат карда истодааст, 200 кг шағал рехтанд. Дар ин сурат суръати вагонча чӣ қадар кам мешавад?

1) 0,36 м/с; 2) 0,10 м/с; 3) 0,8 м/с; 4) 0,3 м/с.

6. Суръати пошна хӯрдани туфанги 3-килограммиро барои мавриди аз дӯли он бо суръати 360 км/ст берун ҷастани тирри 30-гиромӣ ёбед.

1) 10 м/с; 2) 1 м/с; 3) 1,9 м/с; 4) 3,8 м/с.

7. Вағони 30-тоние, ки бо суръати 3 м/с дар ҳаракат буд, бо вағони 20-тонӣ васл шуд. Вагонҳо баъди васл шудан чӣ гуна суръат мегиранд?

1) 6 м/с; 2) 1,2 м/с; 3) 15 м/с; 4) 1,8 м/с.

8. Одами 70-килограмӣ бо суръати 6 м/с давида, ба рӯи аробачаи 30-килограмӣ ҷаст. Аробача баъди ин бо чӣ гуна суръат ҳаракат мекунад?

1) 6 м/с; 2) 4,2 м/с; 3) 5 м/с; 4) 5 м/с.

Чанд масъала

1. Ҳангоми тартиб додани қатори вагонҳои роҳи оҳан се вағони ҳамбаста бо суръати 0,8 м/с ҳаракат карда, ба вағони қарор бармехӯранд—дар натиҷа суръати онҳо қадре кам мешавад. Массаи ҳамаи вагонҳоро якхела гуфта, ин суръатро ёбед. (Ҷавоб: 0,6 м/с).

2. Қатори дорои массаи 2000 т ҳаракати шитобдор карда, суръаташро аз 36 то 72 км/ст афзуд. Тағйироти импульсро ёбед. (Ҷавоб: $2 \cdot 10^7$ кг.м/с).

3. Вағони 20-тонӣ бо суръати 3 м/с ҳаракат карда, бо вағони 30-тонӣ бархӯрда, бо он васл шуд. Суръати вагонҳои васлшударо ёбед. (Ҷавоб: 1,2 м/с).

4. Аз тӯпи киштии қарор тире парронданд, ки массаи 70 кг дошт ва бо суръати 100 м/с парвоз кард. Массаи киштиро 75 т гуфта, суръати пошна хӯрдани онро ёбед. (Ҷавоб: 0,093 м/с).

БОБИ 2. ЭНЕРГИЯ (энержӣ)

2.1. Энергия

Дар ҳаёти ҳаррӯза калимаи *энергияро* шумо борҳо шунидаед ва истифода мекунед. Масалан, мегӯянд, ки фалон шахс одами серҳаракат (бисёр фаъол) аст; дина ба ноҳияи мо нерӯи барқ надоданд; энергияи Офтоб ё, чӣ ҳелле ки маъмулан мегӯянд, гармои Офтобро бевосита барои гарм кардани хонаҳои истиқоматӣ истифода кардан мумкин аст; дар Фаронса энергияи атомро ҳелле зиёд истифода мекунанд. Ва гуфтан мебояд, ки мафҳуми «энергия» дар илму техника яке аз мафҳумҳои муҳимтарин мебошад.

Хуб, мафҳуми энергия чиро ифода мекунанд?

Ҳама мавҷудоти олам аз хурдтарин зарраҳо то бузургтарин ҷирмҳои осмонӣ дарҳаракатанд, қарорӣ надоранд ва ҳамаи онҳо, яке сустантар, дигаре сахттар, бо якдигар таъсири мутақобил мекунанд. Гуногунии ҳамтаъсириот ва ҳаракат зухуроти хосиятҳои шаклҳои гуногуни ҳайуло (материя) аст.

Энергия (аз юн. $\epsilon\nu\rho\epsilon\rho\epsilon\iota\alpha$) маънои фаъолият дорад. Ба маънои том мафҳуми энергия андоза (меъёр)-и умумии ҳамтаъсириот ва чунбиш (фаъолият)-и ҳамаи шаклҳои ҳайулоро ифода мекунанд. Энергия ба монанди импульс дар системаҳои сарбаст бузургии бобақост. Энергия аз ҳеч пайдо намешавад, он фақат аз як намуд ба намуди дигар бадал мешавад.

Вобаста ба шаклҳои сифатан гуногуни ҳамтаъсириот ва ҳаракат энергияро ба намудҳои гуногун тақсим мекунанд: энергияи механикӣ, энергияи дохилӣ, энергияи электромагнитӣ, энергияи кимиёӣ, энергияи атомӣ ва ғ.

Барои равшанӣ андохтан ба мафҳуми энергия биёед аз нигоҳи алоқамандии энергия ва қори механикӣ мулоҳиза ронем. Чӣ тавре ки аз «Физика, 7» медонед, агар қисм бо таъсири қувва ба ягон масофа бикӯчад, мегӯянд, ки он қисм қори механикӣ иҷро кард (боби 6). Дар алоқамандӣ бо бузургии қор хотирнишон қордан мебояд, ки агар қисм қобилияти қор иҷро қордан дошта бошад, мегӯянд, ки он қисм соҳиби энергия аст. Масалан,

а) бори боло бардошташуда, фанар (пружин)-и фишурда ё ёзида ва, умуман, қисми тазйикёфта (деформатсияшуда);

б) қисми дарҳаракат ва м.ин. имкони кор иҷро кардан доранд.

1) Дар расми 2.1 аробачае тасвир ёфтааст, ки дар қафояш дар болои поя ғарғара дорад. Дар сари ресмон, ки ба милаи чархдори аробача печонда шуда ва аз ғарғара гузаронида шудааст, бори боло бардошташудае овозон аст. Ҳангоми бо таъсири ҷозибии Замин сӯи поён ҳаракат кардани бор чархҳо ба гардиш даромада, аробачаро пеш мебаранд ва аробача кор иҷро мекунад.

Мисоли дигар боре мебошад, ки дар соҳатҳои девории рас. 2.2 истифода мешавад. Бор (санг)-и P -ро боло бардошта, як миқдор кор иҷро карда, борро энергиядор мекунанд. Ҳангоми тадричан ба поён ҳаракат кардани бор энергияи захирашуда барои ба ҳаракат даровардани раққосаку ақрабаҳои соҳат сарф мешавад.

2) Фанари фишурда метавонад аробачаро то масофаи муайян кӯчиш диҳад (рас.2.3.), бореро боло бардорад (рас.2. 4) ё ин ки тири таппончаи фанариро парронад, яъне кор иҷро кунад.

Як мисоли маъмули дар амалия истифодашавандаи энергияи фанари фишурда фанари соҳати механикӣ мебошад (рас.2.5). Дар ин гуна соҳатҳо маъмулан фанарҳои печонро истифода мекунанд. Фанари соҳатро тобида (фишурда), онро энергиядор мекунанд. Фанар то дами аз ҳоли фишурдагӣ озод шудан энергияи худро тадричан сарф карда, кори соҳатро таъмин мекунад.

3) Чӣ тавре ки гуфтем, ҳар гуна қисми дарҳаракат низ метавонад кор иҷро



Рас. 2.1



Рас.2.2



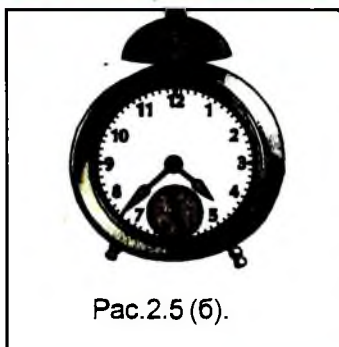
Рас.2.3



Рас.2.4



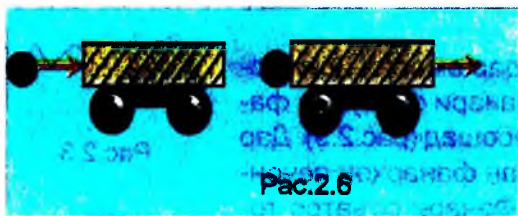
Рас. 2.5 (а).



Рас.2.5 (б).

кунад. Ин гуна қисм ҳангоми бо қисми дигар додугирифт кардан суръати худро ба қисми дигар дода, онро ба ҳаракат меоварад, яъне кор иҷро мекунад. Масалан, тири ба қисм бархӯрда метавонад ҳам муқовимати қисмро бартараф созад ва ҳам қисмро кӯчиш диҳад. Дар ҳарду маврид кор иҷро мешавад. Сақои дарҳаракат ба аробача бархӯрда, метавонад онро ба масофаи муъайян кӯчиш диҳад (рас.2. 6) ва ғ.

Хулоса, *энергияи механикӣ бузургии физикиест, ки имкони кор иҷро карда тавонистани қисмро ифода мекунад. Ҳар қадаре ки қисм энергияи бештар дошта бошад, вай кори ҳамон қадар зиёдтар иҷро карда метавонад: кори иҷрошуда ба тағйироти энергия баробар аст.*



Рас.2.6

Энергия ва кор воҳиди ягона доранд.

Энергия ва кор воҳиди ягона доранд.



1. Энергия чист?
2. Соҳатҳои механикӣ ва электронӣ аз ҳисоби кадом навъи энергия кор (иҷро) мекунад?
3. Воҳиди кор ҳам ҷоул (Ҷ) аст, воҳиди энергия ҳам. Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?

2.2. Энергияи потенциали

Энергияе, ки бо вазъи ҷисмҳо (зарраҳо)-и мутақобилан таъсиркунанда алоқаманд мешавад, энергияи потенциали ном дорад (аз лот. *potentia* — нерӯ, қувва)

Энергияи потенциалии механикии ҷисмҳо дар алоқамандӣ бо ду қувва — қувваи ҷозиба ва қувваи чандирӣ муойина карда мешавад.

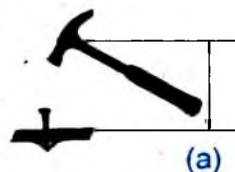
1. Энергияи потенциалии ҷисми боло бардошташуда.

Ҷисми аз рӯи Замин боло бардошташуда соҳиби энергияи потенциалии мешавад. Ҷисмро ҷозибаи Замин соҳиби ин гуна энергия мегардонад.

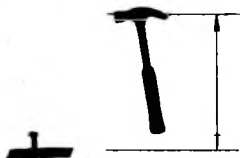
Биёед, ба таҷриба рӯ биёрем ва вобастагии бузургии кори иҷрошударо ба баландӣ ва вазни бори боло бардошташуда му-

ойина кунем. Ба сифати бори боло бардошташуда қубае (болғае)-ро мегирем, ки имкони гирди ин ё он меҳвар гардиш хурдан дошта бошад (рас. 2. 7) ва иҷро шудани корро мушоҳида мекунем, ки дар натиҷаи ба телпаки мөҳ задани қуба анҷом дода мешавад. Таҷриба нишон медиҳад, ки дараҷаи ба тахта ғутидани мөҳ ба баландии мавқеъи аввалаи қуба вобастагӣ дорад, яъне энергияи потенциалии мутаносибан ба баландии бор меафзояд. Энергияи потенциалии инчунин мутаносибан бо афзоиши вазни ҷисм зиёд мешавад, яъне агар баландиеро, ки қуба аз он меафтад, доимӣ нигоҳ дошта, вазни қубаро зиёд кардан гирем, мебинем, ки чуқурии дар тахтачӯб фурӯ рафтани мөҳ вобаста ба вазни қуба зиёд мешавад.

Ҳамин тариқ, энергияи потенциалии “ҷозиба” ба қувваи вазнинии ҷисм ва баландие вобастагӣ дорад, ки ҷисм то ба он бардошта мешавад.



(a)



(б)



Рас. 2.7

Агар энергияи потенсиалии ҷисми рӯизаминиро шартан баробари сифр гӯем, он гоҳ энергияи потенсиалии ҷисми боло бардошташуда ба қорё баробар хоҳад буд, ки онро барои то ба ҳамон баландӣ бардоштани ҷисм. иҷро кардан зарур меояд. Ба ёд меорем, ки дар сурати ба эътибор нагирифтани муқовимати ҳаво барои аз рӯи Замин то ба баландии h баровардани ҷисми массааш m ин қадар қорё иҷро кардан меояд:

$$A = P h = m g h$$

Пас, гоҳи аз ҳамон баландӣ афтидани ҳамон ҷисм низ ҳамон қадар қорё иҷро мешавад. Бузургии

$$P = m g h$$

энергияи потенсиалии ҷисми ба баландии h (аз рӯи Замин) бардошташударо ифода мекунад.

Додаҳо:

$$\begin{aligned} V &= 1 \text{ м}^3, \\ h &= 300 \text{ м}, \\ \rho &= 1000 \text{ кг/м}^3, \\ g &= 10 \text{ м/с}^2, \\ P &= ? \end{aligned}$$

Масъалаи 1. Энергияи потенсиалии як муқабаметр оби аз шаршараи баландиаш 300 м афтандаро ёбед. Зичии обро $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ гиред.

Ҳал: Бо назардошти он ки $m = \rho V$ аст, ҳосил мекунем:

$$P = m g h = \rho V g h = 3000 \text{ кҶ}.$$

Ҳамин тариқ, ҳар муқабаметр обе, ки аз баландии 300 м меафтад, қорё баробар ба $A = 3000 \text{ кҶ}$ -ро иҷро мекунад.

Додаҳо:

$$\begin{aligned} m &= 40 \text{ кг}, \\ h_1 &= 100 \text{ м}, \\ h_2 &= 150 \text{ м}, \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ P_1 &= ? \\ P_2 &= ? \end{aligned}$$

Масъалаи 2. Пиёдагарди массааш 40 кг аз доманаи тал (теппа) ба қуллаи он, ки 150 м баланд аст, баромада, баъд ба майдонча мефурояд, ки 100 м поёнтар аз қуллаи тал воқеъ гаштааст (рас.2.8). Энергияи потенсиалии пиёдагардро барои майдонча ва қуллаи тал (нисбат ба доманаи тал) ёбед.

Ҳал: Энергияи потенсиалии пиёдагард дар майдонча нисбат ба доманаи тал

$$P_1 = m g h_1 = 40 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 100 \text{ м} = 40 \text{ кҶ}$$

мебошад. Ҳамин энергия дар қуллаи тал нисбат ба домана

$$P_2 = m g h_2 = 40 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 150 \text{ м} = 60 \text{ кҶ}$$

хоҳад буд.

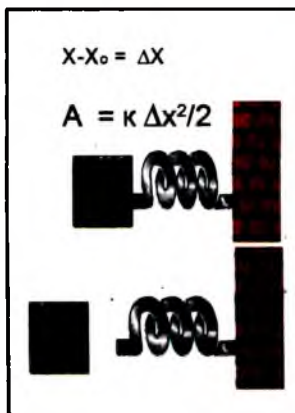


Рас.2.8

2. Энергияи потенсиалии ҷисми чандиран тазйиқхурда (деформатсияшуда). Ҷисмҳои тазйиқхурда ба сабаби мавҷудияти қувваи чандирӣ соҳиби энергияи потенсиалӣ мебошанд ва имкони кор иҷро кардан доранд. Фанари фишурда (ё ёзида) яке аз мисолҳои маъмули ҷисми тазйиқхурда мебошад; ин гуна фанар дар ҳолати фишурда (ё ёзида) дорои энергияи потенсиалӣ аст ва метавонад кор иҷро кунад.

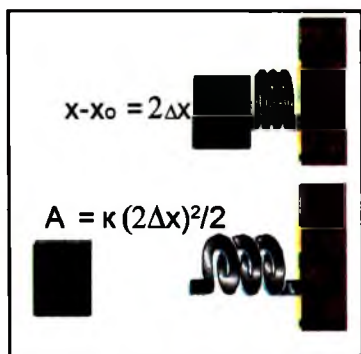
Энергияи потенсиалии фанари фишурда ё ёзида ба кадом бузургиҳо бас-тағӣ дорад?

Биёед, барои ба ин пурсиш посух додан як мисоли таҷрибавиро муойина кунем. Фанари аз сими пӯлодин сохташударо ба қадри Δx фишурда, бо ресмон мебандем (рас.2.9) ва бори n -ро ба сари озои фанар ҷафс карда, ресмонро мебузем. Бор то масофаи муъайян кӯчиш карда, меистад. Дафъаи дигар фанарро ба қадри $2\Delta x$ фишурда (рас.2.10), таҷрибаро такрор мекунем ва мебинем, ки бор нисбат ба мавриди аввала тақрибан 4 бор зиёдтар кӯчиш мекунад. Агар бузургии фишоришро ба $3\Delta x$ расонем, бор нисбат ба мавриди аввала тақрибан 9 бор зиёдтар мекӯчад. Аз ин гуна таҷрибаҳо хулоса бармеояд, ки қори иҷрошуда ба бузургии $\Delta x^2/2$ мутаносиби роста будааст, яъне



Рас.2.9

$$A \sim \frac{\Delta x^2}{2}$$



Рас. 2.10

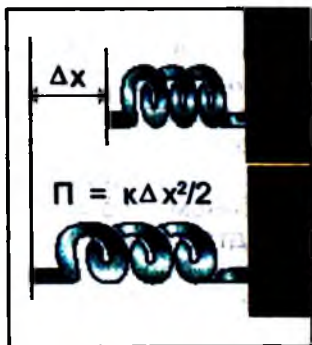
Агар ҳамин таҷрибаро дар ҳамин шакл бо фанари мисин такрор кунем, боз шоҳиди он мегардем, ки дар ҳақиқат қори иҷрошуда ба квадрати бузургии фишориш Δx мутаносиби роста мебошад. Вале бузургии қори иҷрошуда ҳангоми истифода кардани фанари мисин нисбат ба фанари пӯлодин камтар хоҳад буд. Ин хулоса ҳангоми истифода кардани фанари

пӯлодини аз сими бориктар сохташуда ба даст меояд. Яъне зариб (коэффисент)-и мутаносибӣ, ки онро бо k ишорат мекунем, саҳтии фанарро нишон медиҳад. Бо назардошти зариви мутаносибӣ

$$A = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

мешавад. Ҳамин тариқ, фанар дар ҳолати фишурда (ё ёзида) дорои энергияи потенциалии

$$\Pi = \frac{k\Delta x^2}{2}$$



Рас.2.11

мегардад. Кори иҷрокардаи фанари фишурда (ёзида) ба энергияи дар фанар захирашуда баробар аст.

Энергияи потенциалии чандирӣ истифодаи бисёр дорад. Аз ҷумла, энергияи потенциалии фанарҳои ёзида, фишурда ва тофтара дар камонҳо, соъатҳо, релеҳои электрикӣ ва ғ., энергияи газҳои фишурдаро дар муҳарриқҳои ҳароратӣ, пармаҳои ангиштканӣ, дар саноъати кӯҳ ва ғ. истифода мекунамд.

Масъалаи 3. Фанар (пружин)-и дар рӯи миз хобидаро ба қадри 10 см фишурданд (рас.2.11). Энергияи потенциалии дар ин маврид пайдошавандаро ёбед. Зариви саҳтии фанарро 150 Н/м гиред.

Ҳал: Қоре, ки барои фанарро ба қадри Δx фишурдан сарф мешавад

$$A = \frac{k\Delta x^2}{2} = 0,75 \text{ Ҷ}$$

мебошад. Бино бар ин фанар дорои энергияи потенциалии $\Pi = 0,75 \text{ Ҷ}$ мегардад.

Додаҳо:
 $k = 150 \text{ Н/м,}$
 $\Delta x = 10 \text{ см}$
 $\Pi = ?$



1. Энергияи потенциалӣ чист?
2. Энергияи потенциалии қозибавӣ чист?
3. Энергияи потенциалии чандирӣ чист?

4. **Формулаҳои энергияи потенциалии қозибавӣ ва чандирӣ чӣ фарқ доранд?**
5. **Обро дар обанбор захира кардан (ё сатҳи онро боло бардоштан) чӣ зарурат дорад?**
6. **Фанаре (пружине), ки дар дари хона шинонда шудааст, чӣ корро анҷом дода метавонад?**

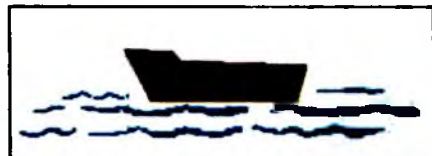
Машқ

1. **Дар сурати аз баландии 5 м афтидани бори вазнаш 10 Н чӣ қадар кор иҷро мешавад? Ин бор чӣ қадар энергияи потенциалии дорад? (Ҷавоб: 50 Ҷ).**
2. **Сатили 9-литраи пури обро аз ошёнаи 1 ба ошёнаи 5 бароварданд. Баландии ҳар як ошёна семетрӣ асту массаи сатили бооб 1кг. Сатили обдор чӣ миқдор энергияи потенциалии дорад? (Ҷавоб: 1200 Ҷ).**
3. **Ба фанари сахтиаш 10000 Н/м бо қувваи 400 Н таъсир кунда, онро ёзиш додаанд. Фанар дар ин маврид ба чӣ қадар энергияи потенциалии соҳиб мегардад? (Ҷавоб: 8 Ҷ).**
4. **Корро ёбед, ки онро қувваи берунаи 120 Н барои аз 10 см то 12 см ёзондани фанар иҷро мекунад. (Ҷавоб: 0,12 Ҷ).**

2.3. Энергияи кинетикӣ

Чӣ тавре ки дар банди 2.1 гуфтем, қисмҳои дарҳаракат ба монанди қисмҳои боло бардошташуда ё тазйиқёфта (деформатсияшуда) қобилияти кор иҷро кардан доранд ва бино бар ин онҳо соҳиби энергия мебошанд.

Энергияро, ки бо ҳаракат алоқаманд аст, энергияи кинетикӣ (энергияи ҷунбиш, энергияи ҳаракат) номидаанд. Мисоли маъмул ва содаи энергияи кинетикӣ механикӣ энергияи оби равон мебошад. Оби равон энергияи кинетикӣ дорад ва бино бар ин метавонад кор иҷро кунад. Масалан, заврақро ҳамроҳи худ барад (рас. 2.12), чархи осӣёби обиро гардиш диҳад, турбинҳои нерӯгоҳҳои оби барқро гардонад ва м.ин. Шамол низ дорои энергияи кинетикӣ мебошад ва имкони кор иҷро кардан дорад (Рас. 2.13)

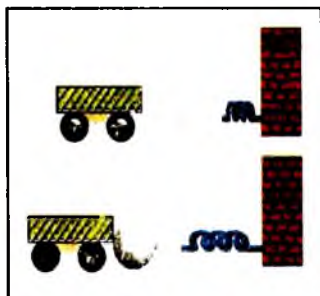


Рас. 2.12

Хуб, энергияи кинетикӣ ба чиҳо бастагӣ дорад?



Рас. 2.13



Рас. 2.14



Рас. 2.15

Барои посух додан ба ин пуршиш ба таҷриба рӯ меоварем. Суръати сақое, ки онро фанари фишурда тела медиҳад (v), ба бузургии тазйиқ Δx мутаносиби роста аст. Ҳар қадаре ки фанар зиёдтар фишурда шуда бошад, суръати сақо ҳамон қадар зиёд мешавад. Агар дар роҳи сақои бо ин тарз ҳаракатгирифта ва дар рӯи новаи ҳамвор ҳаракаткунанда аробачае ҷой дода, кӯчиши онро вобаста ба тазйиқи фанар мушоҳида кунем, мебинем, ки бузургии кӯчиши аробача (рас. 2.14) ё худ кори иҷрокардаи он ба суръати сақо бастагӣ дорад.

Ҳамин таҷрибаро метавонем бо новаи мойил анҷом диҳем (рас.2.15). Дар ин маврид суръати сақо ба баландие, ки сақо аз он сар дода мешавад, вобаста аст. Ҳар қадаре ки сақо аз ҷои болотари ҳамвори мойил сар дода шавад, суръати он ҳамон қадар зиёдтар мешавад ва аробачаро ҳамон қадар дуртар мекӯчонад, яъне дар ин маврид кори ҳамон қадар бештар иҷро мешавад.

Агар бо сақоҳои гуногунмасса таҷриба кунем, мебинем, ки кори иҷрокардаи сақо бо афзоиши массаи он зиёд мешавад. Ҳамин тавр, ҳар қадаре, ки суръат ва массаи ҷисм зиёд бошанд, энергияи кинетикӣ ҳамон қадар зиёд хоҳад буд.

Энергияи кинетикӣ K -ро дар шакли формула ин тавр ифода мекунанд:

$$K = \frac{m v^2}{2}$$

ки ин чо m массаи ҷисм асту v - суръати ҳаракати он.

Кори пурраи иҷрокардаи ҷисм ба тағйироти энергияи кинетикӣ баробар аст:

$$A = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

Дар ин чо v_0 суръати ибтидоии ҷисм асту v — суръати интиҳоии он.

Масъалаи 1. Энергияи кинетикии туберо ёбед, ки массаи 200 г дорад ва бо суръати 10 м/с дарпарвоз аст.

Додаҳо:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг,}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$K = ?$$

Ҳал: Додаҳо ба формулаи энергияи кинетикӣ

$$K = \frac{m v^2}{2}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$K = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с})^2}{2} = 10 \text{ Ҷ.}$$

Масъалаи 2. Кореро, ки мошини дорои массаи 1000 кг аз ҳолати оромӣ то лаҳзаи ба суръати 20 м/с соҳиб гардидан иҷро мекунад, ёбед.

Додаҳо:

$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$A = ?$$

Ҳал: Ба формулаи

$$A = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

қиматҳои m ва v -ро гузошта, меёбем:

$$A = \frac{1000 \text{ кг} \cdot (20 \text{ м/с})^2}{2} = 200 \text{ кҶ.}$$

Масъалаи 3. Туби 100-гиромие, ки бо суръати 20 м/с дарпарвоз буд, ба китфи бозингар за да, уро ба масофаи 30 см кучиш дод. Қувваи миёнаи ба китфи бозингар таъсиркардари ёбед.

<p>Додаҳо:</p> <p>$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$</p> <p>$v = 20 \text{ м/с}$</p> <p>$x = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$</p> <p>$F = ?$</p>
--

Ҳал: Ҳангоми ба китфи бозингар задани тӯби дарпарвоз ин қадар кор иҷро мешавад:

$$F x = \frac{m v^2}{2}$$

Бино бар ин барои F қимати зайл ҳосил мешавад:

$$F = \frac{m v^2}{2x} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot (20 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 0,3 \text{ м}} \approx 67 \text{ Н}.$$



1. Энергияи кинетикии ҷисм чист?
2. Энергияи кинетикӣ ба кадом бузургиҳо бастагӣ дорад?
3. Мисолҳои биеҷод, ки дар онҳо иҷрои кор бо тағйироти энергияи кинетикӣ алоқаманд бошад.

Машқ

1. Мошини массааш 1000 кг ва энергияи кинетикаш 200 кҶ бо чӣ гуна суръат ҳаракат мекунад? (Ҷавоб: 20 м/с).
2. Энергияи кинетикии тири массааш 7,8 г ва суръаташ 600 м/с чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 14 кҶ).
3. Массаяи тӯби футбол аз тӯбчаи чавгон се бор зиёд, вале суръаташ се бор кам аст. Энергияи кинетикии онҳоро муқоиса кунед.

2.4. Табдили як навъи энергияи механикӣ ба навъи дигар

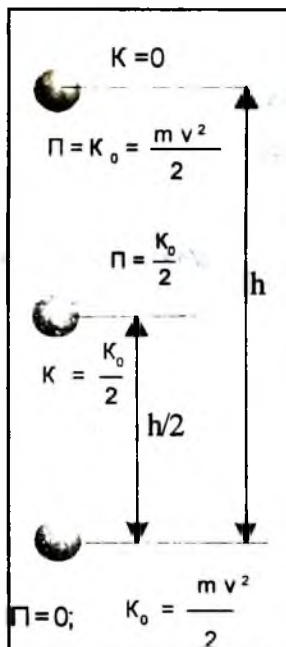
Шумо бо ду навъи энергияи механикӣ – энергияи потенциалӣ ва энергияи кинетикӣ шиносой пайдо кардед. Навъҳои дигари энергия – энергияи дохилӣ (ҳароратӣ), электрикӣ, кимиёӣ, атомӣ ва м.ин.–ро дар фаслҳои дигари физика меомӯзем. Дар рӯйдодҳои табиъат энергия ҳамеша аз як навъ ба навъи дигар табдил ёфта метавонад. Аз ҷумла, энергияи кинетикӣ метавонад ба энергияи потенциалӣ ва, баръакс, энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал шавад.

а) Биеҷод дар ибтидо дар мисоли санги амудан болро партофтшуда аз як навъи энергия ба навъи дигар табдил ёфтани эн

гияи механикиро муойина кунем. Санги амудан боло партофтшуда дар ибтидо дорои энергияи кинетикии зиёди зиёд

$$K_0 = \frac{mv^2}{2}$$

аст, зеро санг дар ин лаҳза суръати зиёдтарин дорад. Минбаъд, ҳар қадаре ки санг болотар барояд энергияи потенциалии он аз ҳисоби кам шудани энергияи кинетикӣ меафзояд, яъне гоҳи боло баромадани санг энергияи кинетикии он бефосила ба энергияи потенциалӣ табдил меёбад. Ҳангоми ба нуқтаи имконпазири баландтарин расидани санг энергияи потенциалии он $\Pi = mgh$ қимати зиёдтарин мегирад ва энергияи кинетикиаш баробари сифр мешавад. Инро аз расми 2.16 фаҳм кардан осон аст.



Рас. 2.16

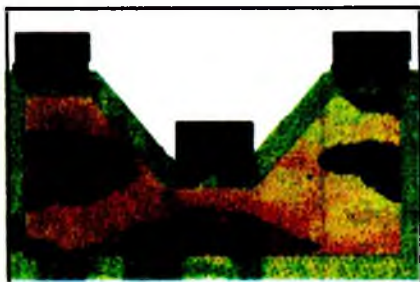
Ҳангоми афтиш, баръакс, аз ҳисоби тадричан кам шудани энергияи потенциалӣ энергияи кинетикӣ меафзояд ва гоҳи ба рӯи Замин задани санг энергияи кинетикӣ боз ба қимати зиёдтарин соҳиб мешавад.

Ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ

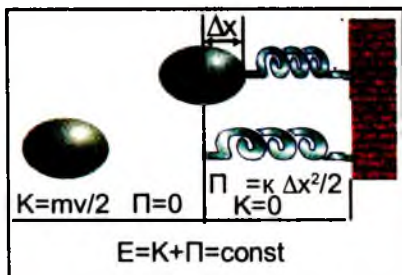
$$E = \Pi + K$$

барои ҳар гуна баландии дигар низ дойиман яқсон (собит) мемонад. Ҳамин тариқ, дар лаҳзаи ба рӯи Замин задани санг энергияи пурра ба энергияи кинетикии аввала баробар аст. Бузургие, ки дар айни ҳол собит мемонад, энергияи кинетикии ибтидоӣ мебошад. (Саҳеҳтар гӯем, дар ин гуна муойинот муқовимати ҳаворо ба назар гирифтани мебояд).

Мисоли дигар. Аробачае, ки дар баландии h (масалан, дар рӯи тал) ҷойгир аст, соҳиби энергияи потенциалии $\Pi = mgh$ мебошад. Ҳангоми аз рӯи тал сӯи поён ҳаракат кардани аробача энергияи потенциалии он торафт кам мешавад ва аз ин ҳисоб энергияи кинетикиаш меафзояд. Агар муқовимати ҳаво ва қувваи сойишро ба назар нагирем, энергияи потенциалӣ



Рас. 2. 17

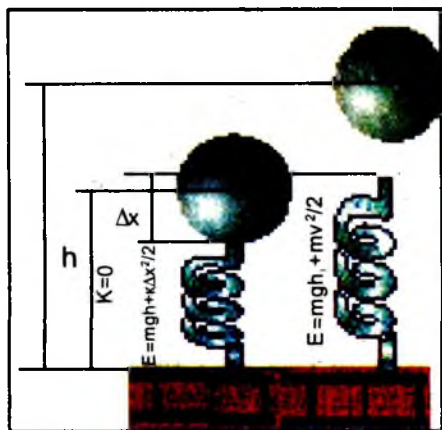


Рас. 2. 18

гоҳи ба доманаи тал фурумадани аробача пурра ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад (рас.2.17). Дар ҳаракати минбаъда аробача ҳангоми боло рафтан энергияи кинетикӣ худро тадриҷан ба энергияи потенциалӣ табдил медиҳад. Ўне дар сурати мавҷуд набудани қувваи сойиш энергияи пурраи механикӣ (ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ) собит мемонад.

б) Аз як навъ ба навъи дигар табдил ёфтани энергияро мо инчунин метавонем дар мисоли *фанари фишурда* намоиш диҳем. Фанари фишурда дорои энергияи потенциалӣи чандирӣ аст ва ин энергия метавонад ба энергияи кинетикӣ табдил ёбад (рас.2.18). Масъаларо сода карда, тасаввур мекунем, ки фанар фанари бевазни ҳаёли бошад ва ҳамаи энергияи потенциалӣи дар он захирашуда ба энергияи кинетикӣ табдил ёбад. Дар ин маврид энергияи потенциалӣи фанар

агли дар он захирашуда ба энергияи кинетикӣ табдил ёбад. Дар ин маврид энергияи потенциалӣи фанар



Рас. 2.19

$$\Pi = \frac{\kappa \Delta x^2}{2}$$

аст. Агар ба ҷисм ғайр аз қувваи чандирӣи фанар боз қувваи вазнинӣ таъсир биёрад, он гоҳ энергияи

пурраи механикӣ аз ҷамъи энергияҳои потенсиалии ҷозибавӣ, чандирӣ ва кинетикӣ иборат мебуд (рас.2.19). Ва ин бузургӣ бақо дорад.

Ҳамин тавр, дар сурати вучуд доштани қувваҳои ҷозибавӣ ва чандирӣ энергияи пурраи механикӣ (бе назардошти қувваи сойиш), яъне ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенсиалӣ $E = K + П$ бузургии бобақо ба шумор меравад.

Ин нукта яке аз мавридҳои хусусии қонуни бақои энергия мебошад.

Масъалаи 1. Ҷисми массааш 1 кг аз баландии 10 м ба рӯи замин афтид. Энергияи кинетикӣ ҷисм дар лаҳзаи ба зам ин задан чӣ қадар мешавад? Муқовимати ҳаворо ба эътибор нагиред.

Додаҳо:
 $m = 1 \text{ кг}$,
 $h = 10 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $K = ?$

Ҳал: Ҳангоми ба рӯи Замин афтидани ҷисм энергияи потенсиалӣ пурра ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад:

$$K = П$$

ё ин ки

$$K = mgh = 100 \text{ Ҷ.}$$

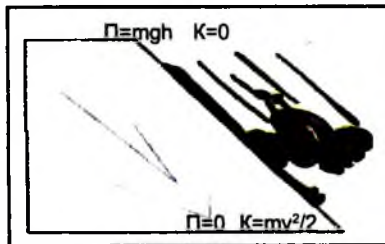
Масъалаи 2. Энергияи потенсиалии санги 50-гиромии бо суръати 30 м/с амудан партофтшуда дар нуқтаи баландтарини роҳи рафти худ чӣ қадар мешавад? Муқовимати ҳаворо ба назар нагиред.

Додаҳо:
 $m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$,
 $v = 30 \text{ м/с}$
 $П = ?$

Ҳал: Дар асоси қонуни бақои энергия дар нуқтаи баландтарини рафти санг $П=K$ мебошад. Пас,

$$П = m v^2 / 2 = 0,05 \text{ кг} \cdot (30 \text{ м/с})^2 / 2 = 22,5 \text{ Ҷ.}$$

Масъалаи 3. Лижарони массааш 40 кг аз теппаи баландиаш 50 м поён мёояд (рас.2.20). Энергияи кинетикӣ ӯро дар доманаи теппа ёбед. Қувваи сойишро ба эътибор нагиред.



Рас.2.20

Ҳал: Аз қонуни бақои энергия истифода карда, меёбем:

Додаҳо:

$$h = 50 \text{ м,}$$

$$m = 40 \text{ кг,}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$K = ?$$

$$K = mgh = 40 \text{ кг} \cdot 50 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ кҶ.}$$

Масъалаи 4. Таппончаи фанари бачагона ба қадри 5 см фишурда шудааст. Энергияи кинетикиро ёбед, ки гоҳи пахш кардаи куланг аз тарафи фанар ба тўбчаи таппонча дода мешавад. Фанарро бевазн пиндоред, яъне чунни пиндоред, ки ҳамаи энергияи фанари фишурда ба тўб дода мешавад. Зариби сахтии фанарро 160 Н/м гиред.

Додаҳо:

$$K = 160 \text{ Н/м,}$$

$$x = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$K = ?$$

Ҳал: Дар асоси қонуни бақои энергия

$$K = П$$

мебошад. Азбаски

$$П = \frac{kx^2}{2}$$

аст, бино бар ин

$$K = \frac{kx^2}{2} = 160 \text{ Н/м} \cdot (0,05 \text{ м})^2 / 2 = 0,2 \text{ Ҷ.}$$

?

1. Табдили энергияи кинетикиро ба энергияи потенциали дар мисоли санги боло партофтшаванда шарҳ диҳед.
2. Чисме, ки дар қуллаи кӯҳ чойгир аст, чӣ қадар энергия дорад? Оё энергияи он чисм метавонад пурра ба энергияи кинетикӣ табдил ёбад?
3. Табдили энергияи потенциалии чандириро ба энергияи кинетикӣ шарҳ диҳед.
4. Табдили як навъи энергияро ба навъи дигар дар мисоли фанари дарпушӣ шарҳ диҳед.

Машқ

1. Чисми массааш 0,5 кг бо суръати 4 м/с амудан боло партофт шудааст. Гоҳи ба нуктаи имконпазири баландтарин расидани чисм энергияи потенциалии он чӣ қадар мешавад? (Ҷавоб: 4 Ҷ).

2. Чисм бо суръати 10 м/с амудан боло партофт шудааст. Дар чӣ

қадар баландй энергия кинетики он ба энергия потенциалй баробар мешавад?
(Ҷавоб: 2,5 м).

3. Ҷисми массааш m ба фанари сахтиаш k ва ба қадри x_0 фишурдашуда маҳкам карда шудааст. Ҳангоми раҳо кардани фанар ҷисм гоҳ меёзаду гоҳ фишурда мешавад, яъне пешу қафо ҳаракат мекунад. Қонуни бақои энергияро барои ин маврид баррасй кунед ва онро бо ҳамин гуна қонуне муқоиса кунед, ки барои ҷисми боло партофташуда навишта шуда бошад.

2.5. Энергияи оби равон

Дар марҳилаи имрӯза навъҳои асосии энергия инҳоянд:

1) энергияе, ки ҳангоми сӯхтани нафт, газ ё ангишт ҳосил мешавад; 2) энергияи оби равон ё оби ғалтон; 3) энергияе, ки ҳангоми пора шудани ҳастаҳои атомии вазнин хориҷ мешавад ва ғ. Дар баъзе мавридҳо энергияи шамол ва энергияи офтоб низ истифода мешавад. Ҳоло масъалаи бевосита ба навъҳои қобили истифода табдил додани энергияи нури офтоб ба пуррагӣ ҳал нашудааст. Дар сурати ёфтани ҳалли хуби ин масъала шояд истифодаи бевоситаи гармои офтоб ба қатори навъҳои маъмулан истифодашавандаи энергия дохил гардад.

Сарзамини Тоҷикистон офтобӣ ва сердарё мебошад. Мо имкон дорем, ки аз ин ду неъматҳои худодод бебаркаш истифода кунем. Барои сохтани нерӯгоҳҳои оби барқ оби дарёҳоро ба василаи дарғотҳо дар хамиҳову дараҳои баландмавқеъ захира мекунам ва бо ин роҳ энергияи потенциалии зиёдеро дар ихтиёри худ нигоҳ медоранд.

Энергияи потенциалии об ҳангоми поён ғалтидани он ба энергияи кинетикӣ табдил ёфта, турбинҳои нерӯгоҳҳои барқиро, ки бо генераторҳои барқ васл шудаанд, ба ҳаракат дароварда метавонад.

Дар ҷумҳурии мо бузургтарин нерӯгоҳи барқӣ нерӯгоҳи Норақ мебошад. Обанбори ин нерӯгоҳ масоҳати 98 км^2 -ро фаро гирифтааст ва тақрибан $10,5 \text{ км}^3$ об дорад. Тавони умумии нерӯгоҳ 2700 Мвт мебошад ва он ба қатори нерӯгоҳҳои бузурги дунё дохил мешавад.

Манбаъи дигари табиӣ энергия, энергияи бод (шамол)

ба ҳисоб меравад. Ҳаракатдиҳандаи бодиро барои ба манорҳои обфишор баровардани об, барои гарм кардани хонаҳои гармхонаҳо ва, умуман, барои ҳосил кардани энергияи электрикӣ ба қор бурдан мумкин аст.

Як масъала. Нерӯгоҳи оби Норақ нӯҳ дастгоҳи истеҳсоли барқ дорад, ки тавони ҳар яки онҳо 300000 кВт аст, яъне тавони умумии нерӯгоҳ $N = 2700$ МВт мебошад. Бигзор 0,2 ҳиссаи энергияи оби ғалтон ба энергияи барқ бадал шавад. Баландии афтиши обро $h = 300$ м гирифта, ёбед, ки дар муддати 1 с ба парраҳои табақмонанди ҳар як дастгоҳи нерӯгоҳ чӣ қадар об мегалтад.

Додаҳо :
 $h = 300$ м,
 $N = 2700$ МВт,
 $\eta = 0,2$,
 $g = 10$ м/с²,
 $t = 1$ с.
 $m = ?$

Ҳал: Энергияи потенсиалии оби ғалтон ба ҳар дастгоҳ $\Pi = mgh$ аст. Мувофиқи шарти масъала

$$N = \frac{9\eta\Pi}{t}$$

мебошад. Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$9mgh\eta = Nt,$$

ё ин ки

$$m = \frac{Nt}{9gh\eta} = 125 \text{ т.}$$



1. Дар роҳи оби равон дарғот сохтан чӣ зарурат дорад?
2. Кори нерӯгоҳи оби барқ чӣ заминаи физикӣ дорад?

Масъалаҳои тестӣ

1. Аробачаи 5-килограммӣ бо таъсири қувваи 20Н 10м кӯчид. Қувваи сойиши байни чархҳои аробача ва сатҳи роҳро 5 Н гирифта, кори иҷрошударо ёбед.

1) 150 Ҷ; 2) 100 Ҷ; 3) 200 Ҷ; 4) 125 Ҷ.

2. Писарбачаи соҳиби массаи 40 кг аз ошёнаи 1 ба ошёнаи 3, ки 8 м баландӣ дорад, баромад. Кори иҷрошударо ёбед.

1) 320 Ҷ; 2) 3500 Ҷ; 3) 3200 Ҷ; 4) 4000 Ҷ.

3. Муҳаррики барқӣ метавонад бори 200 кг-ро то баландии 10 м дар 2 с бардорад. Тавони муҳаррикоро ёбед.

1) 10000 Ҷ; 2) 15000 Ҷ; 3) 100 Ҷ; 4) 20000 Ҷ.

4. Тавони мошини сабуқрав 120 кВт аст. Ин мошин дар

муддати 2 дақ чй қадар кор иҷро карда метавонад?

- 1) 14400 кҶ; 2) 100000 Ҷ; 3) 7200 Ҷ; 4) 2400 Ҷ.

5. Аз баландии 60 м дар муддати 10 дақ 1000 т об поён меафтад. Тавони оби ғалтонро ёбед.

- 1) 1 МВт; 2) 3 МВт; 3) 1,5 МВт; 4) 4 МВт.

6. Энергияи потенсиалии ҷисме, ки массаи 50 кг дорад ва нисбат ба сатҳи Замин дар баландии 10 м ҷойгир аст, чй қадар аст?

- 1) 5000 Ҷ; 2) 3000 Ҷ; 3) 2500 Ҷ; 4) 6000 Ҷ.

7. Куба (болға)-и дорои массаи 5 кг-ро чй қадар баланд бардоштан лозим аст, ки энергияи потенсиалии он 40 Ҷ шавад?

- 1) 1 м; 2) 10 м; 3) 0,8 м; 4) 0,2 м.

8. Ҷисме, ки массаи 100 г дорад ва бо суръати 72 км/ст ҳаракат мекунад, чй қадар энергияи кинетикй дорад?

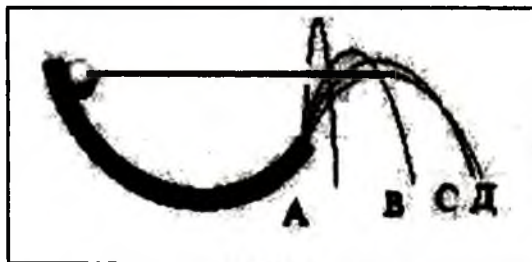
- 1) 40 Ҷ; 2) 72 Ҷ; 3) 100 Ҷ; 4) 20 Ҷ.

9. Шихобпора (метеор) ба атмосфераи Замин бо суръати 30 м/с ворид мешавад. Энергияи кинетикии зарраи 2-гиромии шихобпоро ёбед.

- 1) 70 кҶ; 2) 70 Ҷ; 3) 50 Ҷ; 4) 50 кҶ.

10. Радифи сунъии Замин массаи 2000 кг дорад ва бо суръаи 8 км/с гирди Замин ҷар гардиш аст. Энергияи кинетикии онро ёбед.

- 1) 6400 кҶ;
2) 6,4 ГҶ;
3) 64000 кҶ;
4) 40000 Ҷ.



Рас.2.21

11. Сақои дар рас.

.21 тасвиршуда бо ка-

ом роҳ ҳаракат карда метавонад? (Муқовимати ҳаво ва қувваи ӯйишро ба назар нагиред).

- 1) А; 2) В; 3) С; 4) Д.

12. Ҷисми дорои массаи 4 кг агар аз баландии 11,25 м ба рӯи амин афтад, соҳиби чй қадар энергияи кинетикй мегардад? Луқовимати ҳаворо ба эътибор нагиред.

- 1) 450 Ҷ; 2) 4500 Ҷ; 3) 45 Ҷ; 4) 45000 Ҷ.

13. Баландии зиёдтаринеро ёбед, ки мушаки бо суръати 8 км/с амудан боло ҳаракаткунанда ба он соҳиб мешавад.

1) 3200000 м; 2) 3000 м; 3) 320000 м; 4) 350 м.

14. Кубаи 2000-килограмм аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенсиалии кубаро барои ибтидои ҳаракат ёбед.

1) 0; 48 кҶ; 2) 0; 96 кҶ; 3) 0; 104 кҶ; 4) 0; 24 кҶ.

15. Кубаи 2000-килограмм аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенсиалии кубаро барои нуқтаи миёнаи роҳи ҳаракат ёбед.

1) 24 кҶ; 24 Ҷ; 2) 48 кҶ; 48 Ҷ; 3) 96 кҶ; 96 Ҷ;

4) 100 кҶ; 100 Ҷ.

16. Кубаи 2000-килограмм аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенсиалии кубаро барои охири роҳи ҳаракат ёбед.

1) 96 кҶ; 0; 2) 48 кҶ; 0; 3) 24 кҶ; 0; 4) 100 кҶ; 0;

17. Тавони муҳаррики барқии троллейбус 40 кВт ва суд (коэффисенти кори фойданок)-и он 80 % мебошад. Тавоне, ки муҳаррик аз шабака мегирад, чӣ қадар аст?

1) 45 кВт; 2) 50 кВт; 3) 60 кВт; 4) 55 кВт.

18. Тулумба (насос)-и обкаширо муҳаррик (мотор)-и барқие ба гардиш мебарорад, ки тавони он 10 кВт аст. Тулумба метавонад 5000 кг моеъро дар 3 дақ ба баландии 24 м барорад. Суди тулумбаро ёбед.

1) 60 %; 2) 66 %; 3) 20 %; 4) 30 %.

19. Аз дарғоти неругоҳи оби барқ ҳар сония 510 т ба қадри 10 м поён меафтад. Тавони барқии неругоҳ 10 Мвт аст. Суд (ККФ)-и оби ғалтон чӣ қадар аст?

1) 10 %; 2) 30 %; 3) 20 %; 4) 15 %.

Чанд масъала

1. Барои қучондани қуттӣ ба масофаи 12 м чӣ қадар кор иҷро кардан мебояд. Қувваи сойиши байни сатҳи қуттӣ бо сатҳи роҳ 150 Н аст. (Ҷавоб: 1,8 кҶ).

2. Барои ба қадри 12 м боло бардоштани бори 60-килограммӣ чӣ қадар кор иҷро кардан мебояд? (Ҷавоб: 7,2 кҶ).

3. Оё қуввае, ки нисбат ба кўчиши қисм амудан (перпендикуларан) равона аст, кор иҷро мекунад? Шарҳ диҳед ин мавридро.

4. Трактор плугро ҳангоми шудгор кардани замин бо қувваи 10000 Н мекашад. Трактор дар фосилаи 500 м чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 5000 кҶ).

5. Барои бардоштани бори 25-килограммӣ кори 120 Ҷ иҷро шуд. Бор чӣ қадар баланд бардошта шудааст? (Ҷавоб: 0,8 м).

6. Варзишгари соҳиби массаи 70 кг ба баландии 150 см дар муддати 0,3 с қаҳиш мекунад. ӯ чӣ қадар тавон дорад? (Ҷавоб: 3500 Вт).

7. Лифти 300-килограммӣ то баландии 20 м дар муддати 30 с мебарояд. Тавони муҳаррики лифт чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 2 кВт).

8. Крани борбардорӣ бори 1500 кг-ро бардошта метавонад. Агар барои бардоштани бор муҳаррики кран тавонашро то ба 10 кВт вусъат диҳад, барои то баландии 15 м бардоштани бор чӣ қадар вақт лозим мешавад? (Ҷавоб: 22,5 с).

9. Санге, ки вазни 60 Н дорад ва то баландии 20 м боло бардошта шудааст, чӣ қадар энергияи потенсиалӣ дорад? (Ҷавоб: 1200 Ҷ).

10. Энергияи кинетикии қатораи массааш 1000 т, ки бо суръати 15 м/с равон аст, чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 112500 кҶ).

11. Тӯби футбол, ки массаи 0,7 кг дорад, бо суръати 10 м/с дарпарвоз аст. Энергияи кинетикии тӯб чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 35 Ҷ).

12. Бо кӯба (болға)-и массааш 0,5 кг дар чӯб мөх мекубанд. Суръати кӯба гоҳи зарба задан 3,0 м/с аст. Қувваи миёнаи муқовимати чӯбро барои мавриде муайян кунед, ки бо як зарба мөхро дар чӯб 4,5 см дарорад. (Ҷавоб: 50 Н).

13. Қисм аз баландие ба рӯи Замин афтид ва дар лаҳзаи афтиш суръати 30 м/с дошт. Қисм аз чӣ қадар баландӣ афтидааст? (Ҷавоб: 46 м).

14. Қисми массааш 30 кг аз баландии 20 м ба рӯи Замин афтид. Энергияи кинетикии қисмро барои лаҳзаи афтидани он ёбед. (Ҷавоб: 600 Ҷ).

Б О Б И 3. ПАДИДАҲОИ ҲАРОРАТИ

3.1 . Энергияи дохилӣ

Хонандагони азиз! Шумо аз "Физика,7" медонед, ки дар асоси тасаввуроти ҳозира дар бораи ҷунбишҳои молекулаҳои ҳама ҷисмҳо аз молекулаҳо (атомҳо) таркиб ёфтаанд ва бузургии энергияи миёнаи кинетикии молекулаҳо бо ҳарорати ҷисм алоқаманд аст. Ҳар қадаре ки ҳарорат баланд бошад, энергияи миёнаи кинетикии ва масофаи миёнаи байни молекулаҳо ҳамон қадар зиёд мебошад. Афзоиши ҳарорат сабабгори афзоиши энергияи кинетикии ва масофаи миёнаи байни молекулаҳо мегардад. Ҳамин энергияи ҳарорати ҷисмро (ки онро энергияи молекулаҳои таркибаш ташкил медиҳад) бо истилоҳи *энергияи дохилӣ* низ ифода мекунанд. Яъне энергияи дохилӣ, энергияи ҳаракат ва энергияи потенциалии таъсироти мутақобили молекулаҳост, ки ҷисмро таркиб медиҳанд.

Энергияи дохилӣ ба ҳолати вогардиш (ҳолати агрегатӣ)-и модда бастагӣ дорад. Ин энергия ҳангоми аз як ҳолати вогардиш ба ҳолати дигар гузаштан тағйир меёбад.

Биёед, барои рӯшантар гардондани мафҳуми энергияи дохилӣ ҳамин гуна энергияи гази ҳаёли (гази идеалӣ)-ро муойина кунем. Гази ҳаёлиро молекулаҳои ташкил медиҳанд, ки бо ҳамдигар таъсири мутақобил (ҳамтаъсирот) намекунанд ва бетартибона ҳаракат мекунанд. Бино бар ин энергияи дохилии гази ҳаёли ба ҷамъи энергияҳои кинетикии молекулаҳои газ баробар аст. Қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои газ $K = mv^2/2$ аст. Ва агар гази муойинашавандаи система аз N молекула таркиб ёфта бошад, энергияи дохилии газро чунин ифода кардан мумкин аст:

$$U = NK = N \frac{m v^2}{2} \quad (1)$$

Дар ин ҷо m массаи як молекула асту v^2 – қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳо. Аз тарафи дигар, дар асоси назарияи ҷунбишҳои молекулии газҳо энергияи миёнаи молекулаҳо

$$K = \frac{3}{2} k T \quad (2)$$

аст. Ин ҷо $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Ҷ/К ва T ҳарорати мутлақ мебошанд.

Бино бар ин формулаи (1)-ро метавонем дар ин шакл навишем:

$$U = \frac{3}{2} N k T \quad (3)$$

Хотирнишон мекунем, ки ҳарорати мутлақ бо ҳарорати Селсий ин тавр алоқаманд аст:

$$T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273.$$

Масъала. Энергияи кинетикии ҳаракати молекулаҳои газ дар ҳарорати 27°C чӣ қадар аст?

Додаҳо:

$$t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ҷ/К}$$

$$K = ?$$

Ҳал: Ҳарорат бо миқёс (шкала)-и Келвин

$$T = t + 273 = 300 \text{ К}$$

мебошад. Энергияи кинетикии миёна ин қадар хоҳад буд:

$$K = \frac{3}{2} k T = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ҷ}}{\text{К}} \cdot 300 \text{ К} \approx 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Ҷ}$$

Ҳамин тавр, энергияи кинетикии як молекула энергияи ночиз аст.

Масъалаи дигар. Адади молекулаҳои гази ҳидроген ба $6 \cdot 10^{23}$ баробар аст. Ҳарорати газро 27°C гуфта, энергияи дохилии онро ёбед.

Додаҳо:

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

$$t = 27^\circ\text{C}$$

$$U = ?$$

Ҳал: Ҳарорат бо миқёси Келвин

$$T = t + 273 = 300 \text{ К}$$

аст. Пас, энергияи дохилии газ ин қадар мебарояд:

$$U = \frac{3}{2} N k T = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 300 \text{ Ҷ} = 3726 \text{ Ҷ}.$$



1. Энергияи дохилӣ чист?
2. Чаро мегӯем, ки энергияи дохилии гази ҳаёӣ танҳо аз энергияи кинетикии молекулаҳо иборат аст?

3. Формулае, ки алоқамандии энергияи дохилии гази ҳаблиро бо ҳарорати мутлақ ифода мекунад, чӣ гуна аст? Шумо дар бораи ин формула чӣ гуфта метавонед?

Машқ

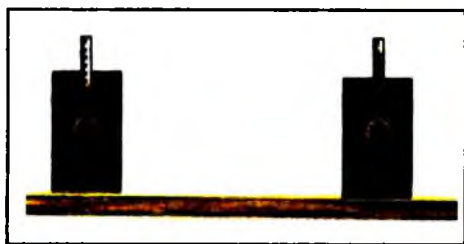
1. Корё, ки онро қувваи 500 Н барои ба масофаи 40 м кӯчондани аробачае иҷро мекунад, ба чӣ қадар энергияи дохилӣ мувофиқ меояд? (Ҷавоб: 20 кҶ).

2. Ҳангоми аз баландии 4 м афтидани ҷисми массааш 50 кг энергияи дохилӣ чӣ қадар тағйир меёбад? (Ҷавоб: 2 кҶ).

3.2. Табдили энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ

Чунон ки дар боби 1 гуфтем, энергияи механикии пурраи ҷисм ба ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенсиалӣ баробар аст ва як нави энергияи механикӣ ба нави дигари он табдил ёфта метавонад. Дар баробари ин инчунин табдили энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ имконпазир аст.

Биёед, табдили энергияи механикиро ба энергияи дохилӣ дар мисоли ҷисми боло партофтшуда мавриди баррасӣ қарор диҳем. Хотирнишон мекунем, ки ҳангоми сӯи боло ҳаракат кардани ҷисм энергияи кинетикӣ тадриҷан ба энергияи потенсиалӣ табдил меёбад ва ҳангоми поён ҳаракат кардани ҷисм, баръакс, энергияи потенсиалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал мешавад. Агар муқовимати ҳаво намебуд, ҷисм дар ин гуна рафтумад энергияи пурраи худро, умуман, бетағйир нигоҳ медашт. Вале ба сабаби буди муқовимати ҳаво ҳангоми боло рафтани поён омадани ҷисм энергияи механикии пурраи ҷисм кам мешавад. Дар ин маврид як миқдор энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ табдил меёбад. Ба иборати дигар, гуфтан мумкин аст, ки корё, ки муқобили қувваи сойиш иҷро мешавад,



Рас.3.1.



Рас.3.2

ба энергияи дохилӣ мубаддал мегардад. Дар ин гуна мавридҳо ҳарорати ҷисмҳои сойишхӯранда меафзояд.

Гарм шудани ҷисмҳо гоҳи сойиш хӯрдани онҳо яъне таъддӣли энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ дар ҳаёти ҳаррӯза бисёр мушоҳида мешавад. Аз ҷумла, ду пораи ҷӯб ё кафҳои даст агар бо ҳамдигар молиш (сойиш) дода шаванд, гарм мешаванд.

Агар тахтаҷӯbero дар рӯи миз гузошта онро ҳаракат диҳем (рас. 3.1), он гоҳ ҳароратсанҷи дар тахтаҷӯб ҷошуда нишон медиҳад, ки дар ин маврид тахтаҷӯб гарм мешавад. Яъне дар ин маврид энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ (энергияи ҳароратӣ) табдил меёбад.

Ҳарорате, ки ҳангоми сойиш хӯрдани ҷисмҳо пайдо мешавад, метавонад хеле зиёд бошад. Дар ҳамин замина дар давраҳои қадим оташро, масалан, дар натиҷаи сойиш додани ду пора ҷӯби хушк ҳосил мекарданд (рас.3.2). Шайхобпораҳои нисбатан хурде, ки бо суръати зиёд (дахҳо км/с) ба атмосфераи Замин ворид мегарданд, дар натиҷаи бо ҳаво сойиш хӯрдан "сӯхта" нест мешаванд. Дар мавриди ба сӯи Замин бозгаштани радиҳои сунъӣ онҳо дар натиҷаи сойиш бо ҳаво то садҳо градус гарм мешаванд. Ҳамин тавр, ҷисми ҳаракаткунанда ҳангоми сойиш хӯрдан энергияи механикӣ (энергияи кинетикӣ ҷамъи энергияи потенсиалӣ)-и пурраи худро кам мекунад ва,

бино бар ин, энергияи дохилии он ҷисм тағйир меёбад.

Масъала: Тири 50-гиромӣ бо суръати 300 м/с ҳаракат карда, ба ҷисм мезанад ва дар он дармемонад. Тағйироти энергияи дохилиро муъайян кунед.

Додаҳо:
 $m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$,
 $v = 300 \text{ м/с}$
 $U = ?$

Ҳал: Дар ин маврид энергияи кинетикии пурра $mv^2/2$ ба энергияи дохилии U табдил меёбад, яъне

$$U = \frac{mv^2}{2}$$

аст. Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$K = \frac{0,05\text{кг} \cdot (300 \text{ м/с})^2}{2} = 2250 \text{ Ҷ}$$



1. Сабаб чист, ки сойиш энергияи механикии пурраро кам мекунад?
2. Чарост, ки ҳарорати ҷисмҳои сойишхӯранда меафзояд?
3. Оё қонуни бақои энергия дар табдилоти энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ риоя мешавад?

Машқ

1. Аз ҳисоби талафи пурраи энергияи кинетикии ҷисми дарҳаракати массааш 1 кг энергияи дохилӣ ба қадри 5 кҶ тағйир ёфт. Суръати ҷисм дар ибтидо чӣ қадар буд? (Ҷавоб: 100 м/с).

2. Тири энергияи кинетикиаш 7000 Ҷ ва массааш 1 кг баъди талаф додани 2000 Ҷ энергияаш бо чӣ қадар суръат ҳаракат мекунад? (Ҷавоб: 100 м/с).

3.3. Гарм шудани ҷисм ҳангоми иҷро шудани кор

Чунонки дар банди 3.2. қайд кардем, ҳангоми сойиш хӯрдани ду ҷисм онҳо гарм мешаванд. Ҷисми ҳаракаткунанда муқобили қувваи сойиш кор иҷро карда, энергияи механикии худро қисман ва ё пурра ба энергияи дохилӣ табдил дода менамояд. Ҷ.Ҷоул тағйироти ҳарорати аз ҳисоби кори иҷрошуда рӯйдодаро бевосита дар таҷриба чен кардааст. Тарҳи асбобе, ки Ҷоул бо ёрии он натиҷаҳои таҷрибавӣ ба даст овардааст, дар рас.3.3 тасвир шудааст.

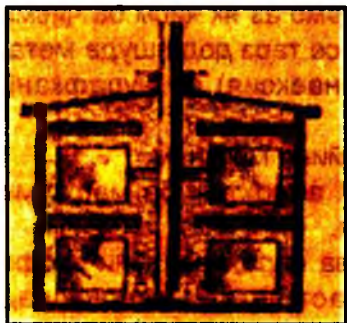


Рас.3.3

Борҳои W ҳангоми поён фуромадан меҳвари паррадореро, ки дар зарфи A ҷойгир аст, гардиш медиҳанд. Сохти дарунии зарфи A дар рас.3.4 тасвир шудааст. Ин зарф об дорад.

Зиёд шудани ҳарорат аз ҳисоби сойиши парраҳо бо об дар даруни зарф ба воситаи ҳароратсанҷ чен карда мешавад. Кори иҷрошуда ба ҳосили зарби вазни ҷисм P ва баландии афтиши он h баробар аст:

$$A = Ph = mgh.$$



Рас.3.4

Дар ибтидо ва интиҳои таҷриба борҳо, парраҳо, об ва, умуман, ҳама қисмҳои асбоб дар ҳолати оромӣ мебошанд. Пас, ҳама кори иҷрошуда барои гарм кардани об ва дигар қисмҳои асбоб сарф мешавад. Аз рӯи натиҷаи санҷиш Ҷоул дарёфт, ки барои ба 1°C гарм кардани 1 гиром об кори 4,186 Ҷ-ро иҷро кардан лозим меояд.

Барои муқаррар кардани ҳамбастигии дараҷаи гарм шудани ҷисм ва кори иҷрошуда Ҷоул таҷрибаҳои зиёд анҷом дод. Ҷамъбасти натиҷаи ин таҷрибаҳо нишон дод, ки энергияи механикӣ барои тағйир додани ҳарорати ҷисм сарф мешавад, яъне энергияи механикӣ баробар ба 4,186 Ҷ ҳарорати 1 гиром обро 1°C зиёд мекунад. Ҳамин тариқ, таҷрибаи Ҷоул дойираи амали қонуни бақои энергияро васеътар кард: ҳосили ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ ва энергияи дохилии системаи физикӣ сарбаст бузургии бобақо мебошад. Ин энергияро энергияи пурраи система мегӯянд.



1. Ҳарорати ҷисм аз ҳисоби иҷро шудани кор чӣ тағйирот мебинад?
2. Дар таҷрибаи Ҷоул чӣ гуна бузургӣ чен карда шудааст?
3. Дар дойираи ин мавзӯ 4,186 Ҷ чӣ маъниро ифода мекунад?

3.4. Нақли гармо. Гармоноқилият

Дар бандҳои пешина мо масъалаи аз ҳисоби кори иҷрошаванда тағйир ёфтани энергияи дохилиро муойина кардем. Вале иҷрои кор роҳи ягонаи тағйир хӯрдани энергияи дохилӣ нест. Энергияи дохилии ҷисмро бо тарзҳои дигар низ тағйир додан имкон дорад. Масалан, вақте ки чойники обдор дар рӯи оташ гузошта мешавад ё ин ки таҳти таъсири шуоъҳои Офтоб қарор мегирад, ҳарорати он тағйир меёбад (зиёд мешавад).

Чараҳои тағйир ёфтани энергияи дохилиро бо иҷрошудани кор нақли гармо меноманд.

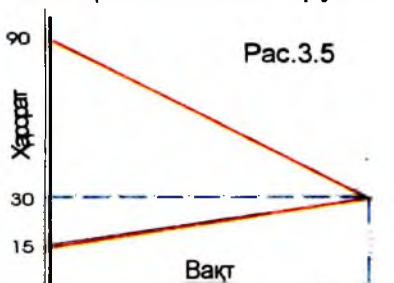
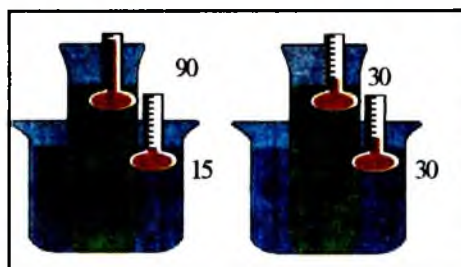
Энергияи дохилӣ бо роҳи нақли гармо аз як ҷисм ба ҷисми дигар ё худ аз як ҷой ба ҷои дигар бо се тарз дода шуда метавонад: гармоноқилият, ҳамрафт (конвексия) ва нурафкани (тобиш).

Дар ин банд гармоноқилиятро муойина мекунем.

Гармоноқилият. Барои равшанӣ андохтан ба мафҳуми гармоноқилият чанд таҷрибаро бинем.

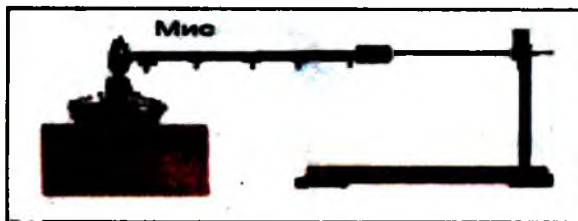
1. Дар зарфе оби гарм мерезем ва онро андаруни зарфи дигаре ҷой медиҳем, ки калонтар аст ва оби сард дорад (рас.3.5). Ва ба василаи ҳароратсанҷҳо тағйироти ҳарорати обҳоро мушоҳида карда, шояди он мегардем, ки бо мурури вақт ҳарорати оби сард меафзояд, вале ҳарорати оби гарм паст мешавад. Ин фароянд то дами якхела шудани нишондоди ҳароратсанҷҳо давом мекунад. Хулоса ин аст: қисми гармо аз ҷисми гарм ба ҷисми сард мегузарад.

2. Қошукчаи нуқрагинеро дар пиёлаи ҷойи гарм андохта (рас. 3.6), мбинем, ки дере нагузашта қисми аз ҷой беруни





Рас.3.6.



Рас.3.7

қошуқча низ гарм мешавад. Пас, ба яқин гуфтан мумкин аст, ки гармо аз ҷойи баландҳарорат ба қошуқча ва аз он ба қисми берунии қошуқча гузаштааст.

3. Як нӯги сими ғафси мисинеро дар пояе (штативе) маҳкам карда, дар он ба воситаи пластилин чанд мөхча мөчаспонем (рас.3.7). Баъд нӯги озоди симро бо алангае гарм карда, мебинем, ки пластилин гудохта шуда, мөхчаҳоро "сар медиҳад" — мөхчаҳо канда мешаванд. Аввал мөхчаи ба аланга наздиктарин канда шуда, баъд бо гузашти вақт мөхчаҳои дигар як-як меафтанд. Ҳар қадаре ки мөхча аз аланга дуртар ҷойгир бошад, ҳамон қадар дертар канда мешавад. Мөхчаҳо на ба таври тасодуфӣ, балки ба тартиби муъайян канда мешаванд, зеро гармо аз қисми баландҳарорат ба қисми пастҳарорати сим тадриҷан нақл мешавад.

Пурсиш ба миён меояд, ки гармо чӣ тавр нақл мешавад.

Шумо медонед, ки энергияи кинетикии молекулаҳо ба ҳарорати ҷисм вобастагӣ дорад (ниг. банди 3.3). Ҳар қадаре ки ҳарорат баланд бошад, молекулаҳо ҳамон қадар тезтар ҳаракат мекунанд ва энергияи кинетикии онҳо ҳамон қадар зиёдтар аст. Пас, дар қисми баландҳарорати сим энергияи молекулаҳо нисбат ба қисми пастҳарорати он зиёдтар аст. Молекулаҳои тезҳаракат ҳангоми бархӯрд бо молекулаҳои камэнергия қисми энергияи кинетикии худро ба онҳо медиҳанд ва дар натиҷа энергияи кинетикии молекулаҳои камэнергия меафзояд. Бо ин роҳ гармо аз қисми баландҳарорати ҷисм ба қисми пастҳарорати он нақл мешавад.

Ҳамин тариқ, падидаи гармигузаронӣ моҳиятан аз ҷойе ба ҷойи дигар дода шудани энергияи ҳаракати ҳароратии молекулаҳо дар натиҷаи бархӯрдҳои молекулаҳои мебошад.

Гармоноқилият дар сурате имконпазир аст, ки ҳарорат дар нуқтаҳои гуногуни ҷисм ҳархела бошад. Ин падида ба сохти молекулаҳои моддаҳо вобастагӣ дорад. Бино бар ин,



Рас.3.8

мех нақл шуда, дасти моро месӯзнад, вале мо чӯбчаи сӯзонро, бар хилофи мөхи оҳанин то дами ба дастамон расидани алангаи оташ нигоҳ дошта метавонем.

Биёед, боз як таҷрибаро муойина кунем. Агар дар яке аз сарҳои симҳои ҳамандозаи мисин ва оҳанин бо мум мехча часпонда, сари дигари онҳоро дар алангаи шамъ гарм кунем, ме-

бинем, ки аввал мехчаи сари мис, баъд мехчаи сари оҳан канда мешавад. Ин он гуна маънӣ дорад, ки гармигузаронии мис нисбат ба оҳан зиёдтар аст (рас. 3.8).

Гармигузаронии моддаҳо бо зариб (коэффициент)-и гармигузаронӣ тавсиф дода мешавад. Дар қадв.3.1 гармигузаронии баъзе моддаҳо оварда шудааст. Моддаҳои гармиро хуб мегузаронанд, ки зариби гармигузаронии онҳо зиёд бошад. Ин навъ моддаҳоро ноқили хуби гармо меноманд. Ба ҷумлаи ноқилони хуби гармо филизот (металлҳо) дохил мешаванд.

Қадвали 3.1

Модда	Зариби гармигузаронӣ Ч/см·°С
Нукра	480
Мис	380
Алумин	300
Пулод	40
Шиша	0,84
Бетон	0,84
Об	0,56
Бадани одам	0,2
Асбест	0,16
Чуб	0,06-0,16
Пари парранда	0,025
Ҳаво	0,023

Беҳтарини онҳо нуқра аст. Моддаҳое, ки зариви гармигузарони кам доранд, гарморо кам мегузаронанд. Ҳаво гарморо нисбат ба нуқра тақрибан 1000 бор камтар мегузаронад. Умуман, қисмҳои ковок, аз ҷумла, пашм, пахта ва м.ин. гарморо кам мегузаронанд, зеро даруни онҳо пури ҳавост.

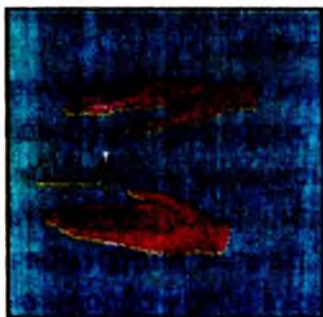
Моддаҳоро, ки гармоноқилияти кам доранд, яъне гарморо хуб намегузаронанд, ба сифати садди гармо, ҳамчун як “девори” нигоҳдорандаи гармо истифода кардан мумкин аст. Масалан, либоси зимистона бадани одамро гарм нигоҳ медорад, зеро ковоқиҳои пурҳавои он намегузаранд, ки ҳавои гармкардаи бадан берун равад.



1. Нақли гармо чист ва бо чанд роҳ амалӣ мешавад?
2. Гармоноқилиятро бо мисолҳои таҷрибавӣ шарҳ диҳед.
3. Гармоноқилият чӣ тавр ба амал меояд?
4. Кадом моддаҳо гармоноқилияти камтарин ва зиёдтарин доранд?

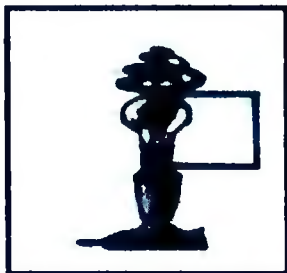
3.5. Ҳамрафти гармову ҳаво (конвексияи гармо ва ҳаво)

Бо вучуди он ки ҳаво гармоноқилияти кам дорад, агар мо дасти худро дар болои манбаи гармо (деги тафсон, чароғи фурузон ва м.ин.) наздик барем, гарморо хеле хуб ҳис мекунем. Гап дар он аст, ки ин наваз рӯйдодҳо на бо фароянди гармоноқилият, балки бо падидаи дигари физикӣ алоқамандӣ дорад. Аввал таҷрибаи содаеро бинем (рас.3.9).



Рас.3.9

дасти худро дар боло ва дасти дигарро дар поёни шӯълаи он медорем. Ва мебинем, ки бо вучуди аз шӯъла дурии якхела доштани ҳарду даст дасти боло гармиро нисбат ба дасти дигар хубтар ҳис мекунад. Агар нақли гармо бо роҳи гармоноқилият рӯй медед, мебоист, ки ҳарду даст гарморо як хел ҳис мекард. Ҳамин тавр, дар ин ҷо навази дигари



Рас.3.10.

нақли гармо мушоҳида мешавад, ки **ҳамрафт** ё **ҳамбурд** (*конвексия*) ном дорад. Ин падида на танҳо дар газҳо, балки дар моеъҳо низ мушоҳида мешавад.

Фарояндеро, ки дар он гармо ба воситаи кӯчиши газ ва ё моеъ аз ҷои баландҳарорат ба ҷои пастҳарорат ба амал меояд, ҳамрафти ҳаво ва гармо меноманд.

Дар падидаи гармоноқилият гармо дар ҷараёни бархӯрдҳои пайдарпайи молекулаҳои алоҳидае рӯй медиҳад, ки онҳо ба масофаҳои начандон зиёд мекӯчанд, аммо дар ҳодисаи конвексия адади зиёди молекулаҳо ба масофаи хеле зиёд мекӯчанд.

Гап дар он аст, ки ҳавои атрофи манбаъи гармо гоҳи афзудани ҳарорат васеъ мегардад. Азбаски зичии ҳавои васеъшуда аз зичии ҳавои сард кам аст, бино бар ин қувваи архимедие, ки онро ҳавои сард ба вучуд меорад, нисбат ба вазни ҳавои гарм зиёдтар аст ва ин ҳавои гармо ба боло меронад. Баъд қабати ояндаи ҳаво гарм шуда, боло меравад ва ғ. Ҳамин тавр, ҳавои гарм сӯи боло ҳаракат карда, гарморо аз як ҷой ба ҷойи дигар нақл мекунад.

Таъсири ҳавои гарми сӯи боло равандаро дар таҷрибаи хеле сода намоиш додан мумкин аст. Барои ин, чи тавре дар рас.3.10 нишон дода шудааст, коғази сахтеро ба шакли морпеч (спирал) мебурем ва нӯги дарунии онро бо ришта баста, дар болои манбаъи гармо (масалан, лампаи барқии фурузон ё алангаи шамъ) медорем. Ва мебинем, ки дар асари сели ҳавои гарми болораванда морпечи коғазӣ гардиш мекунад.



Рас.3.11.

Дар мавриди гарм кардани моеъ низ метавонем рӯйдоди ҳамрафтро мушоҳида кунем. Яке аз намоишҳои маъмули ин падида мушоҳидаи роҳи ҳаракати зарраҳои моддаи рангин андар моеъ мебошад. Агар ба ҷаъри зарфи обдор ягон донаи моддаи рангин, масалан, ягон донаи



Рас.3.12



Рас.3.13.

намаки перманганати калий андохта, онро аз поён гарм кунем (рас.3.11), чараёни боло рафтани сели моеъи рангинро мушоҳида карда метавонем. Об, ки гарм шуд, васеъ мешавад, васеъ ки шуд, зичиаш кам, яъне ҷойи гармшудаи моеъ сабуктар мешавад ва оби ороми атрофи он сӯи боло ба ҳаракат мебарояд, яъне дар моеъҳо ҳам монанди газҳо чараёни ҳамрафт (чараёни конвексионӣ) пайдо мешавад.

Чараёни ҳамрафти ҳаво ва гармо аз поён ба боло самт дорад. Бино бар ин, моеъҳо ва газҳоро аз поён гарм мекунанд. Батареҳои гармоиши хонаҳоро, чунонки шумо медонед, поёнтар аз зери тирезаҳо ва дар наздикиҳои фарши хона ҷой медиҳанд (рас. 3.12).

Агар зарфи найчашакли обдореро, ки дар қаъраш як пора ях дорад, аз қисми болоиаш гарм кунем (рас.3.13), қабати болоии об меҷӯшад, аммо ях гудохта намешавад, чунки дар ин маврид ҳам ҳавои ҷоришуда ва ҳам моеъи гармшуда ҳамеша майли боло мекунанд. Қабатҳои поёнии моеъ низ камубеш гарм мешаванд, вале онҳо на ба василаи ҳамрафт (конвексия), балки дар натиҷаи гармигузаронӣ гарм мешаванд. Бо сабаби он ки моеъҳо ва газҳо ноқилияти зиёд надоранд, барои бо ин роҳ гудоختани ях вақти тӯлонӣ лозим аст. Чараёни ҳамрафт дар ҷисмҳои сахт рӯй намедихад, зеро дар ин ҷисмҳо ҳаракати молекулаҳо маҳдуд аст.



1. Ҳамрафти гармову ҳаво (конвексия) чӣ гуна падида аст?
2. Таҷрибаеро баён кунед, ки ҳамрафти гармо ва ҳаворо рӯшан гардонед .
3. Пайдо шудани чараёни ҳамрафти гармову ҳаво чӣ гуна заминаи физикӣ дорад?
4. Чарост, ки моеъҳо ва газҳоро аз поён гарм мекунанд?

3.6. Мисолҳои ҳамрафти гармо ва ҳаво



Рас.3.14

Пайдоиши шамол. Шамол дар натиҷаи бо таъсири Офтоб ҳар ҳел гарм шудани ҷойҳои гуногуни сатҳи Замин ба вуҷуд меояд. Дар ҷойҳое, ки сатҳи Замин бештар гарм мешавад, ҳаво ҳам гармтар мешавад ва бино бар ин ҳавои ин гуна ҷойҳо васеъ шуда, зичии худро кам мекунад ва боло

меравад. Шамол ҳамин гуна ҷараёни ҳамрафти мебошад.

Аз натиҷаҳои таҷрибавӣ бармеояд, ки барои ба қадри $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кардани як воҳиди массаи об нисбат ба ҳамон миқдор моддаи дигар гармои зиёдтар лозим аст.

Бино бар ин рӯзона аз тобиши Офтоб кӯҳу дашт назар ба оби баҳр зудтар ва зиёдтар гарм мешавад. Ҳавои гарм сӯи боло баромада ҷойи худро ба ҳавои сард медиҳад (рас. 3.14).

Шабонгаҳ заминҳои хушкӣ нисбат ба оби кӯлҳову баҳрҳо зудтар сард мешавад. Дар ин маврид ҳавои рӯи об нисбат ба ҳавои фарози хушкӣ гармтар шуда, майли боло мекунад ва ба ҷои он аз ҷойҳои хушк ҳавои сард ҳаракат мекунад (рас.3.15.).

Ҳар қадаре ки баландии лӯлаҳои дудкаш зиёд бошад, ҳарорати қисмҳои поёну болои дудкаш ҳамон қадар бештар фарқ мекунанд ва ҳамрафти гармо ва ҳаво ҳамон қадар хубтар рӯй медиҳад (рас. 3.16).



Рас.3.15



Рас.3.16

Падидаи ҳамрафти гармову ҳаво дар ҷараёни сӯзиш низ мақоми муҳим дорад. Ҳаво набошад, сӯзишворӣ намесузад. Сӯзиши муқаррарӣ вокуниш (реаксия)-и кимиёии оксид шудан “бо ёрии” оксигени таркиби ҳаво мебошад. Сӯзиш дар сурате идома меёбад, ки сӯзишворӣ бо ҳавои тоза («ҳавои носухта») таъмин шавад. Бино бар ин дар қисми болои дегҳои бухории заводу фабрикаҳо дудкашҳои махсусе месозанд, ки ҷараёни боло рафтани ҳавои истеъмолшуда ва ба ҷараёни сӯзиш ворид шудани ҳавои тозаро осон гардонанд.



1. Шамол чӣ тавр ба вучуд меояд?
2. Пулаҳои дудкашро бо қадди баланд сохтан чӣ зарурат дорад?

3.7. Тобиш (нурафканӣ)

Барои рӯй додани нақли гармо ё ҳамрафти гармову ҳаво иштироки модда ҳатмист. Нақли гарморо бархӯрдҳои пайдарпайи молекулаҳо таъмин мекунад. Шориши моеъ ва газҳо аз ҷойи баландҳарорат ба ҷои пастҳарорат ҷараёни ҳамрафтро ба миён меорад. Вале гармоеро, ки Офтоб аз масофаи 150 000 000 км аз тариқи фазои қариб бёҳавову бемодда сӯи Замин “мерасонад”, на дар чаҳорҷӯбаи гармоноқилият шарҳ додан илоҷ дораду на дар чаҳорҷӯбаи падидаи ҳамрафт. Ин навъи нақли гармо бо роҳи сӯюм (ниг. § 3.4) — ба воситаи мавҷи электромагнитӣ сурат мегирад.

Ин намуди нақли гармо дар ҳало (вакуум, ҷои бёҳаво) низ амалӣ гардида метавонад.



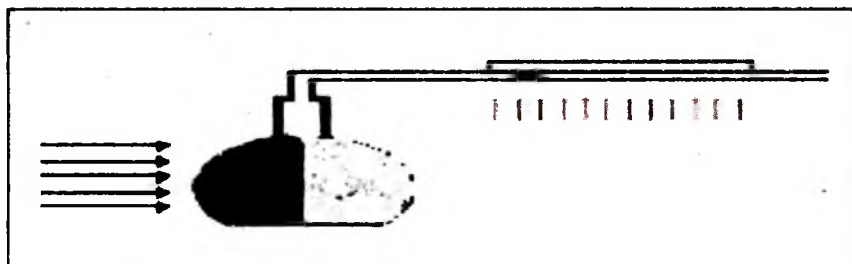
Рас.3.17

Фурӯбурди мавҷҳои электромагнитӣ ба ҳосияти ҳароратии ҷисме вобаста аст, ки онро “қабул” мекунад. Ҷисм метавонад онро қисман фурӯ барад, қисман инъикос кунад ва ё қис-

ман аз худ гузаронад. Қисми фурӯбурдаи ин мавҷҳо энергия дохилии ҷисмро зиёд мекунад. Ҷисмҳои сиёҳ қисми бисёри мавҷҳои электромагнитии ба онҳо занандаро фурӯ мебаранд.

а) Фурӯрафти нур андар ҷисмҳо. Ду зарфи якхеларо, ки сатҳи яке сафед (равшан) ва сатҳи дигаре сиёҳ аст, дар ҳамон як масофа аз манбаъи баландҳарорат (масалан, чароғи барқии пуртавон) ҷой медиҳем (рас.3.17). Ва ба воситаи ҳароратсанҷҳо тағйироти ҳарорати онҳоро санҷида мебинем, ки бо мурури замон зарфи сиёҳ нисбат ба зарфи сафед зиёдтар гарм мешавад. Зиёд фурӯ бурдани энергия аз ҷониби ҷисмҳои сиёҳ нисбат ба ҷисмҳои сафед далели ба василаи тобандагӣ (нурафканиш) паҳн шудани гармо мебошад.

Биёед, боз як таҷрибаи дигарро бинем. Ба даруни зарфе, ки як тарафаш сиёҳ аст, найчаи борики шишагине меандозем (рас.3.18). Дар даруни найчаи борик як қатра рангро ҷой медиҳем ва дар паси найча як хаткашак мебандем, яъне як навъ асбоби ҳароратсанҷ месозем. Ба воситаи ин гуна асбоб



Рас. 3.18

тағйироти начандон зиёди ҳарорати ҳавои даруни зарфро мушоҳида кардан мумкин аст. Баъд агар аз манбаъи гармо истифода бурда, таҷрибаи дар боло зикршударо такрор кунем, боз ҳамон натиҷаро ба даст меорем. Ҳангоми ба сӯи манбаъ «нигарон» будани тарафи сиёҳи зарф қатраи ранг ҳангоми гарм шудани ҳавои даруни найча нисбат ба тарафи сафеди зарф ба масофаи бештар мекӯчад. Ин далел аст, ки тарафи сиёҳи зарф гармои бештар фурӯ бурда, назар ба тарафи сафед бештар гарм мешавад.

б) Нурафкании қисмҳо. Нурафкании қисмҳо низ ба ҳолати сатҳи онҳо вобастагӣ дорад. Барои рӯшани андохтан ба ин масъала ба таҷрибае рӯ меоварем, ки онро барои мушоҳидаи фурӯбурди тобиши ҳароратӣ истифода кардем. Вале ин дафъа ба масъалаи чаппа, яъне ба масъалаи кам шудани ҳарорати қисми нурафкан таваҷҷӯҳ мекунем.

Ба даруни ду зарфи якхела – яке сиёҳ ва дигаре сафед оби гарм рехта, бо мурури вақт кам шудани ҳароратро назорат мекунем. Ва мебинем, ки қисми сиёҳ нисбат ба қисми сафед гармои худро бо роҳи нурафкани зудтар кам мекунад. Ҳамин тариқ, қисмҳои сиёҳ нисбат ба қисмҳои сафед хубтар гармо мегиранд ва зудтар гарм мешаванд. Аз тарафи дигар, қисмҳои гарми сиёҳ нисбат ба қисмҳои сафед бо роҳи нурафкани зудтар сард мешаванд, он тавр ки оби ҷӯшида дар чойники сафед гармои худро дертар нигоҳ медорад.

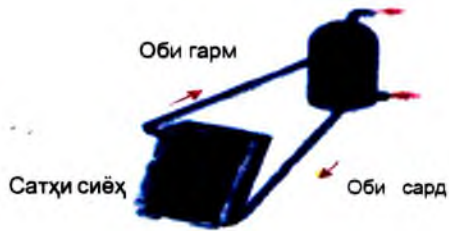
Бо назардошти падидаи нурафкани вобаста ба зарурат сатҳи қисмҳои ранги гуногун медиҳанд. Масалан, сатҳи ҳавопайморо ранги нуқрагун медиҳанд, то ки аз тобиши Офтоб зиёд гарм нашавад, вале сатҳи батареҳои офтобиро сиёҳ мекунанд, то ки аз ҳамон тобиши Офтоб ҳар чӣ бештар гарм шаванд.



1. Оё нақли гармо бо роҳи нурафкани дар хало (вакуум) имконпазир аст?
2. Чаро сатҳи зарфҳои бо нури Офтоб гармшавандаро сиёҳ мекунанд?



Рас.3.19



Рас.3.20

Машқ

1. Термос (рас. 3.19) барои дор нигоҳ доштани ҳарорати моеъ хидмат мекунад. Қисмҳои асосии термос инҳоянд: зарфи шишагини дуде-вора, ки бо қабати беҳаво ҷудоанд (ҳавои байни деворҳо кашида шудааст), қуттии филизие, ки дар дохили он зарф ҷойгир аст ва даҳанаки аз ягон моддаи гармоногузар сохташуда. Зарфи шишагин аз берун ва дарун бо қабати ранги нуқрагун рӯпӯш карда шудааст. Сохти термосро шарҳ диҳед.

2. Дар рас.3.20 сохти олати гармкунандаи офтобӣ тасвир шудааст. Тарзи кори онро шарҳ диҳед.

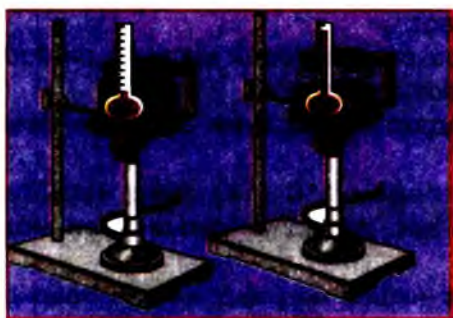
3.8. Миқдори гармо. Гармогунҷоиши хос.

Шумо медонед, ки агар ҷисм аз берун бо ягон роҳ гармо гирад, энергияи дохилиаш меафзояд ва агар ба берун гармо диҳад, энергияаш кам мешавад. Аз ҷумла, энергияи дохилий метавонад бо роҳи гармоноқилият, ҳамрафти гармову ҳаво (конвексия) ва нурафканӣ тағйир ёбад.

Меъёр (андоза)-и энергияеро, ки ҷисм мегирад ё медиҳад, бо мафҳуми *миқдори гармо* тавсиф медиҳанд.

Хуб, миқдори гармо ба кадом бузургиҳо бастагӣ дорад?

1. Шумо борҳо мушоҳида кардаед, ки дар ҳамон як аланга оби ҷойники нимпур нисбат ба ҷойники пуроб зудтар меҷӯшад, яъне ҳар қадаре ки миқдори об зиёд бошад, барои ҷӯшондани он ҳамон қадар бештар гармо лозим аст (рас.3.21); барои ба



Рас.3.21

қадри 1°C гарм кардани 1 г об гармои ҳамарзи 4,186 Ҷ сарф мешавад (таҷрибаи Ҷоул). Пас, барои ҳамон қадар гарм кардани 20 г об гармои 20 бор зиёдтар лозим меояд. Яъне, *миқдори гармое, ки барои гарм кардани ҷисм сарф мешавад, ба массаи ҷисм вобаста аст.*

2. Шумо медонед, ки барои оби сардро дар ягон чойник то дараҷаи ширгармӣ гарм кардан нисбат ба мавриди ҷӯшондани ҳамон қадар об вақти камтар лозим аст. Пас, барои ҷӯшондани об ба он гармои зиёдтар додан мебояд.

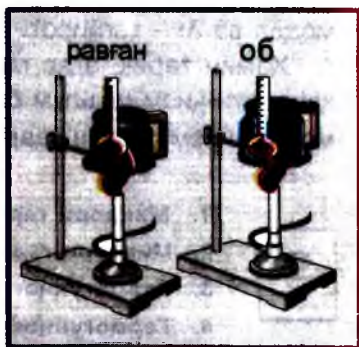
Ҳамин тариқ, *миқдори гармои гирифта ё додаи ҷисм ба тағйироти ҳарорат (афзоиши ҳарорат ё афтиши ҳарорат)-и ҷисм вобаста мебошад.*

Ҳар қадаре ки ҷисмро гармтар кардан лозим бошад, ба он ҳамон қадар зиёдтар гармо додан мебояд.

3. Бузургии миқдори гармо ғайр аз массаи модда ва тағйироти ҳарорат боз ба навъи модда вобастагӣ дорад. Ду зарфи якхеларо, ки яке равған дорад ва дигаре об, дар ҳамон як шароит гарм мекунем (рас.3.22). Ва мебинем, ки то ба ҳамон як ҳарорат гарм кардани об ва равғани массаҳошон баробар он-

ҳоро муддатҳои гуногуни вақт гарм кардан зарур меояд. Барои гарм кардани равған нисбат ба об камтар вақт сарф мешавад, яъне барои гарм кардани об бояд ба он нисбат ба равған бештар гармо диҳем.

Санҷишҳои миқдорӣ нишон медиҳанд, ки барои ба 1°C гарм кардани 1 г об нисбат ба гарм кардани ҳамин миқдор равған



Рас.3.22

гармои 2 бор зиёдтар лозим аст.

Миқдори гармое, ки барои гарм кардани ҷисм ба он дода мешавад, ба навъи модда вобастагӣ дорад.

Ин хосияти ҳароратии моддаҳо бо мафҳуми *гармогунҷоиши* хос тавсиф дода мешавад.

Миқдори гармоеро, ки барои 1°C (1K) зиёд кардани ҳарорати 1 кг модда зарур аст, гармогунҷоиши хоси мода меноманд.

Гармогунҷоиши хоси модда нишон медиҳад, ки дар мавриди ба 1°C (1K) тағйир додани ҳарорати 1 кг модда энергияи дохилии он чӣ қадар тағйир меёбад.

Гармогунҷоиши хос ба сохти молекулии моддаҳо алоқамандӣ дорад. Барои ёфтани гармогунҷоиши ҷисм C массаи ҷисм m -ро ба гармогунҷоиши хос c зарб задан мебоянд, яъне:

$$C = m c. \quad (1)$$

Хулоса, миқдори гармои гирифта (ё талафдода)-и ҷисм ба массаи ҷисм, тағйироти ҳарорат ва гармогунҷоиши хоси ҷисм бастагӣ дорад.

Вобастагии байни миқдори гарморо ба массаи ҷисм, бузургии тағйироти ҳарорат ва гармогунҷоиши хос метавонем бо забони риёзӣ дар шакли зайл ифода кунем:

$$Q = c m \Delta t. \quad (2)$$

Дар ин ҷо c гармогунҷоиши хоси модда асту m – массаи модда ва Δt – тағйироти ҳарорат.

Ҳамин тариқ, агар массаи ҷисм, гунҷоиши хос ва тағйироти ҳарорати ҷисм маълум бошад, аз рӯи формулаи (2) миқдори гармои ба ҷисм додасударо ба ҳисоб овардан осон аст.



1. Миқдори гармо чист?
2. Миқдори гармо, ба кадом бузургиҳо вобастагӣ дорад?
3. Гармогунҷоиши хос чист?
4. Гармогунҷоиши ҷисм чист?
5. Миқдори гарморо аз рӯи чӣ гуна формула мёбанд?

3.9. Воҳиди миқдори гармо. Воҳиди гармогунҷоиши хос

Дар манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) миқдори гармо бо воҳиди энергия, яъне бо ҷоул (Ҷ) ифода карда мешавад. Дар амалия барои ифода кардани энергияи дохилӣ (миқдори гармо) воҳиди дигари энергия — *калория* (кал)-ро низ истифода мекунанд.

1 кал миқдори гармоеро ифода мекунад, ки он барои ба қадри 1 °С (аз ҳарорати 19,5 °С то 20,5 °С) зиёд кардани ҳарорати 1г об лозим аст:

$$1 \text{ кал} = 4,186 \text{ Ҷ} \approx 4,2 \text{ Ҷ}.$$

Адади 4,186 Ҷ ҳамарз (эквивалент)-и *механикии миқдори гармо* мебошад.

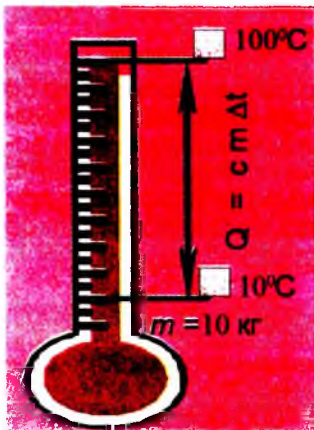
Дар амалия воҳиди назар ба калория 1000 бор бузургтар — килокалория (ккал) ҳам истифода мешавад.

$$1 \text{ ккал} = 1000 \text{ кал} = 4186 \text{ Ҷ} \approx 4200 \text{ Ҷ}.$$

Гармогунҷоиши хоси моддаҳоро бо воҳидҳои Ҷ/кг.°С, ккал/кг.°С, кал/г.°С ифода мекунанд. Гармогунҷоиши хоси баъзе моддаҳо дар ҷадв. 3.2 оварда шудааст.

Ҷадв.3.2. Гармогунҷоиши хоси баъзе моддаҳо

Модда	с Ҷ/кг.°С	с ккал/кг.°С	Модда	с Ҷ/кг.°С	с ккал/кг.°С
Тилло	130	0,031	Графит	750	0,18
Қалъағӣ	230	0,055	Шиша	840	0,2
Нукра	250	0,06	Рег	840-880	0,2-0,21
Симоб	140	0,033	Алумин	920	0,22
Сурб	140	0,033	Равған	1700-2000	0,40
Мис	380	0,09	Я х	2100	0,50
Рух	380	0,09			
Биринҷӣ (латун)	380	0,09	Карасин	2100	0,51
Оҳан	460	0,11	Ҷӯб	2400	0,57
Пӯлод	500	0,12	Алкул (спирт)	2500	0,6
Ҷӯян	540	0,13	Об	4200	1,0
Хишт	750-880	0,18-0,2			



Рас 3.23

Чунон ки дар боло гуфтем, гармогунҷоиши хоси об аз ҳама моддаҳои дигар зиёдтар аст. Гармогунҷоиши хоси моддаҳо ҳангоми аз як ҳолати воғардиш (ҳолати агрегатӣ) ба ҳамон гуна ҳолати дигар гузаштан тағйир меёбад. Масалан, гармогунҷоиши об ба $4200 \text{ Ҷ/кг}\cdot^\circ\text{C}$ ё худ ба $1 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$ баробар аст. Гармогунҷоиши хоси ях аз гармогунҷоиши хоси об ду бор камтар аст. Гармогунҷоиши хоси моддаҳои дигар низ дар ҳолати сахтӣ ва моеъ аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Гармогунҷоиши хоси моддаҳо ба ҳарорати ҷисм бастагӣ дорад. Вале ин

вобастагӣ вобастагии суств аст ва мо метавонем ҳангоми зиёд набудани тағйироти ҳарорат онро ба назар нагирем.

Масъала. Барои аз 10°C то 100°C гарм кардани 10 кг оҳан чӣ қадар миқдори гармо лозим аст? Гармогунҷоиши хоси оҳан $0,11 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$ мебошад.

Додаҳо:

$m = 10 \text{ кг},$
 $t_2 = 100^\circ\text{C},$
 $t_1 = 10^\circ\text{C},$
 $c = 0,11 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$
 $Q = ?$

Ҳал: Тағйироти ҳарорат (рас 3.23)

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 90^\circ\text{C}$$

аст. Бино бар ин Q -ро ин тавр меёбем:

$$Q = c m \Delta t = 10 \text{ кг} \cdot 0,11 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 90^\circ\text{C} = 99 \text{ ккал}.$$



1. Миқдори гармо ва энергияи дохилиро бо кадом воҳидҳо ифода мекунанд?
2. Воҳиди гармогунҷоиши хос чӣ гуна аст?
3. Гармогунҷоиши мис $380 \text{ Ҷ/кг}\cdot^\circ\text{C}$ аст. Ин чӣ маънӣ дорад?
4. Гармогунҷоиши хоси кадом модда аз ҳама зиёд аст?

Машқ

1. Барои ба $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кардани 500 г об чӣ миқдор гармо лозим аст? (Ҷавоб: 10 ккал).

2. Ҳангоми ба оби массааш 5 кг додани миқдори гармои 50 ккал ҳарорати он чӣ қадар зиёд мешавад? (Ҷавоб: 10°C).

3.10. Мизон (баланс)-и миқдори гармо

Ду ҷисми гуногунҳарорат агар бо ҳам дар тамос бошанд, то дами баробар шудани ҳароратҳошон гармои дохилиашонро тағйир медиҳанд. Ҷисми баландҳарорат қисми гармои худро ба ҷисми пастҳарорат медиҳад. Яъне энергияи дохилии ҷисми баландҳарорат бо мурури замон кам шуда, аз ин ҳисоб энергияи дохилии ҷисми пастҳарорат меафзояд ва дар натиҷа онҳо ба ҳарорати якхела соҳиб мешаванд. Дар асоси қонуни бақои энергия миқдори гармои талафдодаи ҷисми баландҳарорат (биёед онро бо Q_1 ишорат кунем) ба миқдори гармои ба ҷисми пастҳарорат додашаванда (онро бо Q_2 ишорат мекунем) баробар аст:

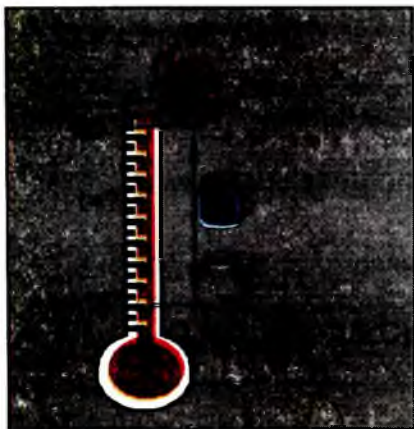
$$Q_1 = Q_2.$$

Биёед, бо m_1 массаи ҷисми баландҳарорат, бо c гармогунҷоиши он, бо t_1 ҳарорати ибтидоии ҷисм ва бо t ҳарорати интиҳории онро ишорат карда, миқдори гармои талафшуда Q_1 -ро ба шакли зер ифода кунем:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_1 - t).$$

Миқдори гармое, ки онро ҷисми массааш m_2 , ҳарорати ибтидоиаш t_2 , гармигунҷоишаш c_2 аз ҷисми гармтар мегирад, ин қадар хоҳад буд:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2).$$



Рас.3.24

Пас, дар асоси формулаи (1) ҳосил мекунем:

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2).$$

Масъалаи 1. Дар зарфи шишагини массааш 200 г, ҳарораташ 15 °С 100 г оби ҳарораташ 95 °С рехтанд (рас.3.24). Ҳарорати интиҳой ва миқдори гармои ба зарфи шишагин додасударо ёбед. Қимати гармогунҷоиши хосро аз ҷадв.3.2 гиред (саҳ. 53)

Додаҳо:

$$\begin{aligned} c_1 &= 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}, \\ m_1 &= 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}, \\ m_2 &= 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}, \\ t_1 &= 95 \text{ } ^\circ\text{C}, \\ t_2 &= 15 \text{ } ^\circ\text{C}, \\ c_2 &= 0,2 \text{ ккал/кг } \cdot ^\circ\text{C} \\ t &= ? \quad Q_2 = ? \end{aligned}$$

Ҳал: Энергияи камшудаи об ба зарф мегузарад:

$$Q_1 \text{ (миқдори гармои талафдодаи оби гарм)} = Q_2 \text{ (миқдори гармои қабулкардаи зарф)}.$$

Азбаски

$$Q_1 = c_1 m_1 (95^\circ\text{C} - t),$$

ва

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - 15^\circ\text{C})$$

ҳастанд, пас,

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2)$$

мешавад. Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} 0,1 \frac{\text{ккал}}{^\circ\text{C}} (95 \text{ } ^\circ\text{C} - t) &= 0,2 \frac{\text{ккал}}{^\circ\text{C}} (t - 15 \text{ } ^\circ\text{C}), \\ t &\approx 72,1 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Пас, зарф дар ин сурат ин қадар миқдори гармо мегирад:

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_2 c_2 (t - t_2) = \\ &= (0,2 \text{ кг}) \cdot \left(0,2 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}\right) \cdot (72,1 \text{ } ^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) \approx 2,28 \text{ ккал}. \end{aligned}$$

Масъалаи 2. 500 г оби ҳарораташ 15 °С-ро бо 100 г оби ҷӯшон омехтанд. Ҳарорати интиҳои об, миқдори гармои костаи оби ҷӯшон ва гармои қабулкардаи оби сардро ёбед.

Додаҳо:

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг},$$

$$m_2 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг},$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C},$$

$$t_2 = 15^\circ\text{C},$$

$$c = 1 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$t = ?$$

$$Q_1 = Q_2 = ?$$

Ҳал: Миқдори гармои талафдодаи оби ҷӯшон

$$Q_1 = cm_1 \cdot (100^\circ\text{C} - t)$$

асту миқдори гармои қабулкардаи оби сард

$$Q_2 = cm_2 \cdot (t - 15^\circ\text{C}).$$

Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$0,1 \cdot (100^\circ\text{C} - t) = 0,5 \cdot (t - 15^\circ\text{C}),$$

$$t \approx 29^\circ\text{C}.$$

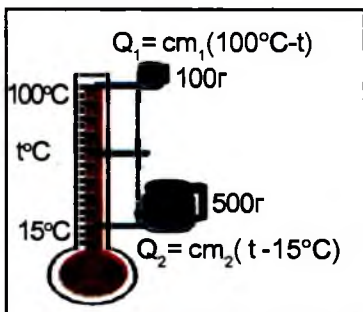
Миқдори гармои қабулкардаи оби сардро ин тавр меёбем:

$$Q_2 = cm_2 \cdot (t - 15^\circ\text{C}) =$$

$$= 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} (29^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 7 \text{ ккал},$$

$$Q_1 = Q_2 \approx 7 \text{ ккал}.$$

Ҳамин тариқ, оби ҷӯшон 7 ккал миқдори гармои худро ба оби сард медиҳад. Он гоҳ ҳарорати оби омехта ба 29 °С баробар мешавад.



Рас.3.25



1. Шумо мувозинати ҳароратии қисмҳоро чӣ шарҳ медиҳед?
2. Ҳарорати интиҳой гуфта чӣ гуна ҳароратро мефаҳманд?
3. Дар мавриди омехта кардани ду миқдор оби баробармасса, вале гуногунҳарорат ҳарорати интиҳои ро чӣ тавр меёбанд?

Машқ

1. Ҳарорати як истакон об дар натиҷаи ба он додани 30 Ҷ гармо чӣ қадар тағйир меёбад? Гунҷоиши истаконро 200 см³ гиред. (Ҷавоб: 0,03°С)



Рас.3.26

2. Дегдоне аз 150 дона хишти мас-саи ҳар якеш 5-килограмм сохта шудааст. Ҳангоми сард шудани дегдон ҳарорати он аз 70° С то ба 20°С паст шуд. Дар ин маврид чӣ миқдор гармо ба муҳити атроф дода шудааст? (Ҷавоб: 33000 кҶ)

3.11. Калориметр

Калориметр асбобест, ки ба воситаи он тағйироти миқдори гармо чен карда мешавад. Яке аз истифодаҳои калориметр муъайян кардани гармогунҷоиши хоси моддаҳо аст.

Калориметр аз ду зарфи филизии сайқалии дарунбадарун (1), чархчӯб (2) ва ҳароратсанҷ (3) иборат аст (рас.3.26). Фазаи ҳавоии (4) байни калориметр ва ҷилдзарф (зарфи калон) вазифаи маҳдудкунандаи додугирифтӣ гармо (изолятор)-ро адо мекунад. Дар санҷишҳои калориметрӣ муҳим аст, ки додугирифтӣ гармои калориметр ба муҳити атроф ҳарчӣ камтар бошад.

Санҷиш. Ба зарфи калориметр миқдори муъайяни об рехта, ҳарорати онро (то ибтидои санҷишҳо) чен мекунамд. Баъд ҷисмеро, ки гармогунҷоишаш чен карда мешавад, то ҳарорати муъайян гарм карда, онро ба зудӣ ба даруни оби калориметр меандозанд. То дами баробар шудани ҳароратҳо гармо (энергияи дохилӣ)-и ҷисм ба об ва калориметр мегузарад. Ҳарорати интиҳой, яъне ҳароратеро, ки дар он мувозинати гармоӣ муқаррар мешавад, чен карда, гармогунҷоиши ҷисм-ро ёфтан мумкин аст. Дар асоси шартҳои баробарии

Миқдори гармои талафдодаи ҷисм	=	Миқдори гармои гирифтани об	+	Миқдори гармои гирифтани калориметр
--------------------------------	---	-----------------------------	---	-------------------------------------

чунин навиштан мумкин аст:

$$Q_1 = Q_{2\text{ об}} + Q_{2\text{ калор.}} \quad (1)$$

Агар миқдори гармои ҳароратсанҷ ва ҷилдзарфро бо сабаби кам буданашон ба назар нагирем ва чунин пиндорем, ки чархчӯб ва калориметр аз ҳамон як навъ модда сохта шудаанд, пас, миқдори гармои гирифтаи калориметрро ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$Q_{\text{калор}} = c_k m_k (t - t_2). \quad (2)$$

Дар ин ҷо c_k ва m_k гармогунҷоиши хос ва массаи калориметр (зарфи хурд дар якҷоягӣ бо чархчӯб) ҳастанду, t_2 – ҳарорати ибтидоӣ ва t – ҳарорати интиҳой.

Миқдори гармое, ки об мегирад, ин аст:

$$Q_{2\text{об}} = c_{\text{об}} m_{\text{об}} (t - t_2). \quad (3)$$

Ин ҷо $c_{\text{об}}$, $m_{\text{об}}$ гармигунҷоиш ва массаи об мебошад. Миқдори гармои талафдодаи ҷисм

$$Q_1 = m_c c_c (t_1 - t) \quad (4)$$

аст. Дар ин ҷо m_c , c_c , t_1 масса, гармигунҷоиш ва ҳарорати ибтидоии ҷисманд.

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

$$m_c c_c (t_1 - t) = m_{\text{об}} c_{\text{об}} (t - t_{\text{об}}) + m_k c_k (t - t_{\text{об}}).$$

Ҳамин тавр, мо қиматҳои m_c , m_k , $m_{\text{об}}$, $c_{\text{об}}$, c_x -ро истифода карда, ҳароратҳои t_1 , t_2 , t -ро чен карда, гармогунҷоиши ҷисм c_c -ро ёфта метавонем.

Масъалаи 1. Гармогунҷоиши хоси хӯлаеро муъайян кардан лозим аст. Хӯлаи массааш 120 г-ро то ҳарорати 530 °С гарм карда, ба зудӣ ба даруни 400 г оби ҳарораташ 10 °С андохтанд. Массаи зарфи калориметри алюминӣ дар якҷоягӣ бо чархчӯби алюминӣ 200 г аст. Миқдори гармои гирифтаи ҳароратсанҷ ва ҷилдзарфро ба эътибор нагиред. Ҳарорати интиҳой 30 °С, гунҷоиши хоси алюмин 0,2 ккал/кг.°С ва об 1 ккал/кг.°С мебошанд.

Додаҳо:

$$m_{\text{ч}} = 120 \text{ г} = 0,12 \text{ кг},$$

$$m_{\text{об}} = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг},$$

$$m_{\text{к}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг},$$

$$c_{\text{об}} = 0,22 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C}$$

$$t_{\text{к}} = 530 \text{ °C},$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C},$$

$$t_{\text{об}} = t = 10 \text{ °C},$$

$$t = 30 \text{ °C},$$

$$c_{\text{х}} = ?$$

Ҳал: Миқдори гармое, ки онро оби калориметр гирифтааст,

$$Q_{\text{об}} = c_{\text{об}} m_{\text{об}} (t - t_{\text{об}}) =$$

$$= 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 0,4 \text{ кг} (30 \text{ °C} - 10 \text{ °C}) = 8 \text{ ккал}$$

асту миқдори гармое, ки онро чархчӯб ва калориметр гирифтаанд,

$$Q_{\text{к}} = c_{\text{к}} m_{\text{к}} (t - t_{\text{к}}) =$$

$$= 0,22 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 20 \text{ °C} = 0,88 \text{ ккал}.$$

Миқдори гармои талафдодаи хӯла ин қадар аст:

$$Q_{\text{х}} = c_{\text{х}} m_{\text{х}} (t_{\text{х}} - t) =$$

$$= c_{\text{х}} 0,12 \text{ кг} \cdot (530 \text{ °C} - 30 \text{ °C}) = c_{\text{х}} 0,12 \text{ кг} \cdot 500 \text{ °C} = 60 \text{ кг} \cdot \text{°C} c_{\text{х}}.$$

Азбаски $Q_{\text{х}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{к}}$

аст, пас,

$$Q_{\text{х}} = 8 \text{ ккал} + 0,88 \text{ ккал} = 8,88 \text{ ккал}$$

ё ин ки

$$c_{\text{х}} \approx 0,15 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C}.$$

Масъалаи 2. Ба болои 500 г оби зарфи калориметр, ки ҳарораташ 15 °C аст, 200 г оби ҷӯшон рехтанд. Дар натиҷаи санҷиш маълум шуд, ки ҳарорати интиҳои калориметр 35 °C аст. Миқдори гармои аз оби ҷӯшон гирифтаи 1) калориметр ва 2) оби зарфу калориметрро ёбед. ($c_{\text{об}} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C}$).

Додаҳо:

$$m_{\text{об}} = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг},$$

$$m_{\text{ч}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг},$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C},$$

$$t_{\text{х}} = 15 \text{ °C},$$

$$t_{\text{ч}} = 100 \text{ °C},$$

$$t = 35 \text{ °C}$$

$$Q_{\text{ч}} = ? \quad Q_{\text{об}} = ?$$

Ҳал: 1) Миқдори гармое, ки оби ҷӯшон талаф медиҳад, ин аст:

$$Q_{\text{ч}} = c_{\text{об}} m_{\text{об}} (t_{\text{ч}} - t) =$$

$$= 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (100 \text{ °C} - 35 \text{ °C}) = 13 \text{ ккал}.$$

2) Миқдори гармие, ки оби зарфи калориметр мегирад, ин аст:

$$Q_{об} = c_{об} m_{об} (t - t_{об}) =$$
$$= 1 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{кг} (35^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 10 \text{ ккал.}$$

Азбаски $Q_ч = Q_{об} + Q_к$ аст, пас чунин натиҷа ҳосил мешавад:

$$Q_к = Q_ч - Q_{об} = 3 \text{ ккал.}$$



1. Бо калориметр чӣ гуна бузургиҳоро чен мекунанд?
2. Миқдори гармии талафдодаи ҷисмро чӣ тавр меёбанд?
3. Оё гармии талафдодаи ҷисм бе асар гум мешавад?

Машқ

1. Баъди ба калориметри 100-гиромии мисини дорои 738 гиром оби ҳарораташ 15°C андохтани миспораи 200-гиромии ҳарораташ 100°C , ҳарорати умумӣ 17°C шуд. Гармогунҷоиши хоси мис чӣ қадар аст?
2. Барои муъайян кардани гармигунҷоиши хоси хӯла 200 гироми онро то ҳарорати 500°C гарм карда, ба калориметри биринҷии массааш 150 г, ки андарунаш оби ҳарораташ 15°C дошт, андохтанд. Баъди чанде дар калориметр ҳарорати 70°C муқаррар шуд. Гармогунҷоиши хоси хӯларо ёбед.

3.12. Энергияи сӯзишворӣ. Гармои сӯзиши сӯзишворӣ

Сӯзиши муқаррарӣ фароянди оксидшавӣ мебошад. Дар натиҷаи сӯзиш ин ё он миқдор гармо (энергия) хориҷ мегардад. Ҳангоми сӯхтани сӯзишвории муқаррарӣ (ба монанди ангишт, нафт, газ ва м.ин.) атомҳои карбони таркиби сӯзишворӣ бо атомҳои оксигени ҳаво пайваст мешаванд. Ду атоми оксиген бо атоми карбон пайваст шуда, молекулаи карбонат ҳосил мекунанд. Дар ин гуна воқуниш (реаксия)-и кимиёӣ миқдори муъайяни гармо хориҷ мегардад. (Воқуниши кимёиеро, ки дар

натиҷаи он гармо хориҷ мешавад, *вокуниши экзотермӣ* меноманд). Миқдори гармои ҳангоми сӯзиш ҷудошуда бо бузургии гармои сӯзиши сӯзишворӣ тавсиф дода мешавад.

Миқдори гармоеро, ки ҳангоми пурра сӯхтани 1 кг сӯзишворӣ хориҷ мешавад, гармои хоси сӯзиши сӯзишворӣ меноманд.

Гармои хоси сӯзиши сӯзишворӣ маъмулан бо ҳарфи q ишорат мешавад. Дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) сӯзиши сӯзишвориро бо воҳиди Ч/кг ифода мекунанд. Агар миқдори гармои хоси 1 кг сӯзишворӣ маълум бошад, миқдори гармои хориҷшавандаро барои миқдори дилхоҳи сӯзишворӣ ёфтан осон аст. Барои ин массаи сӯзишвории истифодашударо ба миқдори гармои сӯзиш зарб задан мебояд:

$$Q = q m.$$

Дар ин ҷо Q миқдори умумии гармои хориҷшуда асту m — массаи сӯзишворӣ.

Дар ҷадв. 3.3 миқдори гармои хоси сӯзиши баъзе моддаҳо оварда шудааст (натиҷаҳои таҷрибавӣ).

Ҷадв. 3.3. Миқдори гармои сӯзиши сӯзишворӣ, Ч/кг (q)			
Чӯби хушк	$10 \cdot 10^6$	Ангишти чӯб	$34 \cdot 10^6$
Торф	$14 \cdot 10^6$	Гази табиӣ	$44 \cdot 10^6$
Ангиштсанг	$30 \cdot 10^6$	Нафт	$40 \cdot 10^6$
Алкул (спирт)	$27 \cdot 10^6$	Бензин	$46 \cdot 10^6$
Кокс	$29 \cdot 10^6$	Карасин	$46 \cdot 10^6$
Антрацит	$30 \cdot 10^6$	Ҳидроген	$120 \cdot 10^6$

Масъалаи 1. Аз сӯхтани 1т ангиштсанг ва 100 кг карасин чӣ қадар гармо хориҷ мешавад?

Додаҳо:
 $m_1 = 1000 \text{ кг,}$
 $m_2 = 100 \text{ кг}$
 $Q_1 = ? \quad Q_2 = ?$

Ҳал: Аз қадв. 3.3 қимати q -ро барои ангишт ва карасин гирифта (барои ангиштсанг $q = 30000 \text{ кҶ/кг,}$ барои карасин $q = 46000 \text{ кҶ/кг}$ аст), мебинем, ки миқдори гармии Ҳангоми сӯхтани 1000 кг ангиштсанг хориҷшаванда ин қадар аст:

$$Q_1 = q m = 30000000 \text{ кҶ} = 3 \cdot 10^7 \text{ кҶ.}$$

Миқдори гармое, ки Ҳангоми сӯхтани 100 кг карасин ҳосил мешавад, ин аст :

$$Q_2 = q m = 46000000 \text{ кҶ} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ кҶ.}$$

Масъалаи 2. 0,25 ҳиссаи энергияи сӯзишворӣ дар муҳаррики мошин ба кори фоиданок сарф мешавад. Ин мошин бо 40 кг сӯзишворӣ чӣ қадар кор иҷро мекунад? Гармои сӯзиши сӯзишворӣ $q = 44000 \text{ кҶ/кг}$ аст.

Додаҳо:
 $\eta = 0,25,$
 $m = 40 \text{ кг,}$
 $q = 44000 \text{ кҶ/кг}$
 $A = ?$

Ҳал: Кори иҷрокардаи мошин

$$A = \eta Q$$

мебошад. Азбаски

$$Q = q m$$

аст, бино бар ин ҳосил мекунем:

$$A = \eta q m = 0,25 \cdot 44000 \text{ кҶ /кг} \cdot 40 \text{ кг} = 440000 \text{ кҶ} = 4,4 \cdot 10^5 \text{ кҶ.}$$



1. Гармои сӯзиши сӯзишворӣ чист?
2. Гармои сӯзиши ангиштсанг 30000 кҶ/кг аст. Ин чӣ маънӣ дорад?
3. Миқдори гармоеро, ки Ҳангоми сӯзиши миқдори дилхоҳи сӯзишворӣ хориҷ мешавад, чӣ тавр меёбанд?

Машқ

1. $1,5 \text{ кг}$ алкул (спирт)-ро бо 1 кг бензин омехтанд. Ҳангоми битамом сӯхтани ин сӯзишворӣ чӣ миқдор гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: $\sim 0,86 \cdot 10^5 \text{ кҶ}$).
2. Чӣ қадар ангиштсангро сӯхтан мебояд, ки $4,5 \cdot 10^4 \text{ кҶ}$ гармо хориҷ гардад? (Ҷавоб: 15 кг).
3. Ҳангоми сӯхтани 6 кг борут 22800 кҶ энергия хориҷ шуд. Гармои хоси сӯзиши борутро баҳодед кунед. (Ҷавоб: $3,8 \cdot 10^6 \text{ кҶ/кг}$)

Масъалаҳои тестӣ

1. Оё энергияи механикии пурра дар сурати вучуд доштани сойиш беасар талаф меёбад?

- А. Энергияи механикии пурра беасар ғайб мезанад.
- В. Энергияи потенциали боқӣ мемонаду энергияи кинетикӣ нест мешавад.
- С. Энергияи механикии пурра қисман ё пурра метавонад ба энергияи дохилӣ табдил ёбад.
- Д. Энергияи кинетикӣ боқӣ мемонад, энергияи потенциали кам мешавад.

2. Оё ҷисм аз ҳисоби иҷро кардани кор гарм мешавад?

- А. Гарм намешавад.
- В. Кори баробар ба 4,186 Ҷ метавонад ҳарорати 1 г обро 1К зиёд кунад.
- С. Кори баробар ба 4,186 Ҷ метавонад ҳарорати 1 кг обро 1 °С зиёд кунад.
- Д. Кори баробар ба 4,186 Ҷ метавонад ҳарорати 1 кг обро 1°С паст кунад.

3. Энергияи дохилии ҷисм чист?

- А. Энергияи ҳаракати ҷисм аст.
- В. Энергияи ҳаракат ва энергияи потенциалии ҷисм аст.
- С. Энергияест, ки метавонад кор иҷро кунад.
- Д. Энергияи ҳаракат ва таъсири мутақобили зарраҳои таркиби ҷисм аст.

4. Ҳарорати - 47 °С дар миқёси Келвин ба чанд келвин рост меояд?

А) 226 К; В) 320 К; С) - 226 К; Д) - 320 К.

5. Адади молекулаҳои оксиген дар ҳаҷме $3,05 \cdot 10^{23}$ аст. Энергияи дохилии онро барои ҳарорати 37 °С ёбед.

А) 3906 Ҷ; В) 1957 Ҷ; С) 1857 Ҷ; Д) 1927 Ҷ.

6. Падидаи гармигузаронӣ чӣ тавр рӯй медеҳад?

- А. Гармӣ аз ҷисми гарм ба ҷисми хунук мегузарад.
- В. Гармиро ҷисми хунук аз ҷисми гарм ҷазб карда мегирад.
- С. Рӯйдоди гармигузаронӣ таҳвили энергияи ҳаракати ҳарорати молекулаҳост.
- Д. Гармигузаронӣ ҳаракати озоди ботартибонаи молекулаҳост.

7. Тобиш (нурафканӣ) чист?

- А. Нақли гармо аз ҷисми гарм ба ҷисми сард бо роҳи гармигузаронӣ.

В. Нақли гармо бо роҳи ҳамрафти гармову ҳаво (конвексия).
С. Кам шудани ҳарорати ҷисм бо роҳи гармигузаронӣ ва ҳамрафти гармову ҳаво.

Д. Нақли гармо аз як ҷой ба ҷои дигар ба василаи мавҷи электромагнитӣ.

8. Дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (SI) миқдори гармо бо кадом воҳид ифода карда мешавад?

А) Нютон; В) Ҷ/кг ; С) Ҷ ; Д) Н.м/кг .

9. Воҳиди гармигунҷоиши хос чӣ гуна аст?

А) Ҷ/кг ; В) $\text{Ҷ/кг}\cdot^\circ\text{С}$; С) кал/г ; Д) $\text{кал/}^\circ\text{С}$.

10. Ба ду зарфи яххела, ки яке об ва дигаре равшан доранд, гармои яххела доданд. Миқдори об ва равшан яххела аст. Оё дар сурати ба ҳарду зарф додани гармои яххела ҳароратҳои интиҳои мوءҳо фарқ мекунанд?

($C_{об} = 1 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{С}$; $C_{рав} = 0,47 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{С}$)

А) $t_{об} > t_{рав}$; В) $t_{об} = t_{рав}$; С) $t_{об} < t_{рав}$; Д) $t_{об} \geq t_{рав}$.

11. Барои ҳарорати 1 кг обро аз $+10^\circ\text{С}$ то $+90^\circ\text{С}$ зиёд кардан ба он чӣ миқдор гармо додан лозим аст? ($c_{об} = 1 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{С}$).

А) 5000 кал; В) 6000 кал; С) 8000 кал; Д) 80000 кал.

12. Барои аз ҳарорати 10°С то 60°С гарм кардани филизпораи 1-килограмм ба он миқдори гармои 5500 кал доданд. Гармигунҷоиши хоси филизпора чӣ қадар аст?

А) 0,2 кал/г $^\circ\text{С}$; В) 0,6 кал/г $^\circ\text{С}$; С) 0,5 кал/г $^\circ\text{С}$; Д) 0,11 кал/г $^\circ\text{С}$.

13. 200 г оби ҳарораташ 10°С -ро бо 160 г оби ҳарораташ 100°С омехтанд. Ҳарорати интиҳои оби омехтаре ёбед.

А) $54,4^\circ\text{С}$; В) $53,4^\circ\text{С}$; С) $41,4^\circ\text{С}$; Д) $64,4^\circ\text{С}$.

14. 100 л оби ҳарораташ 10°С -ро бо оби ҳарораташ 60°С омехтанд. Барои он ки ҳарорати оби омехта 40°С шавад, миқдори оби гарм ва оби сард бояд чӣ қадарӣ бошад?

А) 60 л; 40 л; В) 80 л; 20 л; С) 70 л; 30 л; Д) 10 л; 90 л.

15. Пӯлодпорае аз баландии 500 м ба рӯи Замин афтид. Агар чунин пиндорем, ки 5% энергияи механикии пӯлодпора ба энергияи дохилӣ табдил меёбад, ҳарорати он ҳангоми ба Замин задан чанд градус ($^\circ\text{т}$) баланд мешавад? ($c = 500 \text{ Ҷ/кг}\cdot^\circ\text{С}$).

А) 1°С ; В) $0,5^\circ\text{С}$; С) $1,5^\circ\text{С}$; Д) 6°С .

Чанд масъала

1. Қисми массааш 2 кг ҳангоми аз баландии 50 м ба Замин афтидан 5% энергияи худро барои бартараф кардани муқовимати ҳаво сарф кард. Агар чунин пиндорем, ки ҳама энергияи талафдодаи қисм барои гарм кардани қисм сарф шудааст, энергияи дохилии қисм чӣ қадар тағйир меёбад? (Ҷавоб: ≈ 50 Ҷ)

2. Энергияи дохилии гази хайёлиё (гази идеалиё), ки аз 10^{23} молекула иборат аст, ҳангоми 10°C зиёд шудани ҳарораташ чӣ қадар меафзояд? (Ҷавоб: ≈ 21 Ҷ).

3. Миқдори гармоеро ёбед, ки ҳангоми аз 90°C то 20°C паст шудани ҳарорати 20 кг пӯлод хориҷ мегардад. (Ҷавоб: ≈ 700 кҶ).

4. Ҳангоми 1 дақ сойиш додани ду қисми пӯлодини массаи ҳар якеаш 200 г ҳарорати онҳо то 30°C афзуд. Тавони миёнаи амали сойиш доданро ёбед.

5. Пораи сурбе аз баландии 400 м афтид. Агар чунин пиндорем, ки 4% энергияи механикии ин сурбпора ба энергияи дохилиаш табдил ёфтааст, ҳарорати сурбпора то лаҳзаи ба сатҳи Замин расидан чанд градус баланд мешавад? ($c = 140$ Ҷ/кг. $^\circ\text{C}$). (Ҷавоб: $\approx 1,1^\circ\text{C}$).

6. Тири сурбӣ аз мили туфанг бо суръати 200 м/с част. Агар 84% энергияи кинетикии тир ба энергияи дохилии он табдил ёбад, вай чанд градус гарм мешавад?

7. 300 г равшани ҳарораташ 80°C -ро бо 100 г равшани ҳарораташ 20°C омехтанд. Ҳарорати интиҳоиро ёбед. (Ҷавоб : 65°C).

8. 100 г оҳани ҳарораташ 120°C -ро ба 400 г оби ҳарораташ 20°C андохтанд. Ҳарорати интиҳоиро ёбед. ($c_{\text{оҳ}} = 0,1$ кал/г. $^\circ\text{C}$; $c_{\text{об}} = 1$ кал/г. $^\circ\text{C}$). (Ҷавоб: $22,4^\circ\text{C}$).

9. Миқдори гармоеро ёбед, ки он барои ба ҷӯш овардани 500 г оби 20°C -градусӣ зарур аст ($c_{\text{об}} = 1$ кал/г. $^\circ\text{C}$). (Ҷавоб: 168 кҶ).

10. Агар пораи 200-гиромии мисини ҳарораташ 210°C ба зарфи обдори алюминии калориметр, ки массааш 180г ва ҳарораташ 11°C аст, андохта шавад, ҳарорати интиҳоии он чӣ қадар мешавад? Массаи оби калориметрро 800 г гиред.

БОБИ 4. ВАСЕЪШУДИ ҲАРОРАТИ

4.1. Васеъшуди хаттии ҷисмҳои сахт

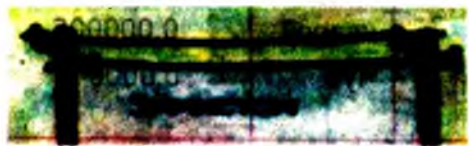
Биёд, падидаҳои аз гармӣ васеъ шудани ҷисмҳоро ба ёд биёрем: сақои пӯлодине, ки аз даруни ҳалқа озодона мегузашт (ниг. "Физика, 7"), баъди гарм кардан аз ҳамон ҳалқа намегу-



Рас.4.1



Рас.4.2



Рас.4.3

зарад (рас.4.1); симҳои телефон, симҳои барқ-расони сари симчӯбҳо тобистон ҳалта зада, зими-стон кашида (таранг) мешаванд (рас.4.2 ва 4.3) ва ғ.

Сабаби чунин рӯй-додҳо ба ҳарорат бастагӣ доштани андозаи ҷисмҳо мебошад. Вобаста ба ҳарорат молекулаҳои ҷисм нисбат ба ҳамдигар мавқеъи муъайян ишғол мекунанд ва бо суръати мувофиқ ба ҳарорат бефосила ҷунбучул мекунанд (мечунбанд). Чӣ қадаре ки ҳарорат зиёд бошад, суръати миёнаи ҳаракати молекулаҳо ва масофаи байни онҳо ҳамон қадар зиёд мешавад. Ҳамин

аст сабаби зиёд шудани андозаи ҷисмҳо бо афзоиши ҳарорат.

Зиёд шудани андозаи хаттии ҷисмҳои сахтро ҳангоми афзудани ҳарорати онҳо васеъшуд (васеъшавӣ)-и хаттии ҳароратӣ мегӯянд.

Хуб, васеъшуди хаттии ҳароратӣ ба кадом бузургиҳо бастагӣ дорад?

Дар таҷриба муқарраф шудааст, ки бузургии баробар ба нисбати дарозии афзудаи ҷисм Δl бар дарозии аввалии он l_0 ба бузургии афзоиши ҳарорат Δt мутаносиб аст:

$$\frac{\Delta l}{l} = \beta \Delta t. \quad (1)$$

Дар ин ҷо β зариб (коэффисент)-и васеъшуди хаттии ҷисм аст ва он ба хосиятҳои моддаи ҷисм вобастагӣ дорад. Ҳамин тавр, агар ҷисмро гарм карда, ҳарорати онро ба қадри Δt афзоиш диҳем, дарозии он ин қадар меафзояд:

$$\Delta l = \beta l \Delta t. \quad (2)$$

Ҷадв.4.1

Модда	Зариби васеъшуди хаттӣ, 1/град	Модда	Зариби васеъшуди хаттӣ, 1/град
Сурб	0,000029	Пӯлод	0,000009
Алумин	0,000025	Бетон	0,000012
Нуқра	0,000019	Шиша	0,000009
Биринҷӣ (латун)	0,000018	Пластик	0,000009
Мис	0,000017	Шишаи кварсӣ	0,000005
Оҳан	0,000012	Чӯб	0,000010

Зариби васеъшуди хаттии ҷисмҳо ададан ба он гуна бузургии афзоиши дарозии ҷисм баробар аст, ки онро ҷисми дарозиаш 1 воҳид ҳангоми ба қадри як градус гарм кардан соҳиб мешавад, Ченаки β 1/град (1/°C) аст. Зариби васеъшуди хаттӣ барои моддаҳои гуногун дар ҷад. 4.1. оварда шудааст.

Зариби васеъшуди хаттӣ ба ҳарорат вобастагии суст дорад. Аз ин рӯ дар соҳаи тағйироти начандон зиёди ҳарорат онро ба эътибор нагирифтани мумкин аст.

Масъалаи 1. Симҳои мисини дарозиашон 1м ва 2м-ро аз ҳарорати 20 °C то 120 °C гарм карданд. Онҳо чӣ қадарӣ дароз мешаванд (рас.4.4) ?

Ҳал: Қимати зарифи васеъшудӣ мисро аз ҷадвали 4.1 гирифта ($\alpha = 0,000017 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), дар асоси формулаи

Додаҳо:

$$l_1 = 1 \text{ м,}$$

$$l_2 = 2 \text{ м,}$$

$$t_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta l_1 = ? \quad \Delta l_2 = ?$$

$$\Delta l = \beta l \Delta t$$

қимати Δl - ро барои милаҳои $l_1 = 1 \text{ м}$ ва $l_2 = 2 \text{ м}$ меёбем:

1) $\Delta l_1 = 0,0017\text{м} = 1,7 \text{ мм;}$

2) $\Delta l_2 = 0,0034\text{м} = 3,4 \text{ мм.}$

Ҳамин тавр, дар мавриди якхела будани афзоиши ҳарорат милаи 2-метра нисбат ба милаи 1-метра ду бор зиёдтар дароз мешавад.



Рас .4.4

Масъалаи 2. Дарозии сими алумини сари симчӯбҳо тобистон (ҳарорати сим 50 °C) нисбат ба зимистон (ҳарорати сим 0 °C) 0,25м зиёд мешавад. Дарозии умумии сими барои рӯзҳои зимистон ва тобистон ёбед ($\beta = 0,000025 \text{ град}^{-1}$).

Ҳал: Аз формулаи $\Delta l = \beta l_0 \Delta t$

l_0 - ро ёфта, ҳосил мекунем:

$$l_0 = \Delta l / \beta \Delta t = 0,25 / (0,000025 \cdot 50) = 200\text{м.}$$

Барои тобистон

$$l_0 + \Delta l = 200, 25 \text{ м.}$$

Додаҳо:

$$t_1 = 50 \text{ } ^\circ\text{C,}$$

$$\beta = 0,000025 \text{ град}^{-1}$$

$$t_2 = 0 \text{ } ^\circ\text{C,}$$

$$\Delta l = 0,25 \text{ м}$$

$$l_0 = ?$$

Масъалаи 3. Дарозии хаткашаки оҳанини ҳарораташ 0 °C 100 см аст. Агар ҳарорат -15 °C шавад, хаткашак чӣ қадар ҷуғтоҳ мешавад? агар 40 °C баланд шавад чӣ? ($\beta = 0,000012 \text{ град}^{-1}$).

Машқ

1. Найчаи латунии ҳарораташ 20°C 2м дароз буд. Вақте ки найчаро то ҳарорати 100°C гарм карданд, дарозии он 3,2 мм зиёд шуд. Зариби васеъшудӣ хаттии найча чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $\sim 2 \cdot 10^{-6}$)

2. Дарозии хаткашакҳои алюминий ва пулодин дар ҳарорати 0°C мувофиқан 159 см ва 160 см буд. Дар кадом ҳарорат дарозии ҳар ду сим якхела мешавад? (Ҷавоб: 770°C).

4.2. Лавҳаҳои дуфилизи (биметаллӣ)

Дар мавриди гарм кардани қисми сахти якҷинса агар ҳама қисмҳои қисм як хел гарм шаванд, он қисмҳо як хел васеъ мешаванд ва қисмҳои шакли худро нигоҳ медоранд. Вале агар қисмҳои қисм нобаробар гарм шаванд, онҳо қисм метавонанд ин ё он сӯ

каҷ шаванд, мисли он ки найчаи шишагине, ки як сараш маҳкам аст, гоҳи гарм кардан каҷ мешавад (рас. 4.6). Сабаб ин аст, ки поёни шиша нисбат ба болои он бештар дароз мешавад.

Васеъшудӣ хаттии моддаҳо гуногун аст. Хосияти ҳархела будани зариби васеъшудӣ хаттии маводи гуногун дар санҷиши ҳарорат ва "идора" кардани он истифода мешавад. Ду тас-



Рас.4.6



Рас.4.7

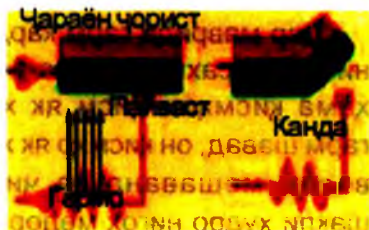
маи филизии якхелаеро, ки аз филизоти гуногун бурида, рӯйҳам часпонда шудаанд (рас.4.7), барои чен кардани ҳарорат ё барои низоми додани қори олатҳои ҳарорати истифода кардан мумкин аст. Ин гуна лавҳаҳо *лавҳаҳои дуфилизи* меноманд. Истифодаи

лавҳаҳои дуфилизи бар он асос ёфтааст, ки ҳар яке аз ду “варақи” он гоҳи то ҳамон як ҳарорат гарм шудан ба дараҷаи гуногун меёзад ва вобаста ба он ки кадом варақ бештар дароз шудааст, лавҳа ин ё он сӯ ҳам (каҷ) мешавад. Мисоли ҳароратсанҷи дуфилизи дар рас.4.8 тасвир шудааст. Ҷузъи асосии ин ҳароратсанҷро лавҳаи дуфилизи ташкил медиҳад, ки як нӯги он маҳкам аст ва нӯги дигараш бо ақрабак пайваст мебошад. Ин ақрабак ҳангоми гарму сард шудани ҳарорат тағйироти онро нишон медиҳад.



Рас.4.8

Дар рас.4.9 тарҳи содашудаи гармореле тасвир ёфтааст. Ҷузъи асосии гарморелеро низ лавҳаи дуфилизи ташкил медиҳад: ин лавҳа вазифадор аст, ки гоҳи аз ҳадди муайян зиёд шудани ҳарорати муҳит чараёни барқро қатъ гардонад ва гоҳи паст шудани ҳарорат олатҳои гармоишро ба манбаъи барқ пайвандад.



Рас.4.9



Рас.4.10



1. Сабаб чист, ки ҷисм ҳангоми нобаробар гарм шудани қисмҳои шакли худро тағйир медиҳад?
2. Лавҳаи дуфилизи чист?
3. Сохти ҳароратсанҷи дуфилизи ва гарморелеро шарҳ диҳед.

Супориш:

Дар рас.4.10 сохти гармореле тасвир шудааст. Тарзи кори онро шарҳ диҳед.

4.3. Васеъшуди ҳароратии ҳаҷми ҷисмҳои сахт

Дар васеъшуди ҳароратӣ бо зиёд шудани андозаи ҳаттии ҷисмҳои сахт ҳаҷми онҳо низ меафзояд. Тағйироти ҳаҷми ҷисмҳо бо формулаи

$$\Delta V = \gamma V \Delta t$$

ифода карда мешавад. Дар ин ҷо ΔV тағйироти ҳаҷм аст; γ —зариби васеъшуди ҳаҷмӣ, V —ҳаҷми ибтидоӣ ва Δt —тағйироти ҳарорат. Барои ҷисмҳои сахте, ки дар ҳама самтҳо хосиятҳои якхела зоҳир мекунанд, зариби васеъшуди ҳаҷмӣ γ ададан ба бузургии сечандаи зариби васеъшуди ҳаттӣ баробар аст:

$$\gamma = 3\beta.$$

Бино бар ин вобастагии тағйироти ҳаҷми ҷисмҳо ба ҳарорат ин тавр ифода карда мешавад:

$$\Delta V = 3\beta V \Delta t.$$

Таҷриба нишон медиҳад, ки барои ёзиш додан (дароз кардан)-и ҷисми сахт ба он бо қувваи зиёди боруна таъсир расонидан меояд. Масалан, барои ёзиш додани милаи пулодини буриши арзиаш 1 см^2 ба қадри $0,0005 \ell$, ба он бо қувваи 10000 Н таъсир расонидан лозим меояд. Аммо барои ҳамон қадар васеъ кардани ҷисм онро то ҳарорати $50 \text{ }^\circ\text{C}$ гарм кардан зарур аст. Аз тарафи дигар, мила ҳангоми гарм кардан ба ҷисми ба он қарс гузошташудаи дигар метавонад то 100 кПа фишор оварад.

Васеъшуди ҷисмҳои сахт дар сохтмони иншооти техникӣ ба ҳисоб гирифта мешавад. Масалан, як тарафи пул (кӯпрук) дар рӯи чархакҳои махсус дар ҳоли озод гузошта мешавад (рас.4.11), то ки он ҳангоми гарму сард шудани ҳаво дарозу



Рас. 4.11

кӯтоҳ шуда тавонад. Релсҳои роҳи оҳанро тавре меҳобонанд, ки фосилаи байни нӯғҳои ҳар қитъа камобеш ҳолӣ бошад. Ин гуна мисолҳо бисёранд.

Яке аз моддаҳои, ки зарби васеъшудӣ хаттии хеле кам ($\beta=0,000051/^\circ\text{C}$) дорад, шишаи кварсӣ аст. Чунин шиша аз гарм карданҳои сард карданҳо кам осеб мебинад. Масалан, агар ба рӯи зарфи тафсонаи кварсӣ оби сард резад ҳам, он намешиканад, ҳол он ки шишаи муқаррарӣ ин гуна камбудӣ дорад.



Рас.4.12

Як мисол. Ҳаҷми тахтасанги бетонӣ ҳангоми 0°C будани ҳарорат 2 м^3 аст (рас.4.12). Агар ҳарорати тахтасанг то 30°C зиёд шавад, ҳаҷми он чӣ қадар меафзояд?

Додаҳо:

$V = 2\text{ м}^3,$
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$
 $t = 30^\circ\text{C}$
 $\beta = 0,000012\text{ 1}/^\circ\text{C}$
 $\Delta V = ?$

Ҳал: Васеъшудӣ ҳаҷми бетон

$$\Delta V = \gamma V \Delta t$$

мебошад. Азбаски $\gamma = 3\beta$ аст, бинобар ин

$$\Delta V = 3\beta V \Delta t = 0,000036 \cdot 2 \cdot 30\text{ м}^3 = 0,00216\text{ м}^3 = 21600\text{ см}^3.$$

Як мисоли дигар. Зарфи оҳанини ҳаҷмаш

100л аз ҳарорати 10°C то 50°C бо таъсири нури офтоб гарм шуд. Ҳаҷми зарф чӣ қадар меафзояд? ($\beta = 0,000012\text{ 1}/^\circ\text{C}$)

Додаҳо:

$t_1 = 10^\circ\text{C}$
 $t_2 = 50^\circ\text{C}$
 $V = 100\text{ л.}$
 $\Delta V = ?$

Ҳал: Васеъшудӣ ҳаҷми зарфро ин тавр меёбем (рас.4.13):

$$\Delta V = 3\beta V \Delta t = 3 \cdot 0,000012 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 100\text{ л} \cdot 40^\circ\text{C} = 0,144\text{ л.}$$



1. Зарби васеъшудӣ ҳаҷмӣ аз зарби васеъшудӣ хаттӣ чӣ фарқ дорад?
2. Чаро дар байни релсҳои роҳи оҳан ва м.ин. фосилаҳои ҳолӣ мегузоранд?
3. Чаро зарфи шишагин ҳангоми бо зудӣ гарму сард кардан мешиканад, аммо зарфи кварсӣ намешиканад?



Рас.4.13

Машқ

1. Туникаи пӯлодини росткунҷашакли масоҳаташ 4 м^2 ва ҳарораташ $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ро то ҳарорати $400 \text{ }^\circ\text{C}$ гарм мекунад. Масоҳати он чӣ қадар тағйир меёбад? (Ҷавоб: 288 см^2).

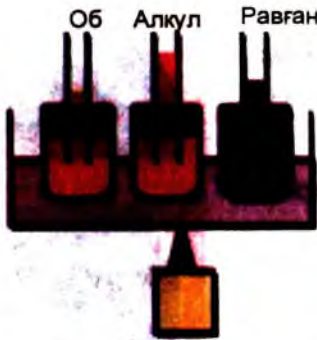
2. Ҳаҷми бетон дар ҳарорати 0°C 10 м^3 аст. Ҳангоми то ҳарорати $30 \text{ }^\circ\text{C}$ гарм кардани бетон ҳаҷми он чӣ қадар тағйир меёбад? (Ҷавоб: 108000 см^3).

4.4. Васеъшудии ҳаҷмии моеъҳо

Ба сабаби он ки моеъҳо ва газҳо шакли худро нигоҳ дошта

наметавонанд, барои онҳо васеъшудии ҳаҷмӣ маънӣ надорад.

Санҷиш нишон медиҳад, ки дар сурати кам будани тағйироти ҳаҷм ΔV (яъне кам будани ΔV нисбат ба ҳаҷми аввала V) таъносиби



Рас.4.14

$$V = \theta V \Delta t$$

барои моеъҳо низ дуруст аст. Вале зарифи васеъшудии ҳаҷмӣ θ барои моеъҳо нисбат ба ҷисмҳои сахт хеле зиёд мебошад. Моеъҳои гуногун

вобаста ба хосияти сохти молекулии атомҳои ҳар хел васеъ мешаванд. Масалан, агар ҳаҷмҳои якхелаи об, глисерин (равған) ва алкул (спирт)-ро то ҳарорати муъайян гарм кунем, мебинем, ки ҳаҷми об аз ҳама кам, вале алкул аз ҳама зиёд тағйир меёбад (рас. 4.14). Зарифи васеъшудии ҳаҷмӣ барои баъзе моеъҳо дар қадв.4.2 оварда шудааст.

Қадв. 4.2

Модда	θ ($1/^\circ\text{C}$)	Модда	θ ($1/^\circ\text{C}$)
Эфир	0,00166	Бензин	0,00095
Алкули этил	0,0011	Глитсерин	0,0005
Карасин	0,001	Об	0,00021
Равған	0,00072	Турушаи сулфат	0,00056
Симоб	0,00018	Нафт	0,00095

Аксари моеъҳо ҳангоми афзудани ҳарорат нисбатан муназзамона васеъ мешаванд. Вале об хосиятҳои ғайриодӣ дорад. Дар соҳаи байни $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ то $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ гоҳи гарм кардан ҳаҷми об бо афзоиши ҳарорат кам мешавад. Баъд дар ҳароратҳои беш аз $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ вобастагии ҳаҷми об ба ҳарорат рафтори муқаррарӣ мегирад. Об зичии зиёдтаринро дар ҳарорати қариб $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ соҳиб мешавад (рас.4.15). Ба ҳамин сабаб дар кӯлҳо ва ҳавзҳо танҳо сатҳи болоии об ях мебандад.



Рас .4.15

Масъалаи 1. Ҳаҷми карасин ҳангоми гарм кардан $\Delta V = 20\text{ см}^3$ афзуд (рас.4.16). Миқдори гармои сарфшударо ёбед ($\rho_k = 0,8\text{ г/см}^3$).

Додаҳо:
 $\Delta V = 20\text{ см}^3$,
 $\rho = 0,8\text{ г/см}^3$
 $Q = ?$

Ҳал: Миқдори гармои сарфшуда

$$Q = c_k m \Delta t$$

мебошад. Дар ин ҷо c_k гармогунҷоиши хоси карасин асту m – массаи карасин ва Δt – афзоиши ҳарорат. Азбаски

$$\Delta V = \theta V \Delta t$$

аст, бино бар ин

$$\Delta t = \Delta V / \theta V$$

мешавад. Ҳамин тавр, ҳосил мекунем:

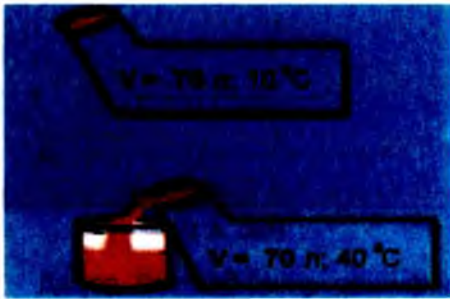
$$Q = \frac{c_k m \cdot \Delta V}{V \theta} = \frac{c_k \rho_k \Delta V}{\theta}$$

Бузургии гармогунҷоиши хоси карасин c_k ва зарифи васеъшудани он θ – ро аз ҷадвалҳои 3.2 (саҳ.53) ва 4.1 (саҳ.68) гирифта, меёбем:

$$Q = 33,6\text{ Ҷ.}$$



Рас . 4.16



Рас.4.17

10 °C то 40 °C гарм шудан, ҳаҷми карасин ба қадри

Масъалаи 2. Зарфи ҳаҷмаш 70л лабрэзи карасини ҳарораташ 10°C аст (рас.4.17). Бо таъсири шуоъҳои Офтоб карасин то ҳарорати 40 °C гарм шуд. Чанд литр карасин аз зарф берун мерезад?

Ҳал: Ҳангоми аз ҳарорати

$$\Delta V = \theta V \Delta t$$

меафзояд. Қимати θ -ро барои карасин аз ҷадвали 4.2 гирифта, ҳосил мекунем:

$$\Delta V = 0,001 \cdot 70 \text{ л} \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C} = 2,1 \text{ л}.$$

Додаҳо:

$$V = 70 \text{ л},$$

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

$$t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = ?$$

?

1. Сабаби вобаста ба ҳарорат бештар афзудани ҳаҷми моеъҳо нисбат ба ҳаҷми ҷисмҳои сахт дар чист?
2. Вобастагии ҳаҷми об ба ҳарорат дар соҳаи ҳароратҳои 0 °C то 4 °C ва баъд аз 4 °C чӣ гуна рафтор дорад?

Машқ

1. Ҳаҷми бензин ҳангоми гарм кардан 40 см³ афзуд. Миқдори гармои сарфшударо ёбед ($\rho_g = 0,71 \text{ г/см}^3$).
2. 100 см³ оби ҳарораташ 10 °C бо таъсири шуоъҳои Офтоб то ҳарорати 40°C гарм шуд. Ҳаҷми об чӣ қадар зиёд шудааст?

4.5. Вобастагии ҳаҷми газ ба ҳарорат

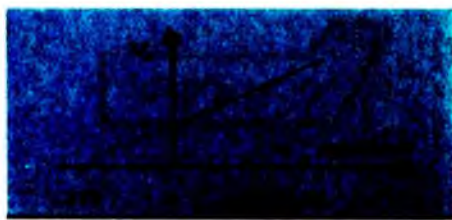
Ҳаҷми газ низ (монанди ҳаҷми моеъ ва ҷисми сахт) ба ҳарорат бастагӣ дорад ва он бо афзоиши ҳарорат меафзояд. Олими фаронсаӣ Гей-Луссак (1778-1850) вобастагии ҳаҷми газро ба ҳарорат бевосита дар таҷриба омӯхта, муқаррар кардааст, ки ҳангоми дойимӣ будани фишори газҳо P зариби васеъшудии ҳаҷми газҳо қимати

$$\alpha = 1 / 273 \text{ }^\circ\text{C} \approx 0,0036 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

дорад. Ва тағйироти ҳаҷми газ ΔV бо тағйироти ҳарорат



Рас. 4.18



Рас. 4.19

ΔV дар мавриди дойимӣ будани фишор чунин бастагӣ дорад (рас.4.18):

$$\Delta V = \alpha V_0 \Delta t, \quad (1)$$

яъне тағйироти ҳаҷми газ ба тағйироти ҳарорат мутаносиб аст.

Ин қонунро қонуни Гей–Луссак меноманд. Биёед, ҳаҷми газро дар ҳарорати $t = 0^\circ\text{C}$ бо V_0 ва дар ҳарорати t бо V_t ишорат карда ($\Delta V = V_t - V_0$), формулаи (1)-ро ба шакли зер нависем:

$$V_t - V_0 = \alpha V_0 t \quad (2)$$

ё ин ки

$$V_t = V_0(1 + \alpha t). \quad (3)$$

Формулаи (2) вобастагии ҳаҷми газ V_t -ро ба ҳарорат дар сурати бо градусҳои миқёс (шкала)-и Селсий овардани t ифода мекунад. Дар рас.4.19 нигора (график)-и вобастагии ҳаҷми газ ба ҳарорат тасвир ёфтааст.

Ҳамин тавр, ҳангоми бо $^\circ\text{C}$ ифода кардани ҳарорат ҳаҷм дар ҳарорати $t = 0^\circ\text{C}$ сифрӣ нест, вале дар мавриди бо миқёси Келвин ифода кардани ҳарорат ($T = t + 273$) ҳаҷми газ ба ҳарорати мутлақ T мутаносиб аст. Дар ҳақиқат, дар формулаи (2) t -ро ба $t = T - 273$ иваз карда, ҳосил мекунем:

$$V_t = \alpha V_0 T. \quad (4)$$

Масъалаи 1. Гази ҳаҷмаш 5 л-ро дар фишори дойимӣ аз 0°C то 100°C гарм карданд. Ҳаҷми он чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:

$$V_0 = 5 \text{ л,}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,0036 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$V = ?$$

Ҳал: Аз шarti масъала мо қимати V_0 , t_1 ва t_2 - ро медонем. Онҳоро ба формулаи

$$V = V_0(1 + \alpha t_2)$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$V = 5 \text{ л} (1 + 0,0036 \cdot 100) = 5 \cdot 1,36 \text{ л} = 6,8 \text{ л.}$$

Масъалаи 2. Зарф дар ҳарорати 27 °C 100 л ҳаво дорад. Ҳарорати мутлақро ёбед, ки дар он ҳаҷми газ то ба 50 л дар фишори доимӣ фишурда мешавад.

Додаҳо:

$$T_1 = 273 + 27 = 300\text{K},$$

$$V_1 = 100\text{л},$$

$$\frac{V_2 = 50\text{л}}{T_2 = ?}$$

Ҳал: Ҳаҷми ҳаво дар ҳарорати T_1

$$V_1 = V_0 \alpha T_1$$

ва дар ҳарорати T_2

$$V_2 = V_0 \alpha T_2$$

аст. V_2 - ро ба V_1 тақсим мекунем:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_0 \alpha T_2}{V_0 \alpha T_1} = \frac{T_2}{T_1},$$

ба ин хулоса меоем:

$$T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = 150\text{K}.$$

Масъалаи 3. Ҳаҷми газ дар пуфак дар ҳарорати 7°C 3л аст. Ҳангоми -73 °C будани ҳарорат дар фишори доимӣ ҳаҷми газ чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:

$$T_1 = 273 + 7 = 280\text{K},$$

$$T_2 = 273 - 73 = 200\text{K},$$

$$\frac{V_1 = 3.0\text{л}}{V_2 = ?}$$

Ҳал: Ҳаҷми пуфак дар ҳарорати T_1

$$V_1 = \alpha V_0 T_1$$

ва дар ҳарорати T_2

$$V_2 = \alpha V_0 T_2$$

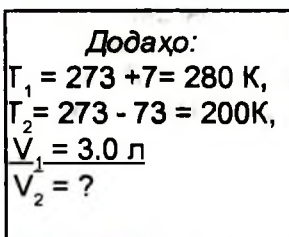
аст. Пас,

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = 2,14\text{л аст (рас.4.21)}.$$

1. Зариби васеъшудӣ ҳаҷми газҳои гуногун чист? Шарҳ чӣ гуна аст?
2. Ҳаҷми газро вобаста ба ҳарорат дар миқёс (шкала) и Селсий чӣ тавр ифода мекунанд? дар миқёси Келвин чӣ?



Рас. 4. 20



Рас. 4. 21

Машқ

1. Ҳангоми 30 К гарм кардани ҳаво дар фишори дойимӣ ҳаҷми он 10 % зиёд шуд. Ҳарорати аввалаи ҳаво чӣ қадар будааст? (Ҷавоб: 300 К).

2. Дар ҳарорати 273 °С ҳаҷми газ 100 л аст. Ҳамон газ дар ҳарорати 819 °С ҳангоми дойимӣ мондани фишор чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? (Ҷавоб: 200 л).

4.6. Вобастагии фишори газ ба тағйироти ҳарорат

Дар мавриди дойимӣ будани ҳаҷми газ фишори он вобаста ба тағйироти ҳарорат тағйир меёбад. Ин фишор бо афзудани ҳарорати газ меафзояд. Хотирнишон мекунем (ниг. "Физика, 7"), ки афзоиши фишор вобаста ба ҳарорат бо афзоиши энергияи кинетикӣ (суръат)-и молекулаҳо алоқаманд мебошад. Ҳангоми дойимӣ мондани ҳаҷми газ тағйироти фишор ΔP ба тағйироти ҳарорат Δt ва фишори аввала P_0 мутаносиб аст:

$$\Delta P = \alpha P_0 \Delta t. \quad (1)$$

Дар ин ҷо α зариб (коэффисент)-и ҳароратии афзоиши фишор мебошад. Санҷиш нишон дод, ки α барои ҳамаи газҳо

$$\alpha = 1/273 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 0,0036 \text{ } 1/^\circ\text{C}$$

аст. Ҳамбастагии фишор бо ҳароратро олими фаронсавӣ Ч.Шарл с.1787 муқаррар кардааст. Агар ҳарорати ибтидоии газро $t = 0$, фишори онро P_0 гӯем, он гоҳ тағйироти фишор $\Delta P = P_t - P_0$ -ро алоқамандона бо тағйироти ҳарорат $\Delta t = t - t_0 = t$ метавонем ба шакли зайл нависем:

$$P_t - P_0 = \alpha P_0 t \quad (2)$$

ё ин ки

$$P_t = P_0 (1 + \alpha t). \quad (3)$$

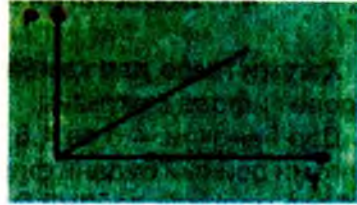
Дар ин ҷо P_t фишори газ дар мавриди t будани ҳарорати он аст. Формулаи (3) вобастагии фишорро ба ҳарорат дар мавриди бо градусҳои Селсий (°С) овардани t ифода мекунад.

Нигора (график)-и ҳамбастагии фишор бо ҳарорат (бо градусҳои Селсий °С) ҳангоми дойимӣ мондани ҳаҷм дар рас.4.22 тасвир шудааст.

Дар мавриди бо миқёси Келвин ифода шудани ҳарорат дар



Рас.4.22



Рас.4.23

формулаи (3) $t = T - 273$ гузошта, ҳосил мекунем:

$$P = \alpha PT. \quad (4)$$

Нигораи вобастагии фишори газ ба ҳарорат барои мавриди дойимӣ будани ҳаҷм дар рас.4.23 оварда шудааст.

Ҳамин тавр, рафтори фишор ва ҳаҷми газ бо ҳарорат ба ҳамдигар монанд мебошад. Қонунҳои Гей-Люссак ва Шарл ҳосиятҳои газҳоро ифода мекунанд.

Масъала. Фишори газ дар ҳарорати $27\text{ }^\circ\text{C}$ ба 5 атм баробар аст. Фишори ҳамон газро барои ҳарорати $127\text{ }^\circ\text{C}$ ёбед (ҳаҷми газро дойимӣ пиндоред).

Додаҳо:
 $T_1 = 300\text{ К}$
 $P_0 = 5\text{ атм}$
 $T_2 = 400\text{ К}$
 $P_1 = ?$

Ҳал: Фишори газ дар ҳарорати T_1

$$P_1 = \alpha P_0 T_1$$

асту дар ҳарорати T_2

$$P_2 = \alpha P_0 T_2.$$

P_2 -ро ба P_1 тақсим мекунем:

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{5\text{ атм} \cdot 400\text{ К}}{300\text{ К}} = 6,66\text{ атм}.$$



1. Тағйироти фишор ба чӣ гуна бузургиро бастагӣ дорад?
2. Фишори газ бо ҳарорати Селсий чӣ гуна алоқамандӣ дорад?
3. Фишори газ ба ҳарорати мутлақ чӣ тавр вобаста аст?

Машқ

1. Дар ҳарорати 0°C фишорро $0,65\text{ атм}$ пиндошта, нигораи вобастагии фишори газро ба ҳарорат дар мавриди аз $0\text{ }^\circ\text{C}$ то $100\text{ }^\circ\text{C}$ гарм шудани он созед.

2. Агар фишори газ дар ҳарорати $0\text{ }^\circ\text{C}$ ба $0,9\text{ атм}$ баробар бошад, дар ҳарорати $136,3\text{ }^\circ\text{C}$ чӣ қадар мешавад? (Ҷавоб: $1,35\text{ атм}$).

4.7. Вобастагии фишори газ ба ҳаҷми он

Ҳолати газро дар ҳамбастагӣ бо бузургии фишор, ҳаҷм ва ҳарорат ифода мекунанд.

Дар бандҳои 4.5 ва 4.6 вобастагии ҳаҷми газ ба ҳарорат ҳангоми дойимӣ будани фишор ва вобастагии фишор ба ҳарорат дар мавриди дойимӣ будани ҳаҷм муойина гардид.

Фарояндҳоро, ки ҳангоми дойимӣ мондани фишори газ рӯй медиҳанд, фарояндҳои *изобарӣ* мегӯянд.

Рӯйдодро, ки дар он ҳаҷми газ собит мемонад, фароянди *изохорӣ* номидаанд.

Фароянде, ки дар он ҳарорати газ собит мемонад, фароянди *изотермӣ* ном гирифтааст.

Олими англис Р.Бойл (1627-91) ва олими фаронсави Мариотт (1620-84) вобастагии фишори газро ба ҳаҷм бевосита дар таҷриба омӯхта, новобаста аз яқдигар дарёфтанд, ки дар мавриди дойимӣ будани ҳарорати газ T фишори он ба ҳаҷми ишғолкардаш мутаносиби чаппа мебошад:

$$P = \frac{\text{const}}{V} \quad (1)$$

Бигзор, дар мавриди собит будани ҳарорати як миқдор газ фишори он P_1 бошад ҳаҷми он V_1 ва дар мавриди ба V_2 баробар кардани ҳаҷми газ фишори он P_2 шавад. Он гоҳ дар заминаи формулаи (1) ҳосил мекунем:

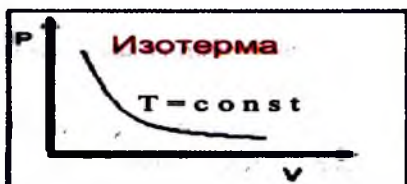
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (2)$$

ё ин ки

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (3)$$

Ҳамин тариқ, дар асоси қонуни Бойл–Мариотт барои миқдори интихобкардаи газ ҳосили зарби фишори газ ва ҳаҷми он дар мавриди собит мондани ҳарорат бузургии дойимӣ мебошад.

Нигораи изотерма, яъне ҳамбастагии фишор ба ҳаҷм барои мавриди собит мондани ҳарорат дар расми 4.24 оварда шудааст.



Рас. 4.24

Масъалаи 1. Дар фишори 2 атм газ ҳаҷми 20 л-ро ишғол мекунад. Ҳангоми 5 атм будани фишор он газ чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? Ҳароратро доимӣ пиндоред.

Додаҳо:
 $P_1 = 2$ атм,
 $V_1 = 20$ л,
 $P_2 = 5$ атм
 $V_2 = ?$

Ҳал: Дар асоси формулаи (3)

$$V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2} \quad (4)$$

аст. Ба формулаи (4) додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$V_2 = 8 \text{ л.}$$

Масъалаи 2. Ду зарф дорем, ки яке ҳаҷми 5 л дорад ва пури ҳавост бо фишори 3 атм ва дигаре ҳаҷми 1 л дорад ва холӣ аст. Дар сурати пайваст кардани зарфҳо фишори умумии онҳо чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:
 $V_1 = 5$ л,
 $P_1 = 3$ атм,
 $V' = 1$ л
 $P_2 = ?$

Ҳал: Баъди пайваст кардани зарфҳо миқдори муъайяни ҳавои даруни зарфи якум то дами якхела шудани фишорҳо ба зарфи дуюм гузашта, ҳаҷми умумии

$$V_2 = V_1 + V'$$

-ро ишғол мекунад. Бино бар ин аз рӯи формулаи (3) барои фишори муқарраршуда ҳосил мекунем:

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = 2,5 \text{ атм.}$$



1. Фарояндҳои изобарӣ ва изохорӣ чӣ гуна фароянданд? фароянди изотермӣ чӣ?
2. Қонуни Бойл--Мариотт чиро ифода мекунад?

Машқ

1. Изотермаи $PV = 10 \text{ атм} \cdot \text{см}^3$ -ро дар коғазе тасвир созед, ки ҳар як хоначаи он ҳамчени як воҳиди фишор ва як воҳиди ҳаҷм бошад.

2. Кураи ҳавой бо газ то фишори 1 атм пур карда шуд ва вақте ки сар дода шуд, хеле боло рафт. Агар фишори газ дар боло 0,7 атм бошад, ҳаҷми кура чанд бор тағйир меёбад? Кураи ҳавой аз маводи чандир (резин) сохта шудааст. Ҳароратро тағйирнопазир пиндоред.

Масъалаҳои тестӣ

1. Агар болти оҳанин ва сӯрохии печбуридаи мисин гарм бошанд, болтро дар ин сӯрох тоб дода даровардан осон аст. Чаро?

А) Ҳангоми гарм кардани болт ҳаҷми он хурд мешавад, вале ҳаҷми сӯрох меафзояд.

В) Ҳангоми гарм кардан сатҳи болти оҳанин кам шуда, сатҳи сӯрох меафзояд.

С) Зариби васеъшудии оҳан нисбат ба зариби васеъшудии мис кам аст; бино бар ин андозаи мурвати мисин нисбат ба болти оҳанин бештар зиёд мешавад.

2. Дарозии хаткашаки мисин дар ҳарорати 0°C 50 см аст. Агар ҳароратро то 35°C зиёд кунем, хаткашак чӣ қадар дароз мешавад? ($\beta = 0,000018 \text{ } 1/^\circ\text{C}$).

А) 0,3 мм; В) 0,4 мм; С) 0,03 мм; Д) 0,4 мм.

3. Дарозии хаткашаки мисин дар ҳарорати 0°C 1 м аст. Агар ҳарорат то -25°C паст шавад, дарозии хаткашак чӣ қадар тағйир меёбад? ($\beta = 0,000018 \text{ } 1/^\circ\text{C}$).

А) 0,45 мм; В) 0,2 мм; С) 0,03 мм; Д) 0,3 мм.

4. Сими оҳанини дарозиаш 10 м-ро аз ҳарорати 10°C то 110°C гарм карданд. Сим чӣ қадар дароз мешавад? Зариби васеъшудии хаттии оҳанро $\beta = 0,000012 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ гиред.

А) 1,2 см; В) 0,12 см; С) 0,18 см; Д) 0,0018 см.

5. Зариби васеъшудии хаттии қисми саҳт аз зариби васеъшудии ҳаҷмии он барои моддаҳои, ки хосияташон дар ҳама самт якхеланд, чӣ фарқ дорад?

А) Фарқе надорад – онҳо айни якдигаранд.

В) Зариби васеъшуди ҳаҷмӣ ба бузургии сечандаи зариби васеъшуди хаттӣ баробар аст.

С) Зариби васеъшуди ҳаҷмӣ бо зариби васеъшуди хаттӣ алоқамандие надорад.

Д) Зариби васеъшуди ҳаҷмӣ ба дараҷаи сёюм (куб)-и зариби васеъшуди хаттӣ баробар аст.

6. Ҳаҷми параллелөпипеди пӯлодин дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ба 2 м^3 баробар аст. Агар онро то ҳарорати $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кунанд, ҳаҷмаш чӣ қадар тағйир меёбад? ($\beta = 0,000009\text{ }1/\text{ }^{\circ}\text{C}$).

А) $0,022\text{ м}^3$; В) $0,030\text{ м}^3$; С) $0,0022\text{ м}^3$; Д) $0,0030\text{ м}^3$.

7. Истакони ҳаҷмаш 200 см^3 -ро бо обе пур карданд, ки ҳарорати $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ дорад. Агар ҳарорати обро то $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ зиёд кунем, чӣ қадар об берун мөрөзад? ($\theta = 0,00021\text{ }1/\text{ }^{\circ}\text{C}$).

А) $11,68\text{ см}^3$; В) $1,68\text{ см}^3$; С) $21,0\text{ см}^3$; Д) $2,10\text{ см}^3$.

8. Ҳаҷми газ дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 100 л аст. Дар сурати то $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кардани газ ҳаҷми он чӣ қадар мешавад? Фишори газро собит пиндорөд.

А) $\approx 0,65\text{ л}$; В) $\approx 7,3\text{ л}$; С) $\approx 0,07\text{ л}$; Д) $\approx 1,3\text{ л}$.

9. Ҳаҷми газ дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ба 20 л баробар аст. Дар ҳарорати $273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ин ҳаҷм чӣ қадар мешавад?

А) 30 л ; В) 20 л ; С) 40 л ; Д) 50 л .

10. Фишори газ дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 700 мм Hg (миллиметри сутунҷаи симобӣ) бошад, дар ҳарорати $136,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ чӣ қадар мешавад? Ҳаҷми газро дойимӣ пиндорөд ($\alpha = 1/273\text{ }^{\circ}\text{C}$).

А) 1000 мм Hg ; В) 1050 мм Hg ; С) 2030 мм Hg ; Д) 950 мм Hg .

Чанд масъала

1. Сими алумини дaрoзиaш 100 м-рo аз ҳарoрaти 5 °С to 55°С гарм кaрдaнд. Дaрoзии он чӣ қaдaр тағйир мeёбaд? (Ҷaвoб:12,5 см).

2. Бa ниммeҳвaри мoшини сабуқрaв фeлaк (пoдшипник) шинондaн лoзим aст. Қутри мeҳвaр 7,033 см aсту қутри дoхилии ҳaлқa 7,000 см . Ҳaлқaрo тo кaдoм ҳарoрaт гарм кaрдaн мeбoяд? (Мeҳвaр вa фeлaк oҳaнинaнд). (Ҷaвoб: 414 °С).

3. Курaи пӯлoдини ҳaчмaш 250 см³-рo аз ҳарoрaти 20 °С to ҳарoрaти 220 °С гарм кaрдaнд. Ҳaчми он чӣ қaдaр мeaфзoяд? (Ҷaвoб:13,5 см³).

4. Рoҳи мoшингaрди бeтoнӣ аз тaхтaсaнгӯи дaрoзиaшoн 20 м coхтa шудaaст. Фoсилаи бaйни тaхтaсaнгӯ бoяд чӣқaдaрӣ бoшaд, ки дaр сурaти тағйир eфтaни ҳарoрaт дaр ҳудуди аз – 20°С to 50 °С рoҳ пaстубaлaнд нaшaвaд?

5. Кaрaсин дaр ҳарoрaти 10 °С ҳaчми 1000 л-рo ишғoл мeкунaд. Дaр ҳарoрaти 60 °С чӣ? (Ҷaвoб: 1050 л).

6. Дaр мaхзaн-вaгoни рoҳи oҳaн 50 000 л нaфтрo аз Архaнгeлск (дaр ҳарoрaти 0 °С) бa Душaнбe oвaрдaнд. Ҳарoрaти ҳaвo дaр Душaнбe 30 °С бoд. Ҳaчми нaфт дaр Душaнбe чӣ қaдaр зиeд мeшaвaд? (Ҷaвoб: 1425 л).

7. Гaзи ҳарoрaтaш 0 °С вa ҳaчмaш 100 л-рo чaнд грaдус сaрд кaрдaн мeбoяд, ки ҳaчмaш 50 л шaвaд? (Ҷaвoб:–135 °С).

8. 10 л гaзрo бe тағйири фишoр аз ҳарoрaти 0 °С to 136 °С гарм мeкунaнд. Гaз пaс аз гарм кaрдaн чӣ қaдaр ҳaчмрo ишғoл мeкунaд? (Ҷaвoб: 15 л).

9. Гaз дaр ҳарoрaти 0 °С фишoри 2 aтм (1 aтм=1, 013 Н/ м²) дoрaд. Агaр гaзрo тo ҳарoрaти 68 °С гарм кунaнд, фишoри он чӣ қaдaр мeшaвaд? (Ҷaвoб: 2,5 aтм).

10. Ҳaчми гaз дaр ҳарoрaти 0 °С 100 л aст. Ин ҳaчм дaр ҳарoрaти 273 °С чӣ қaдaр зиeд мeшaвaд? Ҳaчмрo сoбит (дoй-имӣ) пиндoрeд. (Ҷaвoб: 200 л).

БОБИ 5. ҲОЛАТҲОИ ВОГАРДИШ (ҲОЛАТҲОИ АГРЕГАТӢ)-И МОДДАҲО

5.1. Ҳолатҳои вогардиши моддаҳо

Тавре ки ба мо маълум аст, моддаҳо дар се ҳолати вогардишӣ вомехӯранд—моеъ, сахт, газшакл.

Ҳолатҳои вогардишӣ бо тарзи ҷойгирифтаи молекулаҳо алоқаманд мебошанд. Аз ҳамон як навъи молекулаҳо вобаста ба тарзи ҷойгирифтаи онҳо модда метавонад дар ҳолати сахтӣ, моеъ ва ҳолати газӣ пайдо шавад. Ях, об, бухор аз ҷумлаи мисолҳои аенианд, ки аз ҳамон як навъ молекулаҳо таркиб ёфтаанд. Зичии об дар ҳарорати $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $958,4\text{ кг/м}^3$, вале зичии бухори он $0,596\text{ кг/м}^3$ аст. Барои рӯшан гардонидани масъала ба ёд меорем, ки зичии модда ба ҳосили зарби массаи молекула m ба адади молекулаҳои воҳиди ҳаҷм (концентратсияи молекулаҳо) n баробар аст:

$$\rho = m n.$$

Бо назардошти он ки молекулаҳои об ва бухори он якхеланд, нисбати адади молекулаҳои об дар воҳиди ҳаҷм бар миқдори ҳаҷмии молекулаҳои бухор

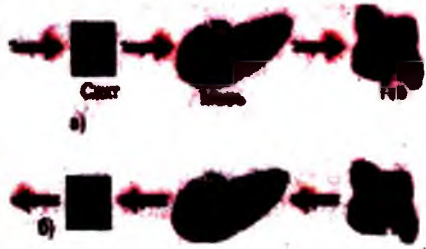
$$\frac{\rho_{\text{об}}}{\rho_x} = \frac{958,4\text{ кг/м}^3}{0,596\text{ кг/м}^3} = 1600$$

мебарояд, яъне миқдори ҳаҷмии молекулаҳои H_2O дар об назар ба миқдори молекулаҳои бухори об 1600 бор зиёд аст.

Монанди ҳамин, зичии гази оксиген $1,43\text{ кг/м}^3$ аст. Вале зичии оксигени моеъ, ки аз газ бо усули сард кардан ва фишурдан ҳосил мешаванд, ба 1140 кг/м^3 баробар аст. Пас, миқдори ҳаҷмии молекулаҳои оксигени моеъ нисбат ба молекулаҳои гази оксиген қариб 800 бор зиёд аст.

Ҳамин тариқ, масофаи байни молекулаҳои газҳо нисбат ба масофаи байни молекулаҳои ҷисмҳои сахт борҳо зиёд мебошад. Аз ҷумла, масофаи байни молекулаҳои H_2O дар бухори он нисбат ба масофаи байни ҳамин молекулаҳо дар об қариб 12 бор зиёд аст. Ва вобаста ба шароит ҳамон як модда метавонад сахт, моеъ ва ё газ бибошад.

Ҳангоми аз як ҳолати вогардиш ба ҳолати дигари вогардиш гузаштани модда энергияи дохилии он тағйир меёбад. Барои аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ ва аз ҳолати моеъ ба ҳолати газӣ табдил додани модда ба он гармо (энергия) додан мебоҷад (рас.5.1, а).



Рас.5.1

Ва, баръакси ин, гармо (энергия)-и моддаро гирифта, газро ба моеъ ва моеъро ба қисми сахт табдил додан мумкин аст (рас.5.1,б).

Ҳамин тариқ, як ҳолати вогардиши моддаро ба ҳолати дигар табдил додан имконпазир аст.



1. Ҳолати вогардиши модда бо кадом бузургиро алоқамандӣ дорад?
2. Дар мавриди маълум будани миқдори ҳаҷмии молекулаҳои моеъ миқдори ҳаҷмии молекулаҳои газро чӣ тавр муъайян кардан мебоҷад? миқдори ҳаҷмии молекулаҳо чисмро дар ҳолати сахтӣ чӣ?

Машқ

1. Миқдори ҳаҷмии молекулаҳои атомҳои алюминро муъайян кунед. Зичии алюминро $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ва массаи атомии онро $4,48 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ гиред. (Ҷавоб: $6 \cdot 10^{29} \text{ м}^3$).
2. Миқдори ҳаҷмии молекулаҳои бухори симоб (Hg) дар ҳаво $3 \cdot 10^{16} \text{ молекула/м}^3$ аст. Зичии онро ёбед ($m = 3,34 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$). (Ҷавоб: 10^{-4} кг/м^3).

5.2. Гудозиш

Ҳолати вогардиши модда ба ҳарорати он ва фишори аз берун таъсиркунанда вобастагӣ дорад. Ҳангоми гарм кардани қисмҳои сахт онҳо аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ ва аз ҳолати моеъ ба ҳолати газӣ мегузаранд.

Табдили моддаро аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ гудозиш (гудоз, гудохт) меноманд.



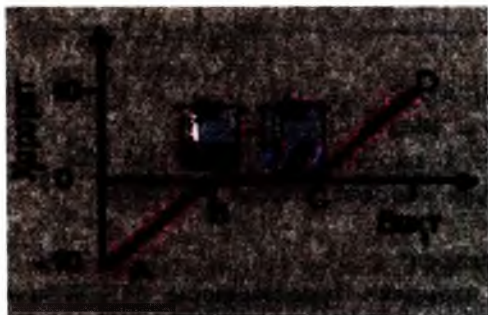
Рас.5.2

Ба ёд меорем, ки ҷисмҳои сахт аз ҷиҳати сохт ду навъанд — булӯринсохтор (кристаллӣ) ва аморфисохтор (ё худ бешакл). Дар ҷисмҳои булӯринсохтор атомҳо бо як низоми муъайян ҷойгиранд. Дар ҷисмҳои аморфӣ зарраҳои ташкилдиҳандаи онҳо бе-

тартибона ҷой гирифтаанд, яъне низоми муъайян надоранд. Барои гудохтани ҷисми булӯринсохтор онро то ҳарорати муъайян гарм кардан мебояд: дар ин ҳарорат ҷисм аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ мегузарад.

Ҳароратеро, ки дар он модда гудохта мешавад, ҳарорати гудозиш меноманд.

Ҳарорати гудозиш барои моддаҳои гуногун ҳархела аст ва бо хосиятҳои физикии модда бастагӣ дорад. Масалан, нафталин дар ҳарорати 80°C , натрий дар 98°C , қалъагӣ дар 232°C , ях дар ҳарорати 0°C ва ғ. гудохта мешаванд. Ҳангоми гарм кардани моддаи булӯрӣ ҳарорати он то ибтидои гудозиши ҷисм меафзояд, вале дар ҳоли гудозишашон ҳарорат баланд намешавад. Яъне дар ҳамон як ҳарорат модда метавонад дар як вақт ҳам дар ҳоли сахтӣ бошад, ҳам дар ҳоли моеъ. Ҳарорати модда дар ин маврид собит мемонад (рас.5.2).



Рас.5.3

Аммо баъди он ки моддаи сахт пурра ба моеъ табдил ёфт, ҳарорати он афзуда метавонад.

Биеёд, нигораи гудозиши яхро мавриди муойина қарор диҳем. Агар ҳарорати ях то ибтидои гарм кардан -10°C бошад,

бо зиёд кардани муддати гармоиш ҳарорати он то 0°C меафзояд (рас.5.3, қитъаи АВ). Дар ҷараёни пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорати 0°C дойимӣ мөмонад (қитъаи ВС). Баъди гудохт боз ҳарорат бо афзоиши муддати гармкард меафзояд (қитъаи СД). Дар ҷадв. 5.2 ҳарорати гудозиш (сахтшуд)-и моддаҳои гуногун оварда шудааст.

Ҷадв. 5.2

Модда	Ҳарорати гудозиш, $^{\circ}\text{C}$	Модда	Ҳарорати гудозиш, $^{\circ}\text{C}$
Ангишт	3300	Рух	419
Волфрам	3370	Сурб	327
Платина	1774	Висмут	271
Оҳан	1535	Арзиз	
Чӯян	1200	(қалъағӣ)	232
Мис	1083	Калий	63
Тилло	1063	Ях	0
Латун	1000	Симоб	-39
Нуқра	961	Оксиген	-219
Биринҷӣ	900	Ҳидроген	-253
Алумин	658	Ҳелий	-272
Бензол	5,5	Алкул	
Мағний	650	(спирт)	-144



1. Гудозиш (гудохт) чист?
2. Ҳарорати гудозиш чист?
3. Яхи ҳарораташ 0°C дар чӣ гуна шароит ба оби соҳиби ҳамин гуна ҳарорат табдил меёбад?

Супориш

1. Навъи моддаҳои гуногунро, ки ҳарорати гудозишашон аз 0°C кам аст, номбар карда, сабаби асосан, дар шакли моеъ ва газ дучор омадани онҳоро баён кунед.

5.3. Сахтшуди моддаҳои булӯринсохтор (моддаҳои кристаллӣ)

Фароянди сахтшуд фароянди баръакси гудозиш мебошад. Моддаҳои кристаллӣ дар ҳар ҳарорате, ки гудохта шаванд, дар ҳамон ҳарорат сахт мешаванд.

Аз ҳолати моеъ ба ҳолати сахтӣ гузаштани моддаро сахтшуд (сахтшавӣ) меноманд.

Биёед, барои муқриси нигораи фароянди гудозишро хотирнишон кунем. Дар рас.5.4 нигораи гудозиши нафталин, яъне вобастагии ҳарорати нафталин ба муддати гармодиҳӣ тасвир шудааст.

Аввал ҳарорати нафталин бо афзоиши муддати гармоиш то ба 80°C меафзояд. Дар ҳарорати 80°C нафталин ба гудозиш сар мекунад. Ва дар давоми вақте, ки нафталин гудохта мешавад, ҳарорат дойимӣ мемонад (қитъаи уфуқии ВС). Баъди гудохта шудани нафталин бо афзудани муддати гармодиҳӣ ҳарорати нафталини моеъ меафзояд (қитъаи СД).

Акнун рафти сард шудани нафталинро бинем (рас.5.5). Бо афзоиши муддати сардшуд дар аввал ҳарорати нафталин кам мешавад (қитъаи ДС). Вақте ки ҳарорати нафталин то 80°C паст

шавад, фароянди булӯриш (кристаллизатсия) сар мешавад. Ин маврид ба қитъаи СВ рост меояд ва дар ин қитъа то лаҳзаи сахт шудани нафталин ҳарорати он дойимӣ мемонад. Баъди сахт шудан ҳарорати нафталин боз бо афзоиши муддати сардшуд кам мешавад.

Қисми булӯринсохтор дар ҳар ҳарорате, ки гудохта шавад, дар ҳамон ҳарорат сахт мешавад (расмҳои 5.4 ва 5.5-ро муқриси кунед).

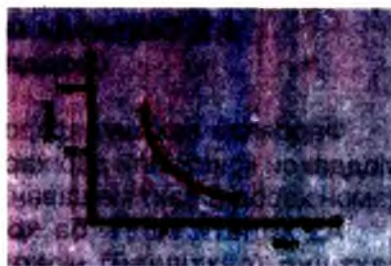


Рас.5.4



Рас.5.5

Қобили қайд аст, ки барои ҷисмҳои аморфӣ монанд ба шиша, канифол, қир (смола) ва ғ. нигораи вобастагии ҳарорат ба муддати гармодиҳӣ ба кулӣ фарқ мекунад. Дар ин ҳолат нигора шакли хати бифосила дорад. Ин он гуна маънӣ дорад, ки ҷисмҳои аморфӣ ҳангоми гарм кардан бифосила мулоҷим шудан мегиранд. Дар рас.5.6 нигораи сахтшудӣ қир оварда шудааст.



Рас.5.6

Ҳамин тавр, аз вобастагии ҳарорати моддаҳои аморфӣ ба муддати гармодиҳӣ ҳулоса баровардан мумкин аст, ки ин моддаҳо ҳангоми сахт шудан ба ҳолати дигари воғардиш намегузаранд. Сахтшудӣ шиша, қир, канифол ва монанди инҳо фароянди ғализ шудани онҳо мебошад. Масалан, шишаро чун моёӣ ғафс (ғализ) пиндоштан мумкин аст.



1. Сахтшудӣ моддаҳо чӣ тавр рух медиҳад?
2. Вобастагии ҳарорат ба муддати гармодиҳӣ барои ҷисмҳои булӯринсохтор аз ҷисмҳои аморфисохтор чӣ тафовут дорад?

5.4. Гармои хоси гудозиш

Ҳангоми гарм кардани ях ҳарорати он то 0°C афзуда, баъд то дами пурра ба об табдил ёфтани ях дойимӣ мөмонад. Амали дар ҳарорати 0°C гарм кардани ях онро ба оби ҳарораташ 0°C табдил медиҳад. Ин аз он далолат мекунад, ки энергияи дохилии яхи ҳарораташ 0°C назар ба энергияи дохилии оби 0°C кам аст. Шумо медонед, ки энергияи кинетикии молекулаҳои таркиби ҷисм ба ҳарорати он ҷисм вобаста аст.

Ҳангоми гарм кардани модда суръати ҳаракати молекулаҳои таркиби он меафзояд. То ба ҳарорати гудозиш расидани ҳарорати ҷисм энергияи кинетикии молекулаҳо меафзояд. Баъди ба ҳарорати гудозиш соҳиб шудани модда энергияи кинетикии молекулаҳо то мавриди пурра гудохта шудани модда дигар намеафзояд. Пас, афзоиши минбаъдаи энергияи дохилӣ афзоиши энергияи потенсиалиро боис мегардад.

Ҳамин тавр, энергияи дохилии моддаи булӯринсохтор ҳамеша назар ба энергияи дохилии гудохтаи он дар ҳамаҷон ҳарорат кам аст, яъне ҳолати ба низоми молекулаҳо назар ба ҳолати бетартибонаи онҳо энергияи камтареро соҳиб мешавад. Вақте ки моддаи булӯринсохтор то ҳарорати гудозиш гарм карда мешавад, чунбиши молекулаҳо то андозае меафзояд, ки ин падида низоми ҷойгирифти молекулаҳоро вайрон карда метавонад. Ҷисми сахт гудохта шуда, аз ҳоли сахтӣ ба ҳоли моеъ мегузарад.

Миқдори гармоеро, ки дар ҳарорати гудозиш барои ба моеъ табдил додани 1 кг моддаи сахт зарур аст, гармои хоси гудозиш меноманд.

Гармои хоси гудозиш маъмулан бо ҳарфи L ишорат мешавад. Онро бо Ҷ/кг (ё кал/г, ккал/кг) ифода мекунанд.

Гармои хоси гудозиши баъзе моддаҳо дар ҷадвали 5.2 оварда шудааст.

Ҷадвали 5.2

Модда	$L, \text{Ҷ/кг}$	$L, \text{ккал/кг}$	Модда	$L, \text{Ҷ/кг}$	$L, \text{ккал/кг}$
Алумин	$3,9 \cdot 10^5$	92	Бензол	$1,26 \cdot 10^5$	30
Ях	$3,4 \cdot 10^5$	80	Нуқра	10^5	24
Оҳан	$2,7 \cdot 10^5$	65	Пулод	$0,84 \cdot 10^5$	23
Мис	$2,1 \cdot 10^5$	51	Арзиз (қалъағй)	$0,59 \cdot 10^5$	14
Парафин	$1,5 \cdot 10^5$	35	Сурб	$0,25 \cdot 10^5$	6
Руҳ	$1,2 \cdot 10^5$	29	Симоб	$0,12 \cdot 10^5$	3

Миқдори гармое, ки барои дар ҳарорати гудозиш аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ табдил додани миқдори моддаи массааш m зарур аст, ин тавр ёфта мешавад:

$$Q = L m.$$

Масъалаи 1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои ба об табдил додани 10 кг ях (дар ҳарорати 0°C) зарур аст ва онро бо Ҷ ва ккал ифода кунед.

Ҳал. Миқдори гармое, ки барои ба об табдил додани ях лозим аст (рас.5.7):

Додаҳо:

$$m = 10 \text{ кг,}$$

$$L = \frac{3,4 \cdot 10^5 \text{ Ҷ/кг}}{=} = 80 \text{ ккал/кг}$$

$$Q = ?$$

$$Q = L m = 3,4 \cdot 10^6 \text{ Ҷ}$$

ё ин ки

$$Q = 800 \text{ ккал.}$$

Масъалаи 2. 150г яхи ҳарораташ 15°C-ро ба оби ҳарораташ 40°C табдил доданд. Миқдори гармои сарфшударо ёбед (рас.5.8).

Додаҳо:

$$t_1 = -15 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$c_{\text{ях}} = 0,5 \text{ кал/г }^\circ\text{C,}$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ кал / г }^\circ\text{C,}$$

$$L_{\text{ях}} = 80 \text{ кал/г,}$$

$$m = 150 \text{ г}$$

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3) = ?$$

Ҳал: I. Миқдори гармое, ки барои яхи ҳарораташ -15°C-ро ба оби ҳарораташ 0°C табдил додан зарур аст, чунин ёфта мешавад:

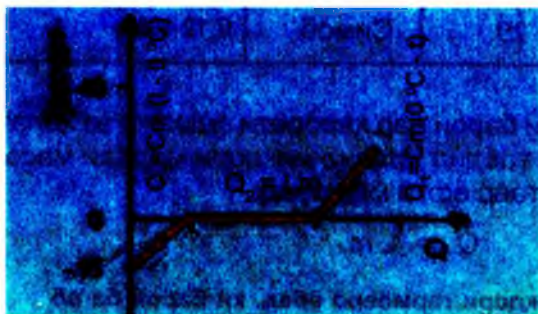
$$Q_1 = m_1 c_{\text{ях}} (0 \text{ }^\circ\text{C} - t_1) = 150\text{г} \cdot 0,5\text{кал/г }^\circ\text{C} \cdot 15 \text{ }^\circ\text{C} = 1125 \text{ кал.}$$



Рас.5.7

II. Миқдори гармое, ки барои гудозиши ях сарф мешавад, ин аст:

$$Q_2 = Lm = 12000 \text{ кал.}$$



Рас.5.8

III. Миқдори гармое, ки оби 0°C-ро то ҳарорати 40°C гарм мекунад, ин аст:

$$Q_3 = c_{\text{об}} m (t_2 - 0 \text{ }^\circ\text{C}) = 6000 \text{ кал.}$$

Пас, ин аст гармои пурра:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 19125 \text{ кал.}$$



1. Гармои хоси гудозиш чист?
2. Гармои хоси гудозиши мис $2,1 \cdot 10^5$ Ҷ/кг аст. Ин чӣ маъно дорад?
3. Дар ҳарорати гудозиш барои ба моеъ табдил додани 1 кг алюмин ба он чӣ қадар гармо додан меболяд ?
барои ба моеъ табдил додани ҳамин миқдор пӯлод чӣ?

Машқ

1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои 5 кг алюминро дар ҳарорати гудозиш ба моеъ табдил додан зарур аст. (Ҷавоб: 460 ккал).
2. Барои гудохтани 5 кг оҳани ҳарораташ 39 °C чӣ қадар миқдори гармо сарф кардан меболяд. (Ҷавоб: $3,45 \cdot 10^6$ Ҷ).

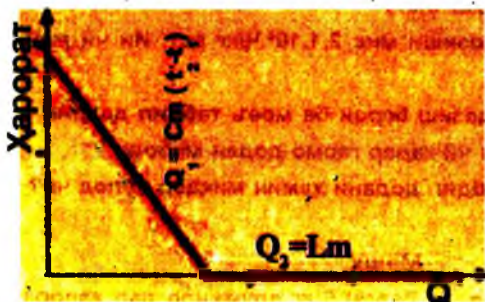
5.5. Хориҷ гардидани гармо ҳангоми сахт шудани моддаҳо

Барои гудохтани модда, яъне барои аз ҳоли сахтӣ ба ҳоли моеъ гузаронидани модда ба он аз берун гармо додан меболяд. Баръакс, ҳангоми аз ҳоли моеъ ба ҳоли сахтӣ гузаштан модда ба миқдори муъайян гармо хориҷ мекунад ва ба ин васила энергияи дохилии худро тағйир медиҳад, зеро дар ҷараёни сахт шудани модда энергияи кинетикии молекулаҳо кам мешавад ва сохти ҷойгирифти онҳо тағйир меёбад.

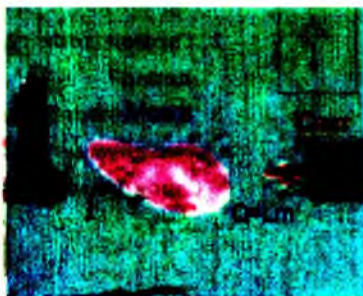
Чӣ тавре қайд кардем, энергияи дохилии моддаи булурин-сохтор дар ҳарорати гудозиш нисбат ба энергияи дохилии ҳамон модда дар ҳолати моеъ будани он кам аст. Таҷриба нишон медиҳад, ки дар ҳарорати гудозиш тағйироти энергияи дохилӣ ҳангоми аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ ва ё баръакс, аз ҳоли моеъ ба ҳоли сахтӣ гузаштан як хел аст, яъне бузургии гармои хоси гудозиш ва гармои хоси сахтшуд айнаи якдигаранд.

$$L = L_{\text{гуд}} = L_{\text{сахтш}}$$

Масъалаи 1. Миқдори гармо (энергия)-ро ёбед, ки ҳангоми ба ях табдил ёфтани 200 г оби ҳарораташ 40 °C лозим меояд.



Рас.5.9



Рас.5.10

Ҳал: Миқдори гармие, ки об Ҳангоми то 0°C хунок шудан талаф меиҳад, ин қадар аст:

$$Q_1 = c_1 m (t_1 - t_2) = 8000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармие, ки оби Ҳарораташ 0°C Ҳангоми ба яхи Ҳарораташ 0°C бадал шудан талаф меиҳад, ин аст:

$$Q_2 = L m = 16000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармии пурра ин қадар хоҳад буд (рас. 5.9):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 24000 \text{ кал.}$$

Масъалаи 2. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро 2,5 кг бензол Ҳангоми дар Ҳарорати сахтшуд аз ҳоли моеъ ба ҳоли сахтӣ гузаштан хориҷ мегардонад. Натиҷаро бо кҶ ва ккал ифода кунед (рас.5.10).

Додаҳо:

$$m = 2.5 \text{ кг}$$

$$Q = ?$$

Ҳал: Энергияе, ки Ҳангоми табдил ёфтани бензоли моеъ ба бензоли сахт хориҷ мегардад, ин қадар аст:

$$Q = Lm.$$

Бузургии L -ро аз қадв. 5.2 (саҳ. 93) гирифта, ҳосил мекунем:

$$Q = 315 \text{ кҶ} = 75 \text{ ккал.}$$



1. Гармии хоси гудозиш аз гармии хоси сахтшуд чӣ фарқ дорад?
2. Гармии хоси гудозиши бензол ба $1.26 \cdot 10^5 \text{ Ҷ/кг}$ ё ккал/кг баробар аст. Ин бузургиҳо чиро ифода мекунанд?

Машқи 5.3

1. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро 2 кг пӯлоди моеъ дар ҳарорати сахтшуд хориҷ мекунад. (Ҷавоб: 40 ккал).

2. Миқдори гармоеро ёбед, ки дар мавриди табдил ёфтани 1кг алюминии моеъи ҳарораташ 708°C ба алюминии сахт хориҷ мешавад. (Ҷавоб: 46 кҶ).

5.6. Хӯлаҳо. Сахтшуди маҳлулҳо. Рехтагарӣ (Барои мутолиъаи озод)

а) **Хӯлаҳо.** Хӯлаҳо гуфта омехтаи фулузотро бо унсурҳои дигар меноманд. Масалан, пӯлод иборат аст аз омехтаи оҳан, карбон ва унсурҳои дигар (хром, волфрам, манган ва ғ.).

Хӯлаҳо нисбат ба фулузоти тоза бартарӣ доранд. Чунончи онҳо мустақамии зиёд дошта метавонанд.

Хӯлаҳое ҳосил карда шудаанд, ки ҳарорати гудозишашон аз ҳарорати гудозиши фулузоти таркибашон кам бошад. Масалан, хӯлае, ки аз сурб (ҳарорати гудозишаш 327°C) ва арзиз (ҳарорати гудозишаш 232°C) таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши пасттар (170°C) дорад. Хӯлаҳои алюмин ё магний бо мис, оҳан, руҳ ва ғ., ки хеле сабук ва мустақам мебошанд, дар саноъати ҳавопаймосозӣ истифода мешаванд. Хӯлае, ки аз ду ҳисса висмут, як ҳисса арзиз (қалъ) ва як ҳисса сурб таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши 95°C дорад. Хӯлае, ки аз ду қисм сурб ва як ҳисса арзиз таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши 180°C дорад ва барои лаҳимкорӣ (кафшер кардан) истифода мешавад. Хӯлаҳое ҳосил кардан мумкин аст, ки муқовимати хоси электрикии хеле зиёд (мисол, нихром) ё ин ки хосиятҳои магнителии барҷаста доранд. Ҳамин аст, ки хӯлаҳо дар ҳама соҳаҳои зиндагонӣ ҷои истифода бисёр доранд.

б) **Сахтшуди маҳлулҳо.** Ҳарорати сахтшуди маҳлулҳо нисбат ба ҳарорати моддаи маҳлулкунанда пасттар мебошад. Чунончи, оби баҳр, ки каме шӯр аст, дар ҳарорати 0°C ях наменбандад, зеро ки ҳарорати сахтшуди он поинтар аз 0°C аст. Ҳарорати сахтшуди моеъ ба миқдори моддаи маҳлулшаванда вобастагӣ дорад.

Агар намаки хӯрданӣ дар об аз ҷиҳати вазн 30%-ро ташкил диҳад, ҳарорати сахтшуди маҳлул -21°C мешавад.

в) **Рехтагарӣ.** Рехтагарӣ амали технологиест, ки гудохтани филизоту хӯлаҳо, дар қолаб рехтани онҳо ва ҳосил кардани

лаҳои гази болои моеъ боз ба моеъ бармегардад.

Падидаи аз бухор ба моеъ баргаштани молекулаҳо-ро чиголиш (конденсатсия) меноманд.

Чиголиш маънои ғализ шудан дорад.

Агар зарф маҳкам (сарбаст) бошад, сатҳи об кам намешавад. Барои он ки масъала равшантар бошад, зарфи сарбастеро муойина мекунем, ки як қисми ҳаҷми он об дорад ва қисми дигараш беҳаво аст. Молекулаҳои баландсуръат бухор шуда, ба фазои болои моеъ мебароянд ва қисме аз онҳо чиголида (конденсатсия) мешавад.



Рас .5.11

То лаҳзаи баробар шудани адади молекулаҳои бухоршуда ба адади молекулаҳои чиголида адади молекулаҳои бухоршуда меафзояд. Баъд мувозинат муқаррар мешавад. Он гоҳ мегӯянд, ки бухор сер шудааст (рас.5.11).

Бухоршудӣ моддаҳо ба ҳарорат, ба навъи модда ва ба масоҳати рӯи кушодаи моеъи бухоршаванда вобастагӣ дорад.

а) Бо афзоиши ҳарорати моеъ суръати бухоршуд меафзояд. Са-

баб он аст, ки бо зиёд шудани ҳарорат суръати миёнаи молекулаҳои моеъ ва вобаста ба он шумораи молекулаҳои баландсуръат меафзояд. Бино бар ин бо афзоиши ҳарорат адади молекулаҳои энергияи кинетикиашон аз энергияи потенциалии ҷозибавии молекулаҳо зиёд аст, меафзояд.

б) Суръати бухоршуд ба навъи модда вобастагӣ дорад. Дар моеъҳои гуногун, ки дар онҳо қувваи ҷозибавӣ байни молекулаҳо нисбатан кам аст, молекулаҳои пастсуръат низ аз сатҳи моеъ канда шуда (боло ҷаҳида) метавонанд. Бино бар ин аз чунин моеъ адади бештари молекулаҳо ба бухор мегузарад. Эфир, атр, алкул (спирт) ҳамин гуна моддаанд.

в) Ҳар қадаре ки сатҳи моеъи бухоршаванда зиёдтар бошад, адади ҳамон қадар бештари молекулаҳо имкони аз сатҳ канда шудан пайдо мекунанд.



1. Бухор чй тавр ҳосил мешавад?
2. Чиголиш (конденсатсия) чист?
3. Суръати бухоршуди моеъ ба кадом бузургиҳо бастагй дорад?
4. Бухори сер чист?

5.8. Гармои хоси тавлиди бухор

Шумо медонед, ки ҳангоми гарм кардани моддаи сахт ҳарорати он то дами гудозиш меафзояд. Баъд он модда то дами пурра ба моеъ табдил ёфтани ҳарорати худро бетағйир нигоҳ медорад. Агар минбаъд гармоишро идома диҳем, ҳарорат боз меафзояд.

Биёед ба сифати моддаи сахт 1кг яхи ҳарораташ -20°C -ро гирем ва вобастагии ҳароратро ба миқдори гармои ба модда додашуда мавриди баррасй қарор диҳем ($c_{\text{ях}} = 0,5 \text{ ккал/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$). Ҳангоми гарм кардани ях ҳарорати он аз -20°C то 0°C меафзояд. Барои аз -20°C то 0°C расондани ҳарорати ях ба он миқдори гармои

$$Q_1 = c_{\text{ях}} m \Delta t = 10 \text{ ккал}$$

додан мебояд. Дар ҳарорати гудозиш (0°C) то дами пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорат бетағйир мемонад ва ҳангоми гармо гирифтани ях оҳиста-оҳиста ба об мубаддал мешавад. Миқдори гармои гудозиш ($L = 80 \text{ ккал/кг}$) ин аст:

$$Q_2 = Lm = 80 \text{ ккал.}$$

Баъди пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорати он ҳангоми гармодиҳй аз 0°C то 100°C меафзояд. Миқдори гармои гирифтаи об дар ин маврид ($c = 1 \text{ ккал / кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$) ин қадар аст:

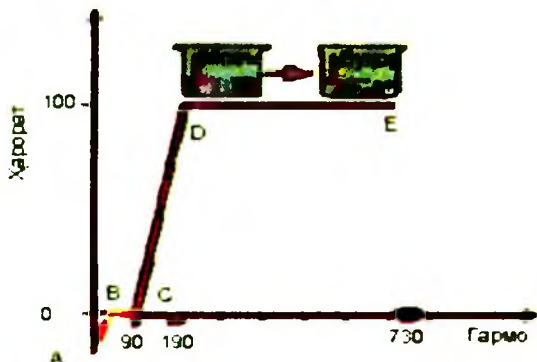
$$Q_3 = c m \Delta t = 100 \text{ ккал.}$$

Минбаъд дар ҳарорати 100°C (ҳарорати чўшиш, ниг. ҷадвали 5.5 дар с. 109) то дами пурра ба бухор мубаддал шудани об ҳарорат дойимй мемонад.

Хуб, мафхуми гармои хоси тавлиди бухор, ки дар унвони ин мавзӯ омадааст, чй маънй дорад?

Миқдори гармоеро, ки барои ба бухор табдил додани 1кг моеъ ба тағйири ҳарорат зарур аст, гармои хоси тавлиди бухор меноманд.

Агар гармои хоси тавлиди бухорро бо $L_{\text{бух}}$ ишорат кунем, миқдори гармои барои тавлиди бухор сарфшударо бояд ин тавр ёбем:



Рас.5.12

$$Q_4 = L_{\text{бух}} m.$$

Гармои хоси тавлиди бухор нишон медиҳад, ки гармои 1 кг модда ба тағйири ҳарорат ҳангоми аз ҳоли моеъ ба ҳоли бухор гузаштан чӣ қадар зиёд мешавад.

Гармои тавлиди бухор бо Ҷ/кг , ккал/кг , ккал/г ифода карда мешавад. Бузургии гармои хоси тавлиди бухор барои об ин қадар аст: $L_{\text{бух}} = 539 \text{ ккал/кг}$

Дар рас.5.12 вобастагии ҳарорат ба миқдори гармои ба моеъ додашуда тасвир ёфтааст. Ин ҷо қитъаи АВ афзоиши ҳарорати яхро бо афзоиши миқдори гармои ба он додашуда, қитъаи ВС гудозиши ях, қитъаи СД афзоиши ҳарорати обро бо афзоиши миқдори гармои гирифтаи он ва қитъаи ДЕ тавлиди бухорро ифода мекунанд.

Дар ҷадв. 5.3 гармои хоси тавлиди бухори баъзе моеъҳо дар ҳарорати ҷӯшиш (бухоршуд) ва фишори атмосферӣ оварда шудааст.

Масъалаи 1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои ба бухор мубаддал гардондани оби ҳарораташ 20°C зарур аст.

Ҷадв. 5.3

Модда	$L_{\text{бух}}, \text{Ҷ/кг}$	$L_{\text{бух}}, \text{ккал/кг}$	Модда	$L_{\text{бух}}, \text{Ҷ/кг}$	$L_{\text{бух}}, \text{ккал/г}$
Об	$2,3 \cdot 10^6$	539	Эфир	$0,4 \cdot 10^6$	85
Аммиак	$1,4 \cdot 10^6$	327	Симоб	$0,3 \cdot 10^6$	70
Алкул (спирт)	$0,9 \cdot 10^6$	216			

Додаҳо:
 $m = 100\text{г}$
 $t_1 = 20^\circ\text{C}$,
 $t_2 = 100^\circ\text{C}$,
 $c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г}$,
 $L_{\text{бух об}} = 539 \text{ кал/г}$
 $Q = Q_1 + Q_2 = ?$

Ҳал: Миқдори гармое, ки барои то ҳарорати 100°C гарм кардани об зарур аст:

$$Q_1 = c_{\text{об}} m (t_2 - t_1) = 8000 \text{ кал}$$

мебошад. Миқдори гармои бухоркарди об ин қадар аст:

$$Q_2 = L_{\text{бух об}} m = 53900 \text{ кал.}$$

Бино бар ин миқдори гармои умумӣ

$$Q = Q_1 + Q_2 = 61900 \text{ кал}$$

мешавад (рас. 5.13 а)

Додаҳо:
 $m = 500\text{г}$
 $t_1 = 28^\circ\text{C}$,
 $t_2 = 78^\circ\text{C}$,
 $c_{\text{алк}} = 0,58 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{C}$,
 $L_{\text{бух алк}} = 216 \text{ кал/г}$
 $Q = Q_1 + Q_2 = ?$

Масъалаи 2. Барои бухор кардани 500г алкул (спирт)-и ҳарораташ 28°C чӣ қадар гармо зарур аст? Ҳарорати ҷушиши алкул 78°C аст (рас.5.13 б).

Ҳал: Миқдори гармое, ки то ҳарорати бухоршуд гарм кардани алкул зарур аст,

$$Q_1 = c_{\text{алк}} m \Delta t = 0,58 \cdot 500 \cdot 50 \text{ кал} = 14,5 \text{ ккал}$$

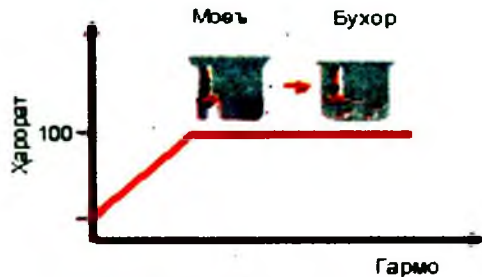
ин асту миқдори гармои тавлиди бухор

$$Q_2 = L_{\text{к}} m = 216 \text{ кал/г} \cdot 500\text{г} = 108 \text{ ккал}$$

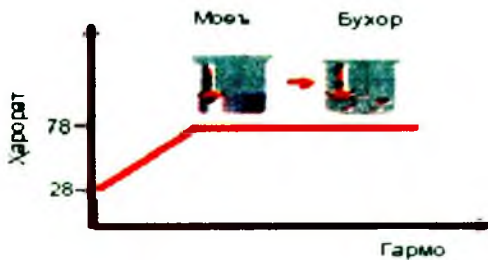
ва миқдори гармои умумӣ

$$Q = Q_1 + Q_2 = 122,5 \text{ ккал.}$$

Масъалаи 3. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои 100г яхи ҳарораташ -40°C -ро ба бухори ҳарораташ 120°C мубаддал гардонидан зарур аст.



Рас.5.13 а



Рас.5.13 б

Додаҳо:

$$t_1 = -40 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$t_2 = 120 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$m = 100 \text{ г},$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г.град},$$

$$L_{\text{бух}} = 539 \text{ кал/г},$$

$$c_{\text{бух}} = 0,5 \text{ кал/г.град},$$

$$c_{\text{ях}} = 0,5 \text{ кал/г.град},$$

$$L = 80 \text{ кал/г}$$

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) = ?$$

Ҳал: Миқдори гармое, ки барои то ба ҳарорати гудозиш расонидани ях ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) лозим мебошад, ин аст:

$$Q_1 = c_{\text{ях}} m \Delta t = 2000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармои гудозиши ях

$$Q_2 = L m = 8000 \text{ кал}$$

асту гармои то ҳарорати бухоршуд ($100 \text{ }^\circ\text{C}$) гарм кардани об:

$$Q_3 = c_{\text{об}} m \Delta t = 10000 \text{ кал},$$

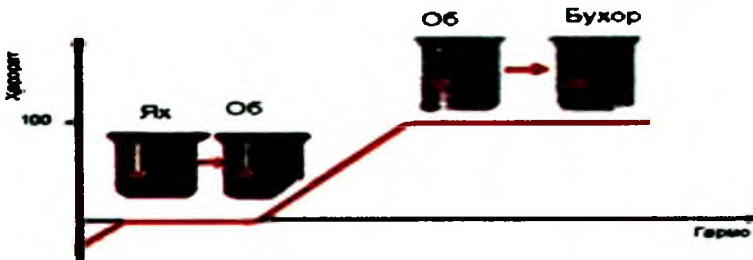
гармои тавлиди бухор:

$$Q_4 = L m = 53900 \text{ кал},$$

ва гармои то ҳарорати $120 \text{ }^\circ\text{C}$ гарм кардани бухор

$$Q_5 = c_{\text{бух}} m \Delta t = 1000 \text{ кал.}$$

Пас, гармои пурра ин қадар хоҳад буд (рас. 5.14):



Рас. 5.14

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 2000 \text{ кал} + 8000 \text{ кал} + 10000 \text{ кал} + 53900 \text{ кал} + 1000 \text{ кал} = 74900 \text{ кал.}$$



1. Гармои хоси тавлиди бухор чиро ифода мекунад?
2. Барои аз моеъ ҳосил кардани бухор чӣ қадар миқдори гармо сарф кардан мебояд? барои аз ҷисми сахт ҳосил кардани бухор чӣ?

Машқ

1. 1 кг оби ҳарорати ибтидоиаш $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ҷушида, пурра бухор шуд. Дар ин маврид чӣ миқдор гармо сарф шудааст. (Ҷавоб: $\sim 2,6 \cdot 10^6 \text{ Ҷ}$).
2. Барои бухор кардани 10 кг оби ҳарораташ $200 \text{ }^\circ\text{C}$ чӣ миқдор гармо зарур аст? (Ҷавоб: 26360 кҶ).

5.9. Гармои хоси чиголиш (конденсатсия)

Барои бухор кардани модда ба он аз берун гармо додан мебояд. Ҳангоми аз ҳоли бухор ба моеъ гузаштан, баръакс, гармо хориҷ мешавад. Дар фароянди чиголиш (конденсатсия) миқдори гармои хориҷшаванда ба гармое баробар аст, ки барои моеъро ба бухор бадал кардан сарф мешавад.

Ҳамин тавр, бухор ҳангоми чиголиш ҳамон миқдори гармоеро, ки барои ҳосил шуданаш сарф шудааст, аз худ медиҳад (рас. 5.15). Бино бар ин

$$L_{\text{бух}} = L_{\text{чиг}}$$

мебошад. Барои ин ё он модда ҳарорати чиголиш ва ҳарорати бухоршуд айна якдигаранд.

Гармои ҳангоми чиголиш хориҷшударо дар амалия истифода кардан мумкин аст. Масалан, локомотиви бо оташдон коркунанда агар бо бухори баландҳа-



Рас. 5.15

рорат пур карда шавад, 10 вагонро то масофаи 50 км бурда метавонад.

Масъалаи 1. Дар сурати аз 200 г бухори ҳарораташ 120°C ҳосил кардани оби чӯшон чӣ қадар гармо хориҷ мегардад? Ҳарорати оби чӯшонро 100 °C гиред.

Додаҳо:

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ г,} \\ t_1 &= 120^\circ\text{C,} \\ t_2 &= 100^\circ\text{C,} \\ c_{\text{бух}} &= 0,5 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{C,} \\ L_{\text{бух}} &= 539 \text{ кал/г} \end{aligned}$$

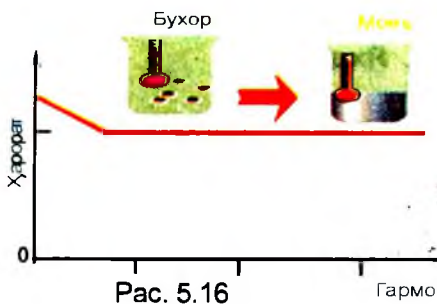
$$Q = (Q_1 + Q_2) = ?$$

Ҳал: Миқдори гармое, ки бухор гоҳи то ба ҳарорати бухоршуд сард шудани худ хориҷ мекунад, бояд ин қадар бошад:

$$Q_1 = c_{\text{бух}} m \Delta t = 2000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармои чиголишро ин тавр меёбем:

$$Q_2 = L_{\text{бух}} m = 107800 \text{ кал} \approx 108 \text{ ккал.}$$



Пас, гармои умумӣ ин аст (рас.5.16):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 110 \text{ ккал.}$$

Масъалаи 2. Гармоеро ёбед, ки дар рафти ба оби ҳарораташ 50 °С табдил ёфтани 500 г бухори ҳарораташ 100 °С хориҷ мешавад.

Додаҳо:

$$m = 500 \text{ г,}$$

$$t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$c_{об} = 1 \text{ кал/г,}$$

$$L_{бух} = 539 \text{ кал/г. }^\circ\text{C}$$

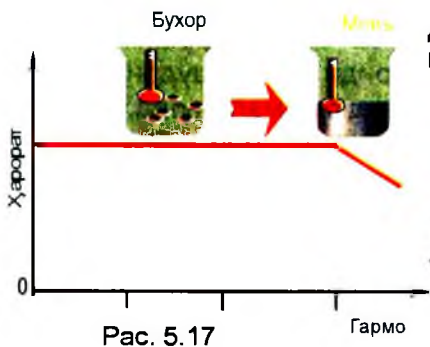
$$Q = (Q_1 + Q_2) = ?$$

Ҳал: Миқдори гармои дар натиҷаи чиголиш (конденсатсия) хориҷшуда ин аст:

$$Q_1 = L_{бух} m = 269500 \text{ кал} \approx 270 \text{ ккал.}$$

Миқдори гармое, ки ҳангоми то ба ҳарорати 50 °С хунук шудани об хориҷ мешавад, ин қадар аст:

$$Q_2 = c_{об} m \Delta t = 25000 \text{ кал} = 25 \text{ ккал.}$$



Миқдори гармои умумие, ки дар ин маврид хориҷ мешавад, ин қадар хоҳад буд (рас.5.17):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 295 \text{ ккал.}$$



1. Гармои хоси бухоршуд ва гармои чиголиш чӣ фарқ доранд?
2. Чаро энергияи дохилии бухор аз ҳамини моеъ зиёд аст?

Машқ

1. Ҳангоми чиголида (конденсатсия) шудани 5 кг бухори ҳарораташ 100 °С чӣ миқдор гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: 11500 кҶ).

2. Дар мавриди аз 2 кг бухори ҳарораташ 100 °С ҳосил кардани ях чӣ миқдор гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: 6142 кҶ).

5.10. Паст шудани ҳарорат дар ҷараёни бухоршуд. Яхдон

Ҳангоми бухор шудани молекулаҳои моеъ ҳарорати моеъ кам мешавад.

Шарҳ: дар ҷараёни бухор шудани моеъ молекулаҳои баландсуръат аз сатҳи моеъ канда шуда, боло мераванд ва ин боиси кам шудани суръати миёнаи онҳо мегардад. Азбаски ҳарорати моеъ бо суръати молекулаҳо бастагӣ дорад, коҳиши суръати молекулаҳо боиси паст гаштани ҳарорати моеъ мешавад.

Сард шудани моеъро метавонем дар таҷрибаи содае мушоҳида кунем: Сақочаи ҳароратсанҷро пахтапеч карда, бо эфир намнок мекунем. Эфири зудбухоршаванда қисми гармои дохилии ҳароратсанҷро бо худ мебарад ва дар натиҷа ҳарорати ҳароратсанҷ паст мешавад.

Дар тобистон шумо арақ карда бошед, шамолаки сусте ҳам дар назари шумо сард менамояд, зеро об аз сатҳи бадани шумо бухор шуда, қисми гармои дохилиро бо худ мебарад.

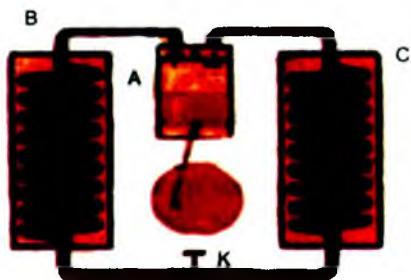
Дар мавриде, ки ҷараёни бухоршудии моеъ бошиддат бошад, моеъи бухоршаванда аз берун гармӣ гирифта наметавонад. Масалан, дар мавриди бухор шудани эфир ё этили хлордор, ки бо суръати баланд ба амал меояд, ҳарорати поёнтар аз 0 °C ҳосил кардан мумкин аст. Дар тиб ин ҳосияти моддаҳои номбурдари барои то ҳароратҳои паст сард кардани пӯсти касал ва ба ин васила беҳис гардондани он истифода мекунанд.

Рӯйдоди чиголиш (конденсатсия) фароянди баръакси бухоршуд мебошад. Дар ҷараёни чиголиши бухор ба миқдори муъайян гармо хориҷ мегардад. Дар ҳамон як қимати ҳарорат гармои ҳангоми бухоршуд фурӯраванда баробари гармоест, ки ҳангоми чиголиш хориҷ мегардад, яъне миқдори гармои бухоршуда ба миқдори гармои чиголида баробар аст.

Яхдон. Падидаҳои бухоршуд ва чиголиш истифодаи бисёр доранд. Масалан, дар яхдон ҳавои дарун ба воситаи амали аз ҳоли газӣ ба моеъ ва аз ҳоли моеъ ба газ гузаронидани моддаи корӣ сард карда мешавад. Ба

сифати чунин модда маъмулан фреон-12 (CF_2Cl_2), аммиак, ангидриди сулфид истифода мешаванд.

Дар рас. 5.18 тарҳи яхдони компрессорӣ оварда шудааст. Яхдон аз се ҷузъи асосӣ иборат аст: компрессор (олати газфишорӣ) бо муҳаррики электрикӣ А, конденсори В ва олати бухорандаи С.



Рас.5.18

Гоҳи фишориш модда (масалан, фреон-12) дар найчаи морпечи конденсор (олати чиголанда) ба моеъ табдил меёбад ва миқдоре моеъ бо ҷумаки идорашаванда К ба бухоранда мегузарад. Ҳангоми поён омадани сумба (поршен)-и компрессор моеъ

бошиддат бухор мешавад. Бухор шудани молекулаҳо дар якҷоягӣ бо фурубурди энергияи дохилии морпечи олати бухоранда ва маҳсулот сурат мегирад.

1. Чаро ҳангоми бухор шудани моеъ ҳарорати он кам мешавад?
2. Чӣ бояд кард, ки бо роҳи бухор шудани моеъ ҳарорати даруни яхдон поёнтар аз $0\text{ }^\circ\text{C}$ шавад?
3. Дар мавриди чиголида (конденсатсия) шудани бухор гармо фуру бурда мешавад ё хориҷ мегардад? дар мавриди бухоршуд чӣ?
4. Падидаҳои чиголиш ва бухоршудро дар амали яхдони компрессорӣ шарҳ диҳед.
5. Сабаб чист, ки дар аксари яхдонҳо фреон ё моддаҳои хосиятхошон ба фреон наздикро истифода мекунад?

5.11. Ҷушиш

Ҳангоми гарм кардани об ё моеъи дигар дидан мумкин аст, ки дар қаъри зарфи моеъдор ва деворҳои он ҳубобчаҳои хурд-хурд пайдо мешаванд — ин бо ҳавои таркиби об алоқаманд аст. Дар дохили ҳубобчаҳо ғайр аз ҳаво боз бухори оби бухоршуда мавҷуд аст. Агар ҳарорат тағйир наёбад, андозаи ҳубобчаҳо

бетағйир мемонад, зеро дар ин маврид фишори дохилӣ ва берунӣ ҳамдигарро мувозанат медиҳанд. Агар фишори дохилӣ назар ба фишори берунӣ кам бошад, андозаи ҳубобчаҳо хурд мешавад ва онҳо метавонанд аз байн раванд. Бо афзоиши ҳарорат фишори дохилии ҳубобчаҳо меафзояд ва назар ба фишори беруна зиёд шуда метавонад. Дар ин маврид андозаи ҳубобчаҳо меафзояд ва онҳо сӯи боло ҳаракат мекунанд (қувваи архимедӣ онҳоро сӯи боло ҳаракат медиҳад). Ин ибтидои ҷӯшиш аст. Баъд, дар ҳарорати муъайян ба қадри ба сатҳи моеъ наздик шудани ҳубобчаҳо ҳаҷми онҳо меафзояд, онҳо мекафанд ва бухори даруни онҳо ба ҳаво хориҷ мешавад, яъне ҷӯшиш дар ҳарорате ба амал меояд, ки дар он фишори бухори сер (ниг. рас. 5.11.) ба фишори берунӣ баробар шавад. Хотирнишон мекунем, бухореро, ки бо моеъи худ дар мувозанат аст, *бухори сер* мегӯянд.

Ҳароратеро, ки дар он моеъ мечӯшад, *ҳарорати ҷӯшиш* меноманд.

Равшан аст, ки ҳарорати ҷӯшиш ба фишори берунӣ вобастагӣ дорад. Ҳар қадаре ки фишори берунӣ паст бошад, моеъ дар ҳарорати ҳамон қадар пасттар мечӯшад. Оби муқаррарӣ дар фишори 1 атм (760 мм Hg) дар ҳарорати 100 °C мечӯшад. Бо иборати дигар, дар ҳарорати 100 °C фишори бухори сер ба фишори атмосферӣ баробар аст ва дар ин ҳол об мечӯшад. Шумо медонед, ки ҳарорати ҷӯшиши об дар баландиҳо нисбат ба сатҳи баҳр паст аст. Масалан, дар баландии тақрибан 4000м (ки дар он фишори ҳаво ~ 530 ммHg аст) ҳарорати ҷӯшиши об 90 °C аст. Агар фишори берунӣ ~ 4,58 мм Hg = 610 Па бошад, об дар ҳарорати 0 °C мечӯшад. Дар қадв. 5.4 вобастагии ҳарорати ҷӯшиш ба фишор оварда шудааст.

Ҳарорати ҷӯшиши моеъҳои ҳархела гуногун аст. Ҳарорати ҷӯшиши баъзе моеъҳо дар қадв. 5.5 оварда шудааст.

Ҳамаи моддаҳои, ки дар шароити муқаррарӣ газ мебошанд ва дар ҳарорати паст ба моеъ бадал мешаванд, дар ҳарорати паст мечӯшанд. Масалан, ҳидроген дар ҳарорати -253 °C мечӯшад.

Ҷадвали 5.4. Вобастагии ҳарорати ҷўшиши об ба фишор

Ҳарорат °C	Фишор		Ҳарорат °C	Фишор	
	мм Hg	Па		мм Hg	Па
- 50	0,030	4,02	40	55,3	$7,97 \cdot 10^3$
- 10	1,95	$2,6 \cdot 10^2$	50	92,5	$1,23 \cdot 10^4$
0	4,58	$6,11 \cdot 10^2$	60	149	$1,99 \cdot 10^4$
5	6,54	$8,71 \cdot 10^2$	70	234	$3,12 \cdot 10^4$
10	9,21	$1,23 \cdot 10^3$	80	355	$4,73 \cdot 10^4$
15	12,8	$2,33 \cdot 10^3$	90	526	$7,01 \cdot 10^4$
20	17,5	$3,17 \cdot 10^3$	100	760	$1,09 \cdot 10^5$
25	23,8	$4,24 \cdot 10^3$	120	1489	$1,99 \cdot 10^5$

Ҷадвали 5.5. Вобастагии ҳарорати ҷўшиши баъзе моеъҳо ба ҳарорат

Модда	Ҳарорат °C	Модда	Ҳарорат °C
Ҳелий	- 268	Об	100
Ҳидроген	- 253	Симоб	357
Оксиген	- 183	Сурб	1740
Аммиак	- 33	Мис	2567
Эфир	35	Оҳан	2750
Алкул (спирт)	78		

1. Моеъ дар чӣ ҳолат мечўшад?
2. Чаро ҳарорати ҷўшиши об дар баландиҳои кўҳ нисбат ба сатҳи баҳр паст аст?
3. Чаро ҳелий, оксиген, ҳидроген дар рӯи Замин фақат дар шакли газ дучор меоянд?

?

5.12. Кори газ ва бухор ҳангоми васеъ шудан

Чунонки дар боби 3 гуфтем, навъҳои гуногуни сӯзишворӣ, аз ҷумла нафт, газ, ангишт мавҷуданд, ки дорои захираи энергияи дохилии зиёд мебошанд. Инкишофи техника ва вобаста ба он сатҳи зиндагонӣ бо энергияи дохилии манбаҳои гуногуни сӯзишворӣ алоқаманд мебошад. Истифодаи самараноки энергияи дохилӣ ҳалли масъалаи табдил додани энергияи дохилро ба энергияи механикӣ талаб мекунад. Табдили энергияи дохилро ба энергияи механикӣ метавонем бо мисоли хеле сода маънидод кунем (рас. 5.19).

Даҳони зарфи то ним пури обро бо пӯк баста зарфро гарм мекунем. Мебинем, ки баъди чанд муддат аз оғози гармоиш пӯк бо



Рас.5.19

таъсири фишори бухор боло мепаррад. Дар ин рӯйдод мо аз ҳисоби захираи энергияи сӯзишворӣ ба воситаи гармидиҳӣ энергияи дохилии обро зиёд карда, бухор ҳосил мекунем. Бухор, дар навбати худ васеъ шуда, қор иҷро мекунад, яъне қор аз ҳисоби энергияи дохилии сӯзишворӣ иҷро мешавад.

Биёед, дар мавриди хурд будани васеъшуд фишорро собит пиндорем. Он гоҳ метавонем қори иҷрокардаи газро ин тавр ифода кунем:

$$A = p (V_2 - V_1). \quad (1)$$

Ин ҷо p фишор асту V_1, V_2 ҳаҷмҳои ибтидоӣ ва интиҳӣ.

Ба сифати манбаи гармо мо метавонем аз навъҳои гуногуни сӯзишворӣ — нафт, газ, энергияи кимиёӣ, нури офтоб, гармои ҳастай ва ғ. истифода кунем.

Ҳамин тавр, энергияи дохилии сӯзишвориро ба энергияи гармо табдил дода, аз ҳисоби гармо қори механикӣ иҷро кардан имконпазир аст.

Муҳаррик (мотор)-и ҳароратӣ олатест, ки дар он энергияи сӯзишворӣ ба энергияи механикӣ табдил меёбад.

Намудҳои гуногуни муҳаррикҳои ҳароратӣ, аз ҷумла, муҳаррикҳои бухорӣ ва газӣ, муҳаррикҳои дарунсӯз ва реактивӣ

мавҷуданд. Сохти кори ҳамаи онҳо бар истифодаи васеъшуди ҳаҷмии газ (бухор) асос ёфтааст. Газ ҳангоми васеъ шудан қор иҷро карда, энергияи дохилии худро ба энергияи механикӣ табдил медиҳад.

Ҷояи асосии истифодаи ҳамаи муҳарриқҳои ҳароратӣ ин аст, ки дар онҳо энергияи механикӣ аз ҳисоби сард гаштани газ ё бухор ҳосил мешавад. Дар ин маврид қисме аз гармои газ (бухор) ба энергияи механикӣ табдил меёбад.

Мо ин ҷо муҳарриқҳои ҳароратиеро мавриди баррасӣ қарор медиҳем, ки кори худро бо даври муъайян такрор мекунанд.

Дар амалия ду намуди муҳарриқҳои ҳароратӣ - муҳарриқҳои бухорӣ ва дарунсӯз истифода мешаванд.



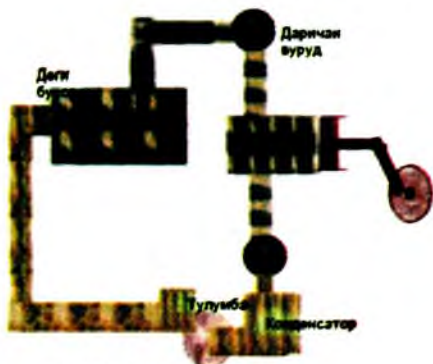
1. Аз ҳисоби энергияи дохилии сӯзишворӣ чӣ тавр кори механикӣ иҷро кардан имконпазир аст?
2. Кори васеъшуди газ бо кадом бузургӣҳо алоқамандӣ дорад?

5.13. Муҳарриқҳои бухорӣ

Муҳарриқҳои бухориро маъмулан ба ду навъ ҷудо мекунанд: мошинҳои бухорӣ ва турбинҳои бухорӣ. Дар мошини бухорӣ энергияи бухор бевосита ба энергияи механикӣ ҳаракати сунба (поршен) бадал мешавад.

а) Мошинҳои бухорӣ.

Дар рас. 5.20 тарҳи кори муҳарриқи бухорӣ бо истифодаи мошини бухорӣ тасвир шудааст. Бухори тафсонӣ дар деги бухор ҳосилшуда ба воситаи қубур ва дарича (клапан)-и вуруд ба силиндри муҳарриқи бухорӣ ворид гашта, дар фазои зерини сунба васеъ шуда, сунбаро ҳаракат дода, қор иҷро мекунанд. Бухори қорхӯрда ва



Рас.5.20

сардшуда ба воситаи даричаи хурӯҷ ба конденсатор дохил мешавад, ки он ба воситаи оби ҷорӣ сард карда мешавад. Дар конденсатор бухор ба об бадал мешавад.



Рас.5.21

Оби конденсатор бо ёрии тулумба (насос) ба деги бухор меравад. Ҳамин тавр, дар ин гуна дастгоҳ ҳамон як миқдори об чанд бор истифода мешавад.

Дар рас. 5.21 тарҳи муҳаррики яксилиндраи бухорӣ тасвир шудааст. Бухор бо ёрии қубури А ба зарфи бухортақсимкунанда ворид гашта, аз он ҷо ба силиндри С гоҳ аз як тарафи сунба, гоҳ аз тарафи дигари он дохил мешавад. Тақсимооти бухор бо ёрии забончаи Д (ки вазифааш дар ҳар маврид кушода доштани яке аз ду канал аст) сурат мегирад. Ҳамин навъ дарича барои баровардани бухор хидмат мекунад. Ҳангоми ворид шудан аз тарафи чап ба фазои зери сунба бухор васеъ шуда, сунбаро ба тарафи рост тела медиҳад ва бухори сардшудаи тарафи рост сунбаро бо қубури бухор ба конденсатор мегузаронад. Сунба гоҳи ҳаракат кардан навардеро гардиш медиҳад, ки он бо гардона (дар русӣ маховик)-и К алоқаманд аст. Он гоҳ наварди дигаре, ки бо забонча пайваست аст, забончаро ба тарафи чап ҳаракат дода, канали ростро мекушояд. Бухори корхӯрда аз қисми чап ба воситаи бухорроҳа ба конденсатор мегузарад. Ин фарояндҳо такроршавандаанд.

Ҳамин тавр, бо таъсири бухори васеъшаванда сунба гоҳ як сӯ, гоҳ сӯи дигар ҳаракат мекунад ва гардонро ба ҳаракат медарорад (мечархонад). Гардона дар навбати худ, қисмҳои гардандаи мошинҳои гуногун, аз ҷумла, генераторҳо (муваллидҳо)-и ҷараёни электрикӣ ва м.ин.-ро ба ҳаракат дароварда, кори фойданок иҷро мекунад.

б) **Турбинҳои бухорӣ.** Сохти кори турбинҳои бухорӣ ба кори мошинҳои бухорӣ шабоҳат дорад. Тафовути асосӣ дар он аст, ки дар ин маврид вазифаи пеш рафтан ва бозгаштани сунбаро турбини чархзананда адо мекунад.

Тарҳи турбини бухорӣ дар рас.5.22 тасвир шудааст. Бухор аз деги бухор ба воситаи қубури бо цилиндр пайваستшуда ба

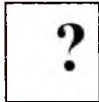


Рас.5.22

шайпураи қифмонанд дохил мешавад. Дар дохили силиндр чархи паррадор шинонда шудааст. Дар рас 5.23 як чархи корӣ тасвир шудааст. Бухор аз шайпура бо суръати баланд берун мешорад. Бухори аз шайпура хориҷшаванда ба парраҳо фишор оварда, турбинрогардиш медиҳад. Турбинҳо ҷойи истифода бисёр доранд (киштиҳо, нерӯгоҳҳои барқ ва ғ.). Солҳои охир турбинҳои газӣ низ истифода мешаванд.



Рас.5.23



1. Мошинҳои бухорӣ аз турбинҳои бухорӣ чӣ фарқ доранд?
2. Конденсатор чӣ вазифаро адо мекунад? шайпура чӣ?

5.14. Муҳаррикҳои дарунсӯз

Дар муҳаррики дарунсӯз сӯзишворӣ бевосита дар дохили силиндр, яъне дар даруни муҳаррик месӯзад. Ба сифати сӯзишворӣ бензин, карасин, нафт ё гази сӯзанда истифода мешаванд.

Муҳаррики дарунсӯзи чортактаи карбураториро мавриди баррасӣ қарор медиҳем. Ин гуна муҳаррик аслан чор ҷузъи асосӣ (карбуратор, сунба (поршен), силиндр, олати шарарзои барқӣ) ва ҷузъиёти бо инҳо алоқамандро дарбар мегирад. Як муҳаррик метавонад чанд сунба (поршен) дошта бошад. Карбуратор сӯзишворӣ ва ҳаворо омезиш дода, як навъ омехтаи газмонанди зуддариранда ҳосил мекунад. Дар қисми болои силиндр барои ҳар поршен ду дарича (клапан) мавҷуд аст, ки онҳо дар лаҳзаҳои даркорӣ ба таври автоматӣ кушода ва пӯшида мешаванд. Яке аз даричаҳо (1) вазифаи ба даруни силиндр ворид сохтани сӯзишворӣ (масалан, омехтаи бензин ва ҳаво) ва даричаи дигар (2) вазифаи берун баровардани газҳои кор-

хӯрдаро адо мекунад (рас 5.24).

Муҳарриқҳои карбуратории чортакта аз он сабаб ин тавр ном гирифтаанд, ки дар онҳо сунба чор ҳаракати пайдарпайи такроршаванда мекунад: вуруди сӯзишвории омехта бо ҳаво ва фишориши он, гашти кории сунба ва хуруҷи газҳои корхӯрда:

1. Вуруди сӯзишворӣ. Сунба бо ёрии шатун бо наварди зону-зону пайваст шудааст. Ба наварди зону-зону ҳам сарчархи вазнин (гардона, маховик) насб шудааст. Дар вақти гардиши наварди зону-зону сунба ба поён ҳаракат карда, дар болои цилиндр фазои ҳавоӣ тунук ба вучуд меорад. Дар якҷоягӣ бо ин ба воситаи даричаи вуруд омехтаи сӯзанда (бухори бензин ва ҳаво) ба даруни цилиндр макида мешавад. Ҳангоми ба нуқтаи поёнӣ расидани сунба ҳаҷми болои сунба бо омехтаи сӯзанда пур шуда, даричаи вуруд пӯшида мешавад.

2. Фишориш. Дар гардиши минбаъда наварди зону-зону сунбаро ба боло ҳаракат дода (дар ин ҳолат ҳарду дарича пӯшида мебошанд), омехтаи сӯзандаро мефишорад (рас. 5.24, 2). Дар нуқтаи болоии гашти дуюм омехта аз шарораи электрикӣ дармегирад. Ҳарорати маҳсулоти газмонанди сӯзанда ба 1600 - 1800°C мерасад.

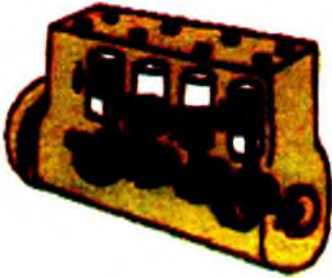
3. Гашти корӣ. Ҳаҷми газҳое, ки аз сӯзиши омехтаи сӯзанда ба вучуд меоянд, васеъ шуда сунбаро ҳаракат дода, кори механикӣ иҷро мекунанд (рас.5.24, 3).

4. Хуруҷ. Ҳангоми ба нуқтаи поёнӣ расидани сунба дар такти сеюм, даричаи хуруҷ кушода мешавад. Сунба ба боло ҳаракат карда, гази аз сӯхтани омехта ҳосилшударо ба воситаи даричаи хуруҷ берун мебарорад. Дар охири гашти 4 даричаи хуруҷ пӯшида мешавад (рас.5.24, 4).

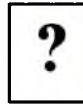
Минбаъд гаштҳои номбурда такрор мешаванд. Ҳамин тавр, аз чор гашт (такт) фақат яктояш -- гашти сеюм гашти корӣ мебошад. Буриши муҳарриқи чорцилиндрӣ дарунсӯз дар рас. 5. 25 тасвир шудааст.



Рас 5.24



Рас 5.25



1. Мошинҳои дарунсӯз аз мошинҳои бухорӣ бо кадом ҷиҳати худ фарқ мекунанд?
2. Сӯзишвориҳои моеъ ба силиндри муҳаррики дарунсӯз дар шакли омехта дода мешавад. Ин чӣ зарурат дорад?
3. Вазифаи гашт (такт) - ҳоро шарҳ диҳед.
4. Дар як гашти корӣ чӣ қадар кор иҷро мешавад?

5.15. Самари муҳаррикҳои ҳароратӣ

Самари ҳар гуна муҳаррики дарунсӯзро бо бузургии таъйин мекунанд, ки он суди муҳаррик (ё коэффисенти кори фойданоки муҳаррик) ном гирифтааст.

Суди муҳаррики ҳароратӣ η гуфта нисбати кори иҷрокардаи муҳаррик A_c -ро бар миқдори гармо Q_6 мефаҳманд, ки ҳангоми пурра сӯختани сӯзишворӣ хориҷ мешавад:

$$\eta = \frac{A_c}{Q_6} \quad (1)$$

ё бо дарсадҳо

$$\eta = \frac{A_c}{Q_6} \cdot 100\% \quad (2)$$

Дар муҳаррикҳои дарунсӯз энергияи ҳароратиро ба энергияи механикӣ дар сурате табдил додан мумкин аст, ки барои аз ҳарорати баланд T_6 ба ҳарорати паст T_n гузаштани моддаи корӣ шароит фароҳам ояд. Агар миқдори гармои зодаи сӯзишвориро Q_6 ва миқдори гармои ба ҳарорати паст гузаштаро Q_n гӯем, он гоҳ дар асоси қонуни бақои энергия

$$Q_6 = Q_n + A_c \quad (3)$$

мешавад. Ё ин ки

$$A_c = Q_6 - Q_n \quad (4)$$

Қимати A_c -ро аз формулаи (4) ба (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$\eta = \frac{Q_6 - Q_n}{Q_6} = 1 - \frac{Q_n}{Q_6} \quad (5)$$

Аз формулаи (5) хулосаи зайл мегирем: ҳар қадаре ки Q_n кам бошад, суди муҳаррик ҳамон қадар зиёд аст. Суди ҳама гуна машину механизм ҳамеша хурд аз 1 ($\eta < 1$) аст ва барои мошинҳои дарунсӯз 20-40%, барои турбинҳои бухорӣ тақрибан 30% мебошад.

Суди муҳаррикҳои ҳароратӣ бо ҳарорати ибтидоӣ ва интиҳӣ чунин бастагӣ дорад :

$$\eta = \frac{T_6 - T_n}{T_6} 100\% \quad (6)$$

Масъала: Ҳарорати ибтидоии турбини бухорӣ $T_6 = 500$ К ва ҳарорати интиҳӣ $T_n = 300$ К аст. Суди турбинро ёбед.

<p style="text-align: center;"><i>Додаҳо:</i></p> $T_6 = 500 \text{ К,}$ $T_n = 300 \text{ К}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $\eta = ?$
--

Ҳал: Додаҳо ба формулаи

$$\eta = \frac{T_6 - T_n}{T_6} 100\%$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$\eta \approx 40\%.$$



1. Суди муҳаррикҳои ҳароратӣ чиро ифода мекунад?
2. Чаро суди муҳаррикҳои ҳароратӣ ба як баробар буда ё ин ки аз як зиёд шуда наметавонад?
3. Суди муҳаррикҳои ҳароратӣ бо ҳарорати ибтидоӣ ва интиҳӣ чӣ гуна бастагӣ дорад?

Машқ

1. Муҳаррики дарунсӯз барои иҷро кардани кори судманди $1,15 \cdot 10^5$ Ҷ 1 кг бензин сарф мекунад. Суди ин муҳаррикро ёбед. (Ҷавоб: 25 %).

2. Бухор ба турбини бухорӣ бо ҳарорати 480°C ворид мешаваду газҳои корхӯрда бо ҳарорати 336°C берун партофта мешаванд. Суди турбин чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 30 %).

Масъалаҳои тестӣ

1. Зичии модда бо миқдори ҳаҷмӣ (консентратсия)-и молекулаҳо чӣ бастагӣ дорад?

А. Алоқамандӣ надорад.

Б. Зичии модда ба миқдори ҳаҷмии молекулаҳо п мутаносиби чаппа аст.

В. Зичии модда ба ҳосили зарби миқдори ҳаҷмии молекулаҳо п ва массаи модда баробар аст.

С. Зичии модда ба ҳосили зарби миқдори ҳаҷмии молекулаҳо п ва массаи як молекула баробар аст.

2. Гармои хоси гудозиши сурб ба $0,25 \cdot 10^5$ Ҷ/кг баробар аст. Ин чӣ маъно дорад?

А. Барои гудохтани сурби массааш маълум $0,25 \cdot 10^5$ Ҷ/кг гармо зарур аст.

Б. Барои то ҳарорати гудозиш гарм кардани 1кг сурб $0,25 \cdot 10^5$ Ҷ/кг гармо зарур аст.

В. Барои гудохтани сурби массааш 1кг, ҳарораташ баробари ҳарорати гудозиш $0,25 \cdot 10^5$ Ҷ/кг гармо зарур аст.

С. Барои гудохтани сурби массааш 1кг ва ҳарораташ муътадил $0,25 \cdot 10^5$ Ҷ/кг гармо зарур аст.

3. Ду зарфи полиэтиленӣ якхеларо пури оби ҳарораташ 0°C карданд. Баъд якеи он зарфҳоро дар об гузоштанду дигарашро--дар даруни яхи кӯфта. Бигзор ҳарорати ин об ва яхи кӯфта низ мисли ҳарорати ҳавои муҳити атроф 0°C бошад. Оё об дар ягонтои он зарфҳо ях мебандад?

А) Ях мебандад.

Б) Қисмаш ях мебандад.

В) Ях ба об табдил меёбад.

С) Не, зеро энергияи дохилии обу ях тағйир намеёбад.

4. Нуқрапорае дорем, ки массааш 20 г ва ҳарораташ баробари ҳарорати гудозишаш мебошад. Барои ба моеъ табдил додани он чӣ қадар гармо лозим аст ($L = 10^5$ Ҷ/кг)?

А. 2000 Ҷ. Б. 200 Ҷ. В. 2000 кҶ. С. $2 \cdot 10^6$ Ҷ

5. Барои об кардани яхи массааш 10 кг ва ҳарораташ 0°C ва баъд то ҳарорати 30°C гарм кардани оби ҳосилшуда чӣ миқдор гармо лозим аст? ($L = 3,4 \cdot 10^5$ Ҷ/кг; $c = 4200$ Ҷ/кг. $^\circ\text{C}$).

А. 1160 кҶ. Б. 4660 кҶ. В. 5660 кҶ. С. 2660 кҶ.

6. Гармои хоси гудозиш $L_{\text{гуд}}$ ва гармои хоси сахтшуд $L_{\text{сахт}}$ аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?

А. Айни ҳамдигаранд, дар ҳар ду маврид миқдори гармои яхела хориҷ мешавад.

Б. Айни ҳамдигаранд, дар ҳар ду маврид миқдори гармои яхела фуру бурда мешавад.

В. Айни ҳамдигаранд, дар мавриди гудозиш миқдори гармои зарури фуру бурда мешавад, вале ҳангоми сахтшуд хориҷ мешавад.

С. Айни ҳамдигаранд, дар ҳар ду маврид миқдори гармои яхела талаф меёбад.

7. Ҳангоми сахт шудани руҳи моеъи массааш 0,5кг, ҳарораташ баробари ҳарорати гудозиш ва то ҳарорати 19°C сард шудани руҳи сахтшуда чӣ қадар гармо хориҷ мегардад? ($L = 1,2 \cdot 10^5$ Ҷ/кг; $c = 380$ Ҷ/кг. $^\circ\text{C}$; $t_{\text{сахт}} = 419^\circ\text{C}$).

А. 136 кҶ. Б. 126 кҶ. В. 156 кҶ. С. 166 кҶ.

8. Дар як истакон алкули ҳарораташ 20°C , дар истакони дигар оби ҳамон гуна ҳарорат мерезем. Баъд ба ҳар ду истакон яктоғи ҳароратсанҷи яхела меандозем. Нишондоди кадомин ҳароратсанҷ пасттар хоҳад буд?

А. Нишондоди ҳароратсанҷи даруни об (об нисбат ба алкул зиёдтар бухор мешавад).

Б. Нишондоди ҳароратсанҷи даруни алкул (алкул нисбат ба об зиёдтар бухор мешавад).

В. Нишондодҳои ҳар ду ҳароратсанҷ яхела мемонанд.

С. Нишондоди ҳароратсанҷи даруни алкул бетағйир монда, нишондоди ҳароратсанҷи даруни об паст мешавад.

9. Барои ба бухор табдил додани 20 кг оби ҳарораташ

100 °C чӣ қадар гармо лозим аст?

А. $4,6 \cdot 10^6$ Ҷ. Б. $4,6 \cdot 10^5$ Ҷ. В. $4,6 \cdot 10^7$ Ҷ. С. $4,6 \cdot 10^8$ Ҷ.

10. Ҳангоми чиголида (конденсатсия) шудани 25 кг бухори ҳарораташ 100 °C чӣ қадар гармо хориҷ мешавад?

А. 57500 кҶ. Б. 575000 кҶ. В. 5750 кҶ. С. 575 кҶ.

Чанд масъала

1. Агар тамоми энергияи аз сӯзиши 20 г карасин хориҷшаванда барои гарм кардани 44кг об сарф шавад, ҳарорати об, чӣ қадар тағйир меёбад? Гармои хоси сӯхти карасин $q = 4,6 \cdot 10^7$ Ҷ/кг, гармигунҷиши хоси об $c = 4200$ Ҷ/кг. °C мебошанд. (Ҷавоб: ≈ 5 °C).

2. Дар асоси назарияи ҷумбишҳои молекулии сохти модда шарҳ диҳед, ки чаро дар лаҳзаи гудозиши ҷисм ва сахтшуди он ҳарорати ҷисм намеафзояд.

3. Ғулаҳои баробармаассаи алюмин ва сурб то ҳарорати гудозишашон гарм карда шудаанд. Барои гудохтани кадоми ин ҷисмҳо гармои зиёдтар ва чанд баробар зиёдтар зарур аст?

4. Барои об кардани 40 кг яхи ҳарорати аввалааш -10 °C ва ҷушондани он чӣ миқдор гармо зарур аст? (Ҷавоб: 31240кҶ)

5. Лавҳачаи сурбии ҳаҷмаш $88,5$ см³ то ҳарорати гудозиш гарм карда шуд. Барои гудозиши сурбпора чӣ миқдор гармо лозим аст? (Ҷавоб: $2,5 \cdot 10^4$ Ҷ).

6. Барои гудохтани 10 т оҳани ҳарораташ баробари ҳарорати гудозиш чӣ қадар гармо лозим аст? (Ҷавоб: $2,7 \cdot 10^9$ Ҷ).

7. Барои об кардани 100 кг яхи ҳарорати аввалааш -10 °C ва ҷушонидани он чӣ миқдор гармо зарур аст? (Ҷавоб: 78100 кҶ).

8. Дар ду косаи якхела дар як вақт ба миқдори баробар, аммо ба яке об ба дигаре равшани ҳарораташон якхела рехтанд. Кадоми онҳо зудтар сард мешавад?

9. Чӣ миқдор гармӣ зарур аст, ки аз яхпораи массааш 8 кг ва ҳарораташ -10 °C бухори ҳарораташ 100 °C ҳисил карда шавад? (Ҷавоб: 24648 кҶ).

10. Муҳаррики дарунсӯз 5 кг бензин сӯхта, кори судманди $4,6 \cdot 10^4$ кҶ-ро иҷро кард. Суди муҳаррикро муъайян кунед. (Ҷавоб: 20 %).

6. БАРҚ (ЭЛЕКТР) 1.

6.1. Барқаманд шудани қисмҳо

Чунон ки шумо, хонандагони азиз, огоҳ ҳастед (ниг. "Физика, 7"), ду қисме, ки дорои масса мебошанд, ба ҳамдигар бе тамос аз ин ё он масофа низ ба василаи қувваи ҷозиба таъсир расонда метавонанд. Ин қувва



Рас. 6.1

Моҳро дар гирди Замин, сайёраҳоро дар гирди Офтоб мегардонанд. Вале қувваи ҷозиба қувваи ягонаи бе тамос ва аз дур таъсиркунанда нест. Мо чандин бор аз хусуси таъсири магнитӣ сухан рондем. Магнити наҷандон калон метавонад кашиши Замини калонҷуссаро бартараф карда, меҳи оҳанинро боло бардорад. Яъне таъсири *бетамоси* магнитӣ нисбат ба таъсири ҷозибавӣ зиёд аст.

Ақнун боз бо як навъи қувваи аз ин ё он дурӣ таъсиркунанда — бо **қувваи электрикӣ** шинос мешавем.

Меғҷанд, ки файласуфи Юнони қадим Фалес таъсири қувваи электрикиро тақрибан 2600 сол пеш аз давраи мо мушоҳида кардааст. Агар қаҳрабуро ба матоъи пашмин молиш (сойиш) диҳем, хосияти қисмҷазбкунандагӣ пайдо карда, қисмҳои сабукро ба худ мекашад. Калимаи юнонии **электр** (электрон) маънои **қаҳрабо** дорад. Қаҳрабо зифти сахтшудаи дарахти сӯзанбарг аст.

Хосияти қисмҷазбкунандагиро на танҳо қаҳраби ба матоъи пашмин молишхӯрда, балки чӯбчаи эбонитӣ ё хаткашаки пластмасии бо матоъ сойида низ доранд (эбонит, каучукест, ки дар таркибаш омехтаи зиёди сулфур дорад).

Хосияти қисмҳои дигарро ҷазб кардани қисмҳои молишхӯрда **барқаманд** будани онҳоро ифода мекунад. Яъне **сабаби электрнокшавии қисмҳо соҳиби барқа** (соҳиби заряди электрикӣ) **будани онҳо аст.**

Ҳамин тавр, бузургии нави физикӣ **барқа** (заряди электрикӣ) ба майдони истеъмол омад. Минбаъд хосияти барқаҳоро меомӯзем. Барқаманд шудани қисмҳо «маҳсули» сойиши ду қисм аст: чӯбчаи қаҳрабо — матоъи пашмин; эбонит — матоъи пашмин ё қоғаз ва ҳоказо. Дар ҳамаи ин мавридҳо ҳарду қисм соҳиби барқа (заряди электрикӣ) мешаванд.



1. Қувваҳоеро номбар кунед ва хосиятҳои онҳоро шарҳ диҳед, ки бо ҳамдигар бе тамос (аз ин ё он масофа) таъсир мерасонанд.
2. Чаро қисмҳои бо матоъи пашмин соишхӯрда қобилияти ҷазбкунандагиро соҳиб мешаванд?

6.2. Ду навъи барқа (заряди электрикӣ)

Пеш аз ҳама пурсиш ба миён меояд, ки чанд навъ барқа мавҷуд аст. Посух чунин аст: ду навъи барқа вучуд дорад—барқаи мусбат ва барқаи манфӣ. Буди онҳоро бо таҷрибаҳои сода намоиш додан мумкин



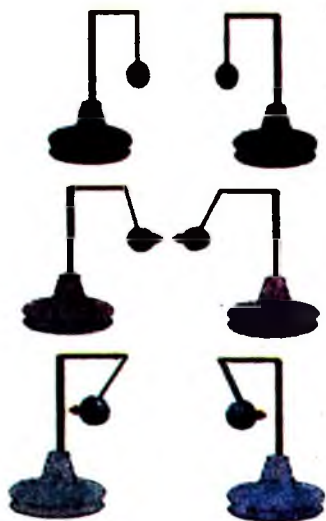
Рас. 6.2

аст. Хаткашаки пластмассиро ба матоъи пашмин сойиш дода, аз мобайни он бо ресмон меовезем. Баъд хаткашаки пластмассии дигареро низ бо ҳамин тарз барқаманд карда, ба хаткашаки овезон наздик мебарем ва мебинем, ки онҳо аз ҳамдигар тела мехӯранд (рас. 6.2). Ин таҷрибаро метавонем бо чӯбчаҳои шишагини ба матоъи абрешимӣ соидашуда низ такрор карда бинем, ки он чӯбчаҳо аз ҳамдигар тела мехӯранд. Хуллас, қисмҳои якхелаи бо ҳамон як роҳ барқамандшуда аз ҳамдигар тела мехӯранд. Вале агар шумо чӯбчаи шишагини ба матоъи абрешимӣ молишдодаро бо хаткашаки пластмассии ба матоъи пашмин молишхӯрда наздик кунед, мебинед, ки онҳо ҳамдигарро мекашанд (ҷазб мекунанд) (рас. 6.3). Пас, маълум мегардад, ки навъи барқае, ки ҳангоми молиш додани чӯбча бо матоъи абрешимин ҳосил шудааст, аз барқаи хаткашаки ба



Рас. 6.3

матоъи пашмин молишхӯрда фарқ мекунанд. Барқаҳои якхела (ҳамном) аз ҳамдигар тела мехӯранд ва барқаҳои гуногун (гуногунном) ҳамдигарро ҷазб мекунанд. Яке аз ду навъи барқаро “барқаи мусбат” гуфтаанду дигареро –



Рас. 6. 4.

“барқай манфӣ”. Албатта, интихоби аломати барқаҳои манфӣ ва мусбат шартӣ мебошад. Расм шудааст, ки барқай қаламчаи ба матоъи абрешимин молишхӯрда мусбат гирифта шаваду барқай кахрабо (эбонит, гӯгирд, резин)-и бо матоъи пашмин молишхӯрда — манфӣ.

Ҳамин тавр, таҷриба нишон дод, ки ду навъи барқа — барқаҳои мусбат ва манфӣ вучуд доранд. Барқаҳои гуногуналомат, чунон ки гуфтём, ба ҳамдигар ҷазб мешаванду барқаҳои яқаломат аз ҳам тела мөхӯранд (рас.6.4).

Ҳангоми молиш додани ҷисмҳо дар яке аз онҳо як миқдор барқай мусбат пайдо мешаваду дар ҷисми дигар — ҳамон миқдор барқай манфӣ.

Ҷамъи алҷабрии барқаҳои манфӣ ва мусбат баробари сифр аст. Ин

ифодаи қонуни барқи барқа мебошад.

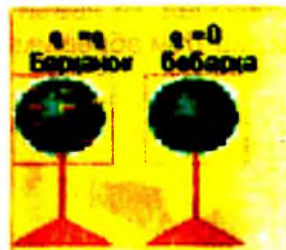
Ҷисмҳое, ки бо роҳи молишдиҳӣ барқаманд мешаванд, муддате барқадор буда метавонанд. Аммо баъд онҳо оҳиста-оҳиста барқай худро ба молекулаҳои ҳаво дода, хунсо (бebarқа) мешаванд.



1. Ду хаткашаки пластмасии бо матоъи пашмин молишхӯрда бо ҳамдигар чӣ тавр таъсири мутақобил мекунанд?
2. Хаткашаки пластмасии бо матоъи пашмин молишхӯрда ва чубчаи бо матоъи абрешимин молишхӯрда чӣ тавр таъсири мутақобил мекунанд?
3. Чанд навъи барқа вучуд дорад?
4. Таъсири мутақобили байни барқаҳои яқаломат ва гуногуналомат чӣ гуна аст?

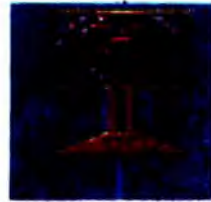
6.3. Барқаманд (электрон) шудани ҷисмҳо ҳангоми расиш

Ҳангоми ба ҳам расондани ду ҷисми филизӣ (металлӣ)-е, ки яке барқадор,



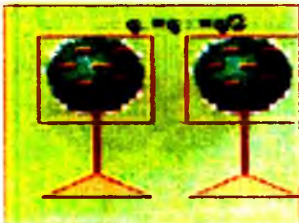
Рас. 6.5

вале дигараш бебарқа аст, ҷисми бебарқа соҳиби барқа мешавад. Масалан, агар шумо ду кураи филизиро, ки яке барқаманд асту дигаре бебарқа (рас.6.5) бо ҳам расонед, мекбинед, ки ҳардуи онҳо барқадоранд (рас.6.6).



Рас.6.6

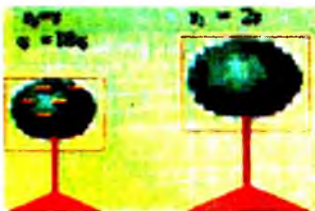
Агар радиуси кураҳои бо ҳам расида якхела бошад, он гоҳ барқҳои ҳар ду кура якхела мешавад (рас.6.7). Агар радиуси кураи филизии бебарқа нисбат ба кураи барқадор ду бор зиёд бошад, он гоҳ кураи хурд дорои барқҳои $1/3$ ҳиссаи барқҳои аввала ва кураи радиусаш калон дорои барқҳои баробар ба $2/3$ ҳиссаи барқҳои аввала мешаванд. Яъне, агар бузургии барқҳои аввала q бошад, он гоҳ барқҳои кураи радиусаш r ба q_r ва барқҳои кураи радиусаш $2r$ ба $q_{2r} = 2/3q$ баробар мешавад. Умуман, барқҳои кураҳои радиусашон r_1 ва r_2 ва барқаҳошон q_1 ва q_2 -и ба ҳам расида ин хел ёфта мешавад:



Рас.6.7

$$q_{r_1} = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_1 \quad (1)$$

$$q_{r_2} = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_2 \quad (2)$$



Рас.6.8

Дар ин ҷо q_{r_1} барқҳои кураи радиусаш r_1 баъди бо кураи радиусаш r_2 расидан асту q_{r_2} – барқҳои кураи радиусаш r_2 .

Ҳамин тавр, ҳар қадар, ки андозаи кура калон бошад, он ҳамон қадар барқҳои бештар мегирад. Ҳамин аст, ки барқҳои ҷисмҳо танҳо ба Замин мешавад.

Дар мавриди ба Замин расидани ҷисми барқаманд, қариб ҳама барқҳои ҷисм ба Замин мегузарад, зеро Замин назар ба ҳар гуна ҷисм андозаҳои ҳазорҳо бор зиёд дорад.

ЯК МИСОЛ. Кураи филизии радиусаш r -и барқҳои аввалааш $18q$ -ро (рас.6.8) ба кураи радиусаш $2r$ расониданд. Кураҳои баъди расиш соҳиби чӣ қадарӣ барқа мешаванд?

Додаҳо:

$$q_1 = 18q,$$

$$r_1 = r,$$

$$r_2 = 2r$$

$$q_{r_1} = ?$$

$$q_{r_2} = ?$$

Ҳал: Дар асоси формулаҳои (1) ва (2) меёбем:

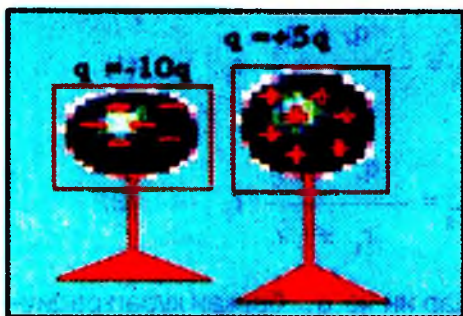
$$q_{r_1} = \frac{18q}{3r} r = 6q; \quad q_{r_2} = \frac{18q}{3r} 2r = 12q.$$

Ҳамин тавр, ҳангоми расиш кураи радиусаш 2r нисбат ба кураи радиусаш r ду бор зиёдтар барқадор мешавад (рас.6.9).



Рас.6.9

Як мисоли дигар. Ду кураи барқамандеро, ки радиуси яке аз онҳо 2r, барқаш -10q, радиуси дигаре 3r ва барқаш +5q бо ҳам расониданд (рас.6.10; ва 6.11). Барқии кураҳоро ёбед.



Рас.6.10



Рас.6.11

Додаҳо:

$$q_1 = 18q,$$

$$r_1 = r,$$

$$r_2 = 2r$$

$$q_{r_1} = ?$$

$$q_{r_2} = ?$$

Ҳал:

$$q_{r_1} = \frac{-10q + 5q}{5r} 2r = -2q;$$

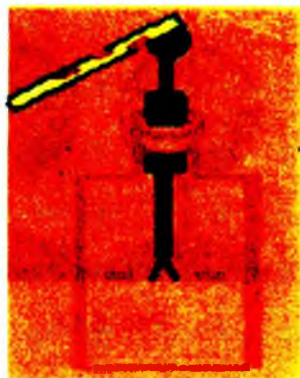
$$q_{r_2} = \frac{-10q + 5q}{5r} 3r = -3q.$$



1. Ҳангоми ба ҳам расидани ду кураи барқаманд чӣ ҳодиса рӯй медиҳад?
2. Барқии ду кура ба радиусҳои онҳо ба радиусҳои онҳо чӣ бастагӣ дорад?

6.4. Электроскоп (барқабин)

Калимаи *электроскоп* аз калимаҳои *юнии* *elektron* — *каҳрабо* ва *scopeo* — мушоҳида кардан таркиб ёфтааст. Электроскоп асбобест, ки ба воситаи он ҳамтаъсири барқаҳоро мушоҳида мекунанд. Содатарин электроскопро ду варақаи тунуки алюминӣ ё тиллоие ташкил медиҳанд, ки дар милаи оҳанин овезонанд. Дар чунин электроскоп милаи оҳанин бо ёрии пӯки эбонитӣ ё каҳрабӣ дар даруни зарфи шишагин ҷойгир карда мешавад (рас. 6.12). Агар ба кураи электроскоп қисми барқаманде, масалан, хаткашаки пластмассиеро, ки ба матоъи пашмин молиш дода шудааст, расонем, мебинем, ки варақаҳо аз ҳамдигар дур мешаванд.



Рас.6.12

Сабаб чист, ки варақаҳо аз ҳам дур мешаванд? Барқаҳои дар хаткашаки пластмассӣ ҳосилшуда ба воситаи милаи оҳанин ба варақаҳои электроскоп расида, онҳоро барқаманд мекунанд. Ба сабаби он ки ҳар ду варақа якхела (манфӣ) барқаманд мешаванд, онҳо аз ҳамдигар тела меҳӯранд.



Рас.6.13

Ин таҷрибаро бо ёрии ҷӯбҷаи шишагини мусбатбарқа намоиш додан мумкин аст. Дар ин маврид варақаҳои электроскоп соҳиби барқаи мусбат шуда, аз ҳамдигар тела меҳӯранд (рас.6.13).



Рас. 6.14

Чунон ки гуфтем, хангоми ба ҳам расондани кураҳои барқанок ва беварқа кураи беварқа низ соҳиби барқа мешавад. Аз ин рӯ агар ба кураи электроскопи барқаманд кураи беварқаро расонем, барқаи электроскоп кам мешавад — дар ин сурат варақаҳои электроскоп ба ҳамдигар наздик меоянд. Агар кураи беварқа нисбат ба кураи электроскоп калон бошад, қисми

зиёди барқа ба он мегузарад.

Он гоҳ варақаҳо ба ҳам наздик меоянд.

Телахӯрди варақаҳо ба бузургии барқа вобастагӣ дорад. Ҳар қадаре ки барқаи электроскоп зиёд бошад, варақаҳо аз ҳамдигар ҳамон қадар саҳттар дур мешаванд.

Ҳамин тавр, аз рӯи тағйироти кунҷи байни варақаҳои электроскоп зиёд ё кам шудани миқдори барқаро дидан мумкин аст. Дар расми 6.14. тарҳи намунаи электроскопи миқёсдор (шкаладор) тасвир шудааст. Электроскопҳои миқёсдорро *электромметр* меноманд.

Дар электромметрҳо ба ҷои варақаҳо ақрабаки сабуки гирди мөҳвар гардишхӯранда истифода мешавад. Ин гуна асбобҳои ҳассос дар амалия барои чен кардани шиддати нурафкании моддаҳои радиоактив низ истифода мешаванд.



1. Сохти электроскоп чӣ гуна аст? **Электромметр** чист?
2. Чаро хангоми ба кураи электроскоп расондани қисми барқаманд варақаҳои он аз ҳамдигар дур мешаванд?
3. Чаро хангоми ба кураи электроскоп расонидани кураи беварқа варақаҳои электроскоп ба ҳамдигар наздик мешаванд?
4. Дар сурати кураи электроскопро ба Замин пайваст кардан чӣ падида рӯй медеҳад?
5. Чӣ тавр бо ёрии электроскоп аломати барқаро муайян кардан мумкин аст?

6.5. Илқо (индуксия)-и электростатикӣ



Рас. 6.15



Рас. 6.16

Ба ноқил чизеро норасонида, барқаҳои дохили онро аз ин ё он масофа (бе тамос) ба ҳаракат медарорем. Аз ҷумла, агар ба ғулаи ноқил кураи мусбатбарқаеро наздик кунем, барқаҳои манфии дохили ноқил ба барқаҳои мусбати кура ҷазб шуда, бар-қаҳои мусбати он тела меҳуранд. Дар натиҷа дар қисми ба кураи барқанок наздики ноқил барқаи манфӣ, дар қисми дур аз ҷўбчаи ноқил барқаи мусбат ҷамъ мешаванд. Баръакс, агар шумо ба ноқил кураи манфибарқаро наздик кунед, дар қисми ба ҷўбча наздики ноқил барқаҳои мусбат ва дар қисми

дури ноқил барқаҳои манфӣ ҷамъ меоянд (рас.6.15).

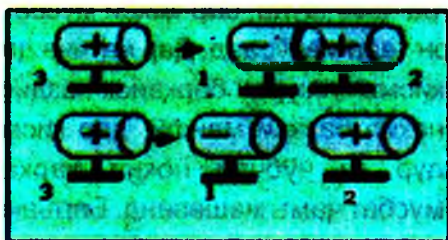
Падидаи дар ноқил (ё қисми диэлектрикӣ) ҷудо шудани бар-қаҳои мусбат ва манфиро, ҳангоми ба ноқил наздик кардани қисмҳои барқаманд *илқои электростатикӣ (индуксияи электростатикӣ)* меноманд.

Падидаи илқои электростатикиро бо воситаи электроскоп камубеш таҳқиқ кардан мумкин аст. Барои ин электроскопро барқаманд (масалан, манфӣбарқанок) мекунем. Баъд ба он ҷўбчаи барқамандеро наздик мебарем.

1) Агар ҷўбча мусбат барқанок бошад (масалан, ҷўбчаи шишагини ба матоъи абрешимин молишхўрда), он гоҳ дар кураи электроскоп барқаҳои манфӣ ба вучуд меоянд ва бузургии барқа дар варақаи он кам мешавад. Бино бар ин варақаҳо ба ҳамдигар наздик меоянд (рас.6.16).



Рас.6.17



Рас.6.18

2) Агар чўбча (масалан, чадвали пластмасии ба матоъи пашмин молишхўрда) соҳиби барқаи манфӣ бошад, он гоҳ дар кураи электроскоп барқаҳои мусбат пайдо мешаванд ва барқаи ҳосилшуда варақаҳоро аз ҳамдигар дур мекунад.

Ҳамин тариқ, дар ин гуна таҷриба аломати барқаҳои ба кураи электроскоп наздикшавандаро муъайян кардан осон аст.

Масъала: Ба ду ғўлаи филизии бо ҳам пайвасти 1 ва 2, ғўлаи 3-уми мусбатбарқаро наздик бурда, баъд ғўлаҳоро аз ҳамдигар ҷудо карданд. Ғўлаҳо соҳиби чӣ гуна барқа мешаванд?

Ҳал: Ҳангоми ба ғўлаҳои 1 ва 2 наздик бурдани ғўлаи барқаманди 3 дар ғўлаи 1 барқаи манфӣ ва дар ғўлаи 2 барқаи мусбати илқошуда ба вуҷуд меояд. Ҳангоми аз ҳамдигар ҷудо кардани ғўлаҳо ғўлаи 2 мусбатбарқанок, вале ғўлаи 1 манфибарқаманд мешаванд (рас.6.18).



1. Илқо (индукция)-и электростатикӣ чист?
2. Дар сурати ба кураи барқаманд наздик кардани чўбчаи ноқил чӣ падида рух медиҳад?
3. Мавҷудияти барқаҳоро ба воситаи электроскоп чӣ тавр санҷидан мумкин аст?

6.6. Ноқилҳо ва диэлектрикҳо

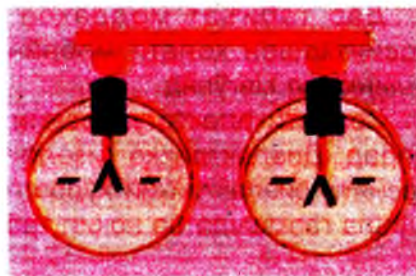
Моддаҳоро ба ноқилҳо ва диэлектрикҳо (ғайри-ноқилҳо) ҷудо мекунанд.

Ду электроскопро дар масофаи муайян ҷой дода, яке аз онҳоро бо ҷўбчаи шишагин барқанок мекунем (рас.6.19).



Рас.6.19

барқанокшударо бо электроскопи дуюм ба воситаи сими мисин пайваста, мебинем, ки варақаҳои электроскопи барқанок ба ҳам наздиктар меоянд, вале варақаҳои электроскопи дуюм аз ҳамдигар дур мешаванд (рас.6.20), яъне электроскопи дуюм барқанок мешавад. Ин таҷриба аз он



Рас.6.20

шаҳодат медиҳад, ки барқаҳо ба василаи сими мисин электроскопи дуюмро барқанок мекунанд. Агар ба ҷои сими мисин симҳои дигари филизӣ (алумин, оҳан, нуқра, тилло ва ғ.)-ро истифода кунем, боз ҳамон натиҷа ба даст меояд. Бояд гуфт, ки ҳангоми ба электроскопи барқанок даст расондан, он бебарқа мешавад, чунки барқаҳо ба воситаи қисми мо ба Замин мегузаранд. Сипас, нўғҳои сими мисинро ба воситаи ресмони абрешимӣ ба кураҳои электроскоп мерасонем.

Акнун таҷрибаро такрор карда, электроскопҳоро бо абрешим ё ҷўбчаи шишагин мепайвандем ва мебинем, ки электроскопи дуюм барқаманд намешавад, яъне барқаҳои электроскоп ба воситаи ресмони абрешимӣ намекуҷанд ва электроскопи дуюм барқа намегирад. Ҳамин тариқ, барқаҳо бо сими мисин бо осонӣ метавонанд бикўҷанд, вале бо ресмони абрешимин намекуҷанд.

Моддаҳоеро, ки ба воситаи онҳо барқаҳо бо осонӣ ҷой худро иваз мекунанд, **ноқил** меноманд. Моддаҳоеро, ки ин хосиятро надоранд, **диэлектрик** мегўянд.

Ҳамаи филизот (металлҳо), маҳлули намакҳо ва турушаҳо (кислотаҳо) ва инчунин газҳои тафсон ноқили хубанд. Фарфор (фағфур), каҳрабо, шиша, эбонит, резин, абрешим, газҳои пастҳарорат (15-20С°) мисоли диэлектрикҳои хуб мебошанд.

Ҷисмҳои, ки аз диэлектрикҳо сохта шудаанд, **изолятор** ё худ **ойиқ** мегӯянд.

Ба ноқилҳо ва диэлектрикҳо ҷудо кардани моддаҳо шартӣ аст, албатта. Дар асл диэлектрикҳо низ барқаҳоро мегузaronанд, вале қобилияти гузаронандагии онҳо нисбат ба ноқилҳо садҳо ва ҳазорҳо бор кам аст.

Дар табиъат моддаҳои мавҷуданд, ки онҳо аз рӯи хосиятҳои ҳолати мобайниро ишғол мекунанд. Онҳоро **нимноқил** мегӯянд.

Хосияти электргузарони моддаҳо ба ҳарорат бастагӣ дорад. Диэлектрикҳо (изоляторҳо) дар ҳароратҳои баланд хосияти диэлектрикии худро гум мекунанд. Масалан, гази бо шӯъла гармшуда ба ноқил табдил меёбад.



1. Ноқилҳо аз диэлектрикҳо чӣ фарқ доранд?
2. Чӣ тавр дар таҷриба бо ёрии электроскоп хосиятҳои ноқилҳо ва диэлектрикҳоро таҳқиқ мекунанд?
3. Оё хосияти гузаронандагии моддаҳо ба ҳарорат бастагӣ дорад?

6.7. Қонуни Кулон

Мо чанд бор ёдовар шудем, ки ҷисмҳои барқаманд бо ҳамдигар таъсироти мутақобил мекунанд. Барқаҳои яқаломат аз якдигар тела мекӯранду барқаҳои гуногуналومات ба ҳамдигар ҷазб мешаванд.

Барои дар бораи падидаҳои электрикӣ пайдо кардани тасаввуроти аниқтар, биёед масъалаи тавсифи миқдории ҳамтаъсироти ҷисмҳои барқанокро мавриди баррасӣ қарор диҳем. Пурсиш ба миён меояд, ки қувваи таъсиркунандаи байни барқаҳо ба чӣ бастагӣ дорад? Агар масофаи байни ҷисмҳои барқаманд аз андозаи ҷисмҳо хеле зиёд бошад, муойинаи масъала сода хоҳад буд. Дар ин маврид метавонем ҷисмҳои барқанокро ҳамчун барқаҳои нуқтагӣ пиндошта, сохтори фазои барқаҳоро ба ҳисоб нагирем.

Масъалаи ҳамтаъсироти ду барқаи нуқтагиро дар таҷриба олими

фаронсавӣ Шарл Кулон (1736-1806) с. 1785 пажӯҳида, қонуни ҳамтаъсиrotи онҳоро муқаррар кардааст. Ба ифтихори Кулон ин қонун бо номи ӯ ёд мешавад.

Кулон дар таҷрибаҳои худ барои ташхиси қувваи ҳамтаъсиrotи ду зарраи барқаманд тарозуҳои гардишхӯрандари истифода кардааст (рас.6.21). Тарозуи гардишхӯранда аз шоҳини диэлектрикии иборат аст, ки он дар сари сими борики чандире овезон мебошад. Дар як нӯги шоҳин сақочаи филизӣ, дар нӯги дигараш порсанг часпонда шудааст. Сақочаи филизии дигаре дар нӯги милае шинонда шудааст, ки он дар сарпӯши асбоб ба таври ночунбон маҳкам аст. Дар сурати барқаманд кардани сақочаҳо онҳо аз ҳамдигар тела мөхӯранд ва шоҳин ба ин ё



Рас. 6.21

он кунҷ гардиш хӯрда, қувваи ҳамтаъсиrotро нишон медиҳад. Ҳар қадаре ки қувваи таъсиркунанда зиёд бошад, шоҳин ба кунҷи ҳамон қадар зиёдтар гардиш мөхурад. Ш.Кулон аз санҷиши кунҷи гардиш ҳамтаъсиrotи қисмҳои барқамандро муъайян карда, ҳамбастагии қувваи таъсиркунандаро ба бузургии барқҳо ва масофаи байни онҳо омӯхта муқаррар кард, ки қувваи ҳамтаъсиrotи ду қисми нуқтагии барқаманд дар хало (вакуум) ба ҳосили зарби бузургии барқҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа мебошад.

Дар мавриди бо ҳарфҳои q_1 ва q_2 ишорат кардани барқҳои зарраҳои муойинашавандаи 1 ва 2 ва бо r ишорат кардани масофаи байни онҳо қувваи таъсиркунандаи барқҳо, яъне қонуни Кулон бо формулаи зайл ифода мешавад:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} . \quad (1)$$

Ин ҷо k зариф (коэффисент)-и мутаносибиест, ки қимати он ба интиҳоби Манзумаи воҳидҳо (системаи воҳидҳо) вобаста мебошад.

Қувваи ҳамтаъсиrotи барқҳоро **қувваи кулонӣ** ё

қувваи электрикӣ мегӯянд.

Дар сурати якаломат будани барқаҳо онҳо аз ҳамдигар бо қувваи кулонӣ тела меҳӯранд. Агар ду барқаи бо якдигар таъсиркунанда гуногуналомат бошанд, онҳо ба ҳамдигар бо ҳамон қувва кашида мешаванд.



1. Барқаҳои нуқтагӣ чӣ гунаанд?
2. Таҷрибаи Кулон чӣ натиҷа дод?
3. Қувваи таъсири мутақобили барқаҳо ба чӣ гуна бузургиҳои физикӣ бастагӣ дорад?

6.8. Воҳиди барқа

Мо дар бандҳои пешина бузургии нави физикӣ — *барқа* (заряди электрикӣ, бори электрикӣ)-ро ба майдони истифода овардем. Ва гуфтем, ки барқаҳо дар ҳоли бо якдигар норасида будан низ таъсир мерасонанд. Бузургии қувваи ин ҳамтаъсирот аз рӯи формулаи (1) банди 6.7 ёфта мешавад. Формулаи қувваи ҷозиба (ҳамтаъсирот)-и ду ҷисми дорои массаҳои m_1 ва m_2 шаклан ба формулаи (1) монанд аст. Вале дар он ба ҷойи барқаҳо массаи ҷисмҳо омадаасту ба ҷойи бузургии k — собити ҷозиба $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$.

Боз як тафовути дигар ин аст, ки барқаҳо ду навъанд ва қувваи ҳамтаъсири барқаҳо ҳам ҷозибавӣ ва ҳам таладиҳанда буда метавонад. Барқаҳои якаломат аз якдигар тела меҳӯранду барқаҳои гуногуналомат ҷазб мешаванд, ҳол он ки дар мавриди ҳамтаъсири ҷирмҳо ин қувваҳо ҳамеша ҷозибавӣ мебошанд.

Барои он ки ҳамтаъсири барқаҳоро ҳисобпазир кунем, сараввал воҳид муқаррар кардан мебосяд. Ба сифати воҳиди барқа барқае қабул шудааст, ки он ба барқаи ҳамчени худ аз масофаи 1 м бо қувваи $9 \cdot 10^9 \text{ Н}$ таъсир мекунад. Воҳиди бо ин роҳ интихобшударо **кулон (Кл)** меноманд.

Зариб (коэффисент)-и k дар формулаи Кулон дар сурати истифода шудани Манзумаи байналмипалии воҳидҳо (SI) бо $\text{Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ ифода карда мешавад. Қимати ададии k ин аст:

$$\kappa = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Дар амалия ҳиссаҳоидҳои кулонро низ истифода мекунамд.

Масъалаи 1. Ду барқии бузургии ҳар якеашон 1 Кл аз ҳамдигар дар масофаи 2 м ҷойгиранд. Қувваи ҳамтаъсири кулоии барқаҳоро ёбед.

Ҳал : Дар асоси қонуни Кулс'

<p><i>Додаҳо:</i> $q_1 = q_2 = 1 \text{ Кл},$ $r = 2 \text{ м},$ $\kappa = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ $F = ?$</p>

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

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{1 \text{ Кл} \cdot 1 \text{ Кл}}{4 \text{ м}^2} = 2,25 \cdot 10^9 \text{ Н}$$

мебошад. Ин қувва хеле бузург аст.

Масъалаи 2. Ду барқии 200 мкКл ва 150 мкКл дар масофаи 1,5 м ҷойгиранд. Онҳо бо чӣ гуна қувваи кулонӣ бо ҳамдигар таъсир мерасонанд?

<p><i>Додаҳо:</i> $q_1 = 150 \text{ мкКл} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл},$ $q_2 = 200 \text{ мкКл} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл},$ $r = 1,5 \text{ м}$ $F = ?$</p>

Ҳал: Дар асоси қонуни Кулон

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \cdot (10^{-4} \text{ Кл}) \cdot (10^{-4} \text{ Кл})}{2,25 \text{ м}} = 120 \text{ Н}.$$

Ин қувва ба қувваи вазнинии баробар аст, ки ҷисми дорои массаи 6 кг бо он ба Замин таъсир меоварад (кашида мешавад).



1. Як кулон чӣ гуна воҳид аст?
2. Қимати зарби κ дар формулаи Кулон бо кадом воҳидҳо ифода карда мешавад?

Машқ

1. Ду барқои бузургии ҳар якеаш 1 мкКл дар масофаи 3 см дур аз якдигар ҷойгиранд. Онҳо бо чӣ гуна қувваи кулонӣ ба ҳамдигар таъсир мерасонанд? (Ҷавоб: 10 Н).

2. Ду сақоҷаи барқаҳшон якхела аз масофаи 3 см ба якдигар бо қувваи 0,001Н таъсир мерасонанд. Барқои ҳар як сақоро ёбед. (Ҷавоб: 10^{-8} Кл).

6.9. Майдони электрикӣ

Аз гуфтаҳои боло равшан аст, ки барқаҳо (зарраҳо ё ҷисмҳои электрнок)-и дар ҳоли бо ҳамдигар норасида (аз ин ё он масофа) низ таъсири мутақобил мекунанд. Пас, ин гуна пурсиш ба миён меояд: таъсир аз як ҷисми барқаманд ба ҷисми дигар чӣ тавр дода мешавад?

Посух чандон одӣ нест. Дар асоси санҷишҳо муқаррар шудааст, ки таъсир аз як ҷисми барқаманд ба ҷисми дигар бе иштироки ҳаво дода мешавад. Посухи асоснокро физикдони инглис Майкл Фарадей (1791-1867) додааст. Баъд ин назария аз ҷониби Максвелл такмил дода шудааст. Ба гуфти онҳо як барқа ба барқои дигар бе ҳеҷ гуна модда (ҳаво ё моддаи дигар) ба воситаи майдони электрикӣ таъсир мерасонад.

Ҳар як ҷисм (ё зарраи барқаманд) дар атрофи худ майдони электрикӣ ба вучуд меоварад. Як ҷисм (зарра)-и барқаманд ба ҷисм (зарра)-и барқаманди дигар ба воситаи майдони электрикии ҷисмҳоро фарогиранда таъсир мерасонад.

Мо ба сифати барқои озмоишӣ барқои маълуме (q)-ро гирифта, бо ёрии он метавонем майдони электрикии зодаи як ё чанд барқаро биомӯзем. Барқои озмоиширо дар фазои фарогирифтаи майдони электрикӣ, масалан, дар атрофи зарра ё ҷисми хурдандозаи барқаманд мушоҳида кардан осон аст. Дар ин гуна таҷриба дидан осон аст, ки дар масофаҳои гуногун аз он ҷисм қувваи таъсиркунанда қимати гуногун дорад.

Ин ҷо барои ба таври миқдорӣ тавсиф додани майдони электрикӣ зарурати ворид намудани бузургии физикии нав ба миён омад. Ин бузургиро *шиддати майдони электрикӣ* меноманд (номи пешинааш *шадиддияти майдони электрикӣ* буд) ва онро маъмулан бо ҳарфи **E** ишорат мекунанд. Ин бузургӣ бузургии векторӣ (бузургии бурдорӣ) мебошад.

Дар нуқтаи дилхоҳи фазо шиддати майдони электрикӣ **E** нисбати қувваи ба барқои озмойишӣ таъсиркунанда **F**-ро бар бузургии барқои озмойишӣ **q** ифода мекунанд:

$$E = \frac{F}{q} \quad (1)$$

Ҳамин тариқ, шиддати майдони электрикӣ қувваест, ки ба барқои воҳидӣ таъсир меорад. Шиддати майдони электрикӣ ва қувваи таъсиркунанда ҳамсамтанд. Дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (SI) шиддати электрикиро бо Н/Кл ифода мекунанд.

Дар бисёр мавридҳо шиддати майдони электрикиро метавонем аз рӯи формулаи (1) ҳисоб кунем. Масалан, шиддати барқои нуқтагии **Q**-ро дар масофаи **r** аз барқа ба таври ҳеле сода ифода кардан мумкин аст. Агар ғӯем, ки барқои озмойишӣ **q** аст, дар асоси қонуни Кулон бузургии қувваи ба он аз тарафи барқои **Q** таъсиркунанда

$$F = k \frac{Qq}{r^2} \quad (2)$$

хоҳад буд. Бино бар ин бузургии (модули) шиддати майдони электрикӣ

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2} \quad (3)$$

$$\text{аст } (k = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}).$$

Масъалаи 1. Дар нуқтаи интихобии майдон ба барқаи озмоишии бузургаш 2 мкКл қувваи 0,4 Н таъсир мекунад. Шиддати майдони электрикии нуқтаи интихобиро ёбед.

<p>Додаҳо:</p> <p>$F = 0,4 \text{ Н}$,</p> <p>$q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$,</p> <hr/> <p>$E = ?$</p>

Ҳал: Ба формулаи $E = \frac{F}{q}$ додаҷоро

гузошта, ҳосил мекунем:

$$E = \frac{0,4 \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}} = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

Масъалаи 2. Шиддати майдони электрикиро дар масофаи 45 см аз барқаи $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ баҳодод кунед.

<p>Додаҳо:</p> <p>$r = 45 \text{ см} = 0,45 \text{ м}$</p> <p>$Q = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$,</p> <hr/> <p>$E = ?$</p>

Ҳал: Додаҷоро ба формулаи

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{0,45^2 \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$



1. Таъсири зарраҳои барқаманд чӣ тавр воқеъӣ мегардад?
2. Шиддати майдони электрикӣ чӣ гуна бузургист?
3. Шумо дар бораи шиддати майдони электрикии барқаи нуқтагӣ чӣ гуфта метавонед?

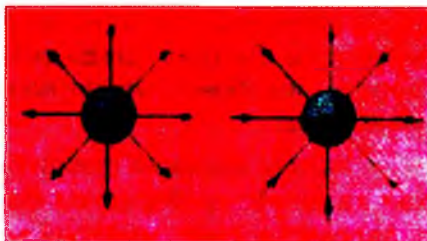
Машқ

1. Дар нуқтае, ки шиддати майдонаш ба 50000 Н/Кл баробар аст, ба барқаи 10 мкКл чӣ қадар қувва таъсир мерасонад? (Ҷавоб: 0,5 Н).

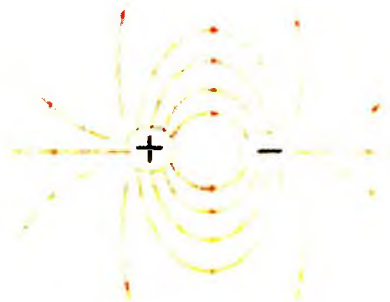
2. Шиддати майдони электрикиро дар масофаи 9 см аз барқаи $Q = 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ ҳисоб кунед. (Ҷавоб: $4 \cdot 10^4 \text{ Кл/м}^2$).

6.10. Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ

Барои ба таври аёнӣ нишон додани тақсими фазаи майдони электрикӣ хатҳои қуввагӣ ё худ хатҳои шиддати майдони электрикӣ (номи пешинааш: шадидияти майдони электрикӣ) истифода мешавад. Хатҳои қуввагӣ самти шиддатро дар нуқтаи дилхоҳи фаза нишон медиҳанд. Равиши хатҳои қуввагӣ бо қуввае ҳамсамт мебошад, ки он ба барқои мусбати озмоишӣ таъсир меорад. Намунаи хатҳои қуввагии барқои мусбат ва манфӣ дар рас.6.22 оварда шудааст: хатҳои қуввагӣ аз барқои мусбат сар мешаванду дар барқои манфӣ “фурӯ мераванд”. Ин хатҳо самтҳои қувваи аз тарафи барқои мусбат ё манфӣ ба барқои мусбати озмоишӣ таъсиркунандаро нишон медиҳанд. Дар рас.6.23 хатҳои қуввагӣ дар якҷоягӣ бо ду барқои “зояндаи” он хатҳо тасвир шудаанд: мусбату манфӣ (ду барқои мусбат (рас.6.24, а) ва ду барқои манфӣ (рас.6.24, б)).



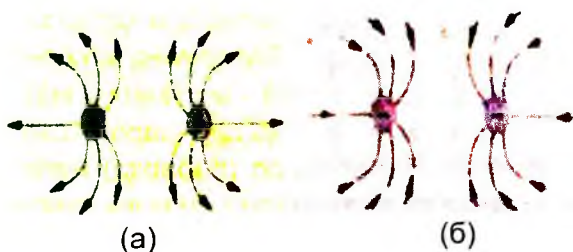
Рас. 6.22



Рас. 6.23

Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ сарбаст нестанд. Онҳо, чунон ки гуфтем, аз барқои мусбат ибтидо гирифта, дар “сари” барқои манфӣ интиҳо меёбанд.

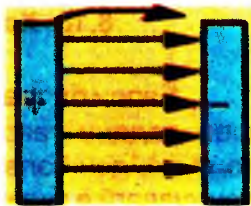
Бояд гуфт, ки дар наздикии зарраи барқаманд, ки онҳо қувваи



Рас. 6.24

таъсиркунанда аз ҳама зиёд аст, хатҳои қуввагӣ ба ҳамдигар зич (наздик) мебошанд.

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



Рас.6.25

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



1. Хатҳои қуввагии барқаҳои мусбат ва манфӣ аз кучо ибтидо мегиранд ва дар кучо интиҳо меёбанд?
2. Хатҳои қуввагӣ, ки аз ҷониби ду барқа, масалан, манфӣ – мусбат, мусбат – манфӣ, манфӣ – манфӣ ҳосил мегарданд, ҷи гуна «сохтор» доранд?
3. Ҷи гуна майдонро майдони электрикии якҷинса меноманд?
4. Майдони якҷинсаро ҷи тавр ҳосил мекунамд?

6.11. Атом. Сохти атом. Зарраҳои барқаманд дар атом

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

Ҳангоми омӯхтани падидаҳои ҳароратӣ мо таълимоти сохти атомӣ – молекулии моддаҳои дар шарҳи падидаҳои диффуз, гармигузаронӣ ва м.ин. мавриди истифода қарор додем. Вале барои шарҳ додани падидаи барқаманд шудани моддаҳои дониши мо дар бораи сохти атомӣ – молекулии моддаҳои кофӣ нест, зеро атомҳои ва молекулаҳои дар шароити муқаррарӣ дорои барқа нестанд, балки хунсо (бебарқа) мебошанд. Дар ибтидои асри гузашта рӯшан 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 худ *маез*)-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 ӯ 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,
Меҳрҳо 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 хаттии 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 ҳастаҳошон



Рас.6.26

фарқ мекунад. Масалан, дар атофи ҳастаи атоми ҳидроген ҳамагӣ як электрон, дар атофи ҳастаи ҳелий ду электрон, дар карбон шаш электрон, дар атоми тилло 79 электрон гардиш меҳӯрад.

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

Ҳоло муқаррар шудааст, ки ҳастаҳои атомӣ аз **протонҳо** ва **нейтронҳо** ном зарраҳои таркиб ёфтаанд: барқои протон ададан ҳамчун 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 унсурҳои 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 массавӣ дар ҷадвали даврии то адади том яклухтшуда тарҳ кунем, шумораи нейтронҳоро ҳосил мекунем.

Мисол: Оксиген дар ҷадвали даврии унсурҳо ҷойи 8-ро ишғол мекунад ва адади массавӣ 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 сайбравии 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 яхелаанд, 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 хурдани ду қисм барқҳои манфӣ (электронҳо) аз як қисм ба қисми дигар мегузаранд ва дар натиҷа ҳар ду қисм барқаманд мешавад: яке аз қисмҳо соҳиби барқои мусбат мегардаду дигаре барқои манфӣ мегирад.

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

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

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

$$q = N e.$$

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

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

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

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

дорад. Бо назардошти он ки $q = Ne$ мекӯшад, 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 барқанаққунандагӣ 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 ҳастаҳошон сусталоқаманд 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, пластикӣ ва м. ин.) нақли барқаҳо ба миқдори кам воқеъ мешавад.



1. Сабаб чист, ки ҳангоми молиш додани ду қисм 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 дастпушаки резинӣ мепушанд?

Машқ

1. Ҳангоми ба матоъи пашмин молиш додани сақои шишагин он сақо соҳиби барқани 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 $1,88 \cdot 10^8$ Кл/м² мебошад. Адади электронҳои сақоро ёбед. (Ҷавоб: $3 \cdot 10^{13}$).

Масъалаҳои тестӣ

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

А. Ҳангоми молиш додани хаткашаки пластикӣ 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 пластикӣ бо матоъи пашмин молишхӯрда чӣ падида мушоҳида мешавад?

А. Хаткашакҳо бо якдигар таъсири мутақобил намеkunанд.

Б. Хаткашакҳо ҳамдигарро тела медиҳанд.

В. Хаткашакҳо ҳамдигарро ҷазб меkunанд.

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 пластикӣ пайвастанӣ ду электроскопи якхела — яке барқаманд ва дигаре бебарқа чӣ падида мушоҳида мешавад?

А. Нисфи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад.

Б. Нишондоди электроскопҳо бетағйир мемонад.

В. Ҳар ду электроскоп бебарқа мешавад.

Г. Ҳамаи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад.

Чанд масъала

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

2. Чӣ тавр бо сақои барқаноки радиусаш r сақоҳои барқашон 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 чӣ гуна қувваи кулонӣ ба якдигар таъсир мерасонанд? (Ҷавоб: $4 \cdot 10^{-3}$ Н).

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

5. Дар нуқтаи муъайяни майдон ба барқаи 4 нКл қувваи 0,04 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 $9 \cdot 10^{-5}$ Кл ёбед. (Ҷавоб: 10^5 Кл/м²).

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

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

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

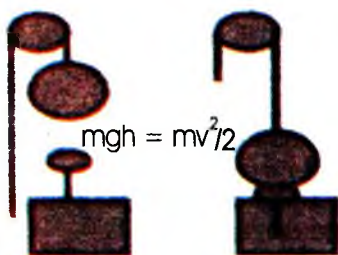
10. Ду сақои манфибарқа аз масофаи 20 см ба ҳамдигар бо қувваи $0,03 \cdot 10^{-4}$ Н таъсир мекунанд. Адади электронҳоро дар ҳар сақо ёбед.

БОБИ 7. ЦАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ

7.1. Энергияи потенциалии электрикӣ

Ҷисме, ки масса (цирм)-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 мех ва тахтаро бартараф сохта, мөҳи 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 барқои гуногуналомат ва қувваи ҷозибаи ҷисмҳо монанди якдигаранд. Хотирнишон 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 потенсиалии ҷозибавии ҷисмҳо бошад, ин аст:

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

Барои ҳамтаъсироти барқаҳо низ ҳамин тавр аст: қувваи ба якдигар таъсиркунандаи ду барқаи 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):

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

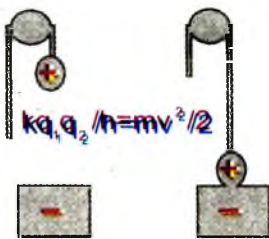
Энергияи потенсиалии ҳамтаъсироти барқаҳо

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

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

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

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



Рас.7.2

байни онҳо муқррса кунем, мебинем, ки энергияи потенциалии ҳамтаъсироти барқаҳо нисбат ба энергияи потенциалии массаҳо хеле зиёд аст (собити ҷозоба $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ асту собити ҳамтаъсироти барқаҳо $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$).

Тафовути дигар ин аст, ки қувваи таъсиркунандаи байни ду масса дар ҳама мавридҳо табиъати ҷозибавӣ дорад, ҳол он ки самти қувваи ҳамтаъсироти барқаҳо ба аломати барқаҳои таъсиркунанда вобастагӣ дорад: барқаҳои якаломат тела меҳӯранду барқаҳои нуғуналومات ба ҳамдигар ҷазб мешаванд.

Барқаҳо низ монанди массаҳо, агар аз ҳамдигар дар ин ё он масофа ҷойгир бошанд, тавассути ҳамтаъсироти кулонӣ дорои энергияи потенциалӣ мебошанд ва бинобар ин қобилияти кор иҷро кардан доранд. Энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ мубаддал шуда, метавонад кори фоиданок иҷро кунад (рас.7.2).

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

Додаҳо:

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

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл},$$

$$q_2 = -10^{-5} \text{ Кл},$$

$$r = 0,3 \text{ м}$$

$$P = ?$$

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи энергияи потенциалии электрикӣ

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

гузошта, ҳосил мекунем:

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

Як масъалаи дигар: Барқаҳо дар қуллаҳои секунҷаи баробарпаҳлуи тарафҳош $b = 20 \text{ см}$ 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 ҳамтаъсиrotи барқаҳоро барои ҳар се барқа муъайян кунед.

Додаҳо:

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

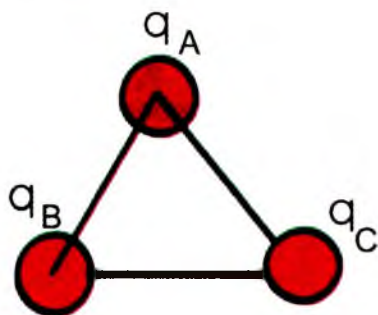
Ҳал: а) Энергияи потенциалӣ дар нуқтаи А ба ҷамъи алҷабрий энергияи потенциалие баробар аст, ки онро барқаҳои дар нуқтаҳои В ва С ҷойгиршуда ба вучуд меоваранд:

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

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

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

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



Рас.7.3



1. Масса ва барқа (заряди электрикӣ) чӣ монандӣ доранд?
2. Қувваҳои ҳамтаъсири 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 ғӯем, барқа) дар майдони электрикӣ ҷойгир бошад, он дорои энергияи потенциалӣ аст. Нисбати энергияи потенциалӣ бар бузургии барқои дар майдон ҷойгиршуда ба ҳосияти бар-қа 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 бу-зургииест, баробар ба нисбати энергияи потенциалии дар майдон соҳибгардидаи зарраи барқаманд бар бу-зургии ҳамон барқа.

Агар дар майдони электрикӣ дар нуқтаи a барқои нуқтагии q дорои энергияи потенциалии Π_a бошад, барои ёфтани по-тенциали ин нуқта энергияи потенциалии онро ба бузургии бар-қаи он нуқта q тақсим кардан мебояд:

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

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,

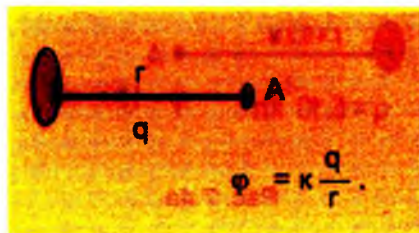
$$\Pi = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

аст (ниг. банди 7.1). Пас, энергияи потенциалие, ки ба воҳиди барқои q_2 дар майдони электрикии q_1 рост меояд, яъне потен-сиали барқои нуқтагии q_1

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

аст. Ҳамин тариқ, майдони
электрикии барқаи нуқтагии q
дар масофаи r ин гуна потенси-
ал ба вуҷуд меорад (рас. 7.4):

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



Рас. 7.4

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 итолиёӣ Алесандро Волта (1745
- 1827) чунин ном гирифтааст. Ҳиссаҳои воҳидҳои карати-
тии вольт — *микровольт* (мкВ), *милливольт* (мВ), *киловольт* (кВ) ва ғ.
низ истифода мешаванд:

$$1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В} = 0,000001 \text{ В}.$$

$$1 \text{ мВ} = 10^{-3} \text{ В} = 0,001 \text{ В}.$$

$$1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В} = 1000 \text{ В}.$$

Потенциал бузургии скаларист. Потенциалеро, ки онро барқаҳои
мусбат ҳосил мекунанд, потенциали мусбат мепиндоранду, по-
тенциали офаридаи барқаи манфиро — потенциали манфӣ.

Масъалаи 1. Потенциали нуқтае (А)-ро ёбед, ки дар масо-
фаи 30 см аз барқаи нуқтагии $q = +50$ мкКл ҳосил мешавад.

Додаҳо:

$$q = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл},$$

$$r = 0,3 \text{ м},$$

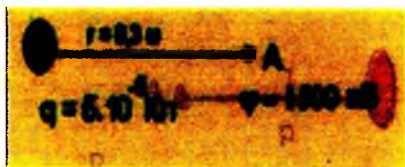
$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$\varphi_A = ?$$

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

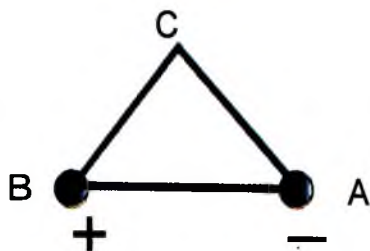
$$\varphi_A = k \frac{q}{r}$$

мебошад. Бино бар ин



Рас. 7.4а

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



Рас.. 7.5

Масъалаи 2. Потенсиали нуқтаи (С)-ро ёбед, ки онро ду барқани нуқтагии ҳамчун, вале гуногуналомати дар нуқтаҳои А ва В воқеъшуда (рас.7.5) ба вуҷуд меоваранд. Нуқтаи С аз нуқтаи А ва В як ҳел дури 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:

$$q_1 = -q_2,$$

$$r_1 = r_2 = r$$

$$\varphi = ?$$

потенциал дар нуқтаи С ба ҷамъи потенциалҳои зодаи барқаҳои нуқтагии q_1 ва q_2 баробар мебошад:

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



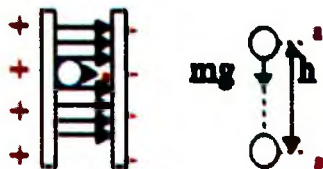
1. Потенсиали электрикӣ чист?
2. Потенсиали электрикии барқани нуқтагӣ аз рӯи кадом формула муъайян карда мешавад?
3. Потенсиали электрикиро бо чӣ гуна воҳидҳо ифода мекунанд?
4. Потенсиали нуқтае, ки онро чанд барқа ҳосил мекунанд, чӣ тавр ёфта мешавад?

Машқ

1. Потенсиали нуқтаеро ёбед, ки дар масофаи 60 см аз барқани 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 — волтаж

Барои равшанӣ андохтан ба мафҳуми *фарқи потенциалҳо* кӯчиши барқои воҳидии мусбатро дар майдони электрикӣ якҷинса мавриди баррасӣ қарор медиҳем. Хотирнишон мекунем, ки агар шиддати электрикӣ дар нуқтаҳои фазои майдони электрикӣ якхела бошад, чунин майдонро *майдони электрикӣ якҷинса* меноманд.



Рас. 7.6

Фарз кунем, ки майдони якҷинсаро ду лавҳаи гуногунбарқа ба вучуд оварда бошад (рас.7.6). Агар дар наздикии лавҳаи мусбатбарқа ягон барқои 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.

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

$$-A_{ав} = (\Pi_в - \Pi_а) = -(\Pi_а - \Pi_в). \quad (1)$$

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

$$U = \varphi_в - \varphi_а = -\frac{A_{ав}}{q} \quad (2)$$

хоҳад буд. Ба сабаби он ки кӯчиши барқои 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 барқаи $+q$ аз нуқтаи b ба нуқтаи a кӯчонида шавад, он гоҳ кори

$$-A_{ba} = (\Pi_a - \Pi_b) = -(\Pi_b - \Pi_a) \quad (3)$$

ичро мешавад ва бинобар ин фарқи потенциалиҳои электрии нуқтаҳои a ва b

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

мешавад. Дар ин маврид

$$\varphi_a - \varphi_b > 0$$

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

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

Зери таъсири майдони электрии барқа шитоб гирифта, дар наздикии лавҳаи манфибарқа соҳиби энергияи кинетикии зиёдтарин мешавад. (Дар асоси қонуни бақои энергия, энергияи пурраи барқа бузургии собит мебошад). Барои барқаи манфӣ бошад, манзара чаппа аст: барқаи 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 кўчониши барқа аз як нуқта ба нуқтаи дигар баробар аст.

Ин фарқро *волтаж* низ мегўянд (номи пешинаи ин бузургӣ “шиддат” буд).

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

Додаҳо:

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

$$U = 5000 \text{ В}$$

$$E_k = ?$$

Ҳал: Тағйироти энергияи потенциалии электрон

$$\Pi_a - \Pi_b = qU = eU$$

аст. Энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикии бадал мешавад:

$$E_k = \Pi_a - \Pi_b.$$

Пас, ин аст энергияи кинетикии электрон:

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

Масъалаи 2. Фарқи потенциалҳои 6000 В барои аз нуқтаи 1 ба нуқтаи 2 кўчондани 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 барқии 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 барқии воҳидӣ чӣ гуна кор аст?
4. Оё шумо фарқи потенциалҳои электрикиро бо кори дар майдони ҷозиба иҷрошуда муқоиса карда метавонед?

Машқ

1. Ҳангоми кӯчондани барқии $6,7 \cdot 10^{-9}$ 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. Кореро ёбед, ки барои кӯчондани барқии 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 электрикист.

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

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

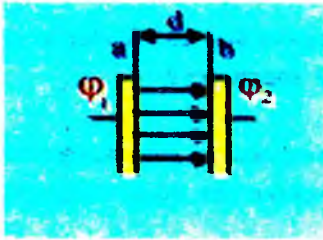
$$A_{ab} = qU = q(\varphi_a - \varphi_b) \quad (1)$$

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:

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



Рас.7.8

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

$$A_{ab} = q E d. \quad (4)$$

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 байналмилалӣ воҳидҳо (SI) бо *вольт бар метр* (В/м) ном воҳидифода 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 электрикӣ 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:
 $\varphi_2 - \varphi_1 = 4 \text{ кВ} =$
 $= 4 \cdot 10^3 \text{ В},$
 $d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $E = ?$



1. Волтаж ва шиддат (номи пешинашон 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 асту масофаи байни нуқтаҳо – ба 5см. Шиддат чӣ қадар аст?
(Ҷавоб: $2 \cdot 10^4 \text{ В/м}$).

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

7.5. Шарти ҳосил шудани ҷараёни электрикии доимӣ

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

Ҳаракати банизоми барқаҳо (зарраҳои барқаманд)-ро ҷараёни электрикӣ меноманд.

Ҷараёни электрикиро, ки бо мурури вақт тағйир намеёбад, *ҷараёни электрикии доимӣ* мегӯянд.

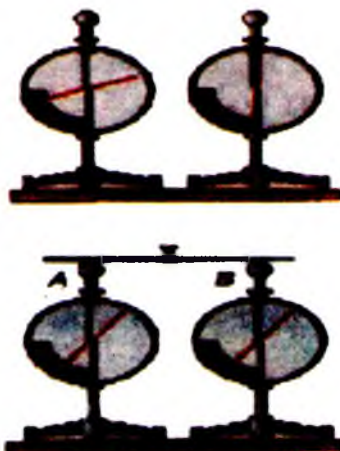
Ҳаракати банизом ва самтноки барқаҳоро дар сурате воқеъӣ гардондан осон аст, ки ҷисми барқанокро ба воситаи ягон ноқил бо ҷисми бебарқа пайваस्त кунем. Масалан, шумо метавонед, ҳангоми пайвастани электрометри мусбатбарқии А бо электроскопи бебарқии В ҳаракати барқаҳоро мушоҳида кунед. Вале ин рӯйдод бо зудӣ қатъ мешавад, ҷараёни электрикӣ то дами баробар гардидани потенциали электрометрҳои А ва В амал мекунанд 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 ҷумаки найчаи U-шаклро, ки

қисми рости он пури моеъ ва қисми чапаш холӣ аст, боз кунем, моеъ аз қисми моеъдор ба қисми бемоеъ мешорад. Шориши моеъ то муддати баробар гардидани баландии сатҳи моеъ дар ҳарду қисми найча (яъне баробар гардидани энергияи потенциалии барвоҳиди масса ростоянда дар қисмҳои найча) давом карда, баъд қатъ мегардад (рас. 7.10).

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

Агар манбаъи ҷараёнро бо занҷири беруна (истеъмолкунанда) пайвасти кунем, дар он бо таъсири майдони электрикӣ ҷараёни электрикӣ ҳосил мешавад, барқаҳо (зарядҳо)-и мусбат аз нуқтаҳои зиёdpотенциал ба нуқтаҳои кампотенциал ҳаракат мекунанд (роҳи АВ). Дар дохили манбаъи ҷараён бошад, барқаҳо бо таъсири қувваҳои берунӣ (муқобили қувваи электростатикӣ) бо роҳи ВА мекӯчанд. Кӯчиши барқаҳо дар дохили манбаъи



Рас.7.9



Рас.7.10



Рас.7.11



Рас.7.12



Рас.7.13

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



Рас.7.14

ҷараён бояд фарқи зарурӣ ва дойимии потенциалҳоро нигоҳ дорад.

Навъҳои гуногуни манбаъҳои ҷараёни электрикӣ мавҷуданд, ки дар онҳо баъзи ҷудо кардани барқҳои мусбату 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 ҷураҳои ба лавҳа пайваستшуда (ноқил) изофати электронҳо ва дар лавҳаи дигар норасоии онҳоро “таъмин” месозанд. 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, силисий энергияи рӯшноӣ бевосита ба энергияи электрикӣ мубаддал мешавад. Ин падида ро падидаи фотоэлектрикӣ (фотоэффект) номидаанд, ки дар амалия ҷойи истифода бисёр дорад (рас. 7.14). Дар батареяҳои гальванӣ ва анбораҳо (аккумуляторҳо) ҷараёни электрикӣ аз ҳисоби энергияи кимиёӣ ҳосил мешавад.



1. Мафҳуми ҷараёни электрикӣ чиро ифода мекунад?
2. Ҷараёни электриро 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 мекӯранд (рас.7.15). Галванӣ ин падида ро 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 чумла, 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

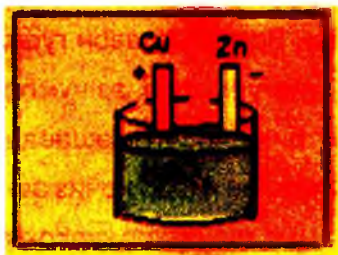
электрикиро ҳис мекунад. Нахустин манбаъҳои ҷараёни электрикӣ дар ҳамин замина сохта шудаанд.

Маъмулан манбаъҳоеро, 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, рух (Zn) ва мис (Cu) ё худ ангишт (карбон), ки дар маҳлули турушаи сулфат (H_2SO_4) ҷойгир карда шудаанд, иборат мешавад (рас.7.16).

Электрод (лавҳа)-и руҳӣ дар маҳлули турушаи сулфат оҳиста-оҳиста 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 барқии манфӣ ва электроди мисин соҳиби барқии мусбат мешаванд. Электроди мусбатро *анод*, электроди манфиро *катод* меноманд.

Дар батареи Волта электроди мисин вазифаи анод ва электроди руҳӣ вазифаи катодро адо мекунад. Ба сабаби он ки электродҳо соҳиби барқии 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 маҳлулҳои атомҳои филиз дар шакли ионҳои мусбат ба маҳлул мегузаранд. Ин падида то дами дар байни электрод ва маҳлул ба вуҷуд омадани фарқи потенциалҳои муайян 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 ҳосияти филиз (электрод) ва маҳлул алоқаманд аст.

Ҳамин тариқ, ҳангоми дар тамос будани филиз бо моддаи электродлит он филиз манфӣбарҷа мешавад. Дар батареи Волта мис ва руҳ ба шакли ионҳои мусбат мегузаранд ва ҳар ду электрод манфӣбарҷа мешавад. Дар натиҷа дар байни электродҳо ва маҳлул фарқи потенциалҳо ба вучуд меояд. Вале изофати барқии 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 вучуд меояд.

Дар сурати ба воситаи ноқил пайвастании электродҳо занҷир сарбаст мешавад ва дар он ҷараён қорӣ мегардад. Тавасути фарқи потенциалҳои электродҳо электронҳои озод аз электроди руҳӣ ба сӯи электроди мисин ҳаракат мекунанд. Дар натиҷа электроди мисин як миқдор электронҳоро қабул мекунаду 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 вучуд меоранд. Ба электроди мисин ионҳои ҳидроген таҳшин шуда, электронҳои аз руҳ омадари ба худ гирифта (часпонда) ба атомҳои хунсо (нейтрал) табдил меёбанд.

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

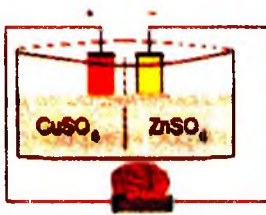


1. Дар натиҷаи тамос додани кадом ноқилҳо дар батареи Волта фарқи потенциалҳо ба вучуд меояд?
2. Шумо сабаби пайдоиши фарқи потенциалҳоро дар батареи Волта чӣ шарҳ медиҳед.

Супориш:

Дар лабораторияи мактаб лавҳаи мисин ва руҳинро ба маҳлули турушаи сулфат андохта, батареи Волта созад ва фарқи потенциалҳои электр ρ д ρ ρ бисан ρ д

7.7. Батареи Даниел



Рас. 7.17

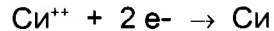
Дар баъзе мавридҳо ба сифати манбаъи ҷараёни электрикӣ батареи Даниел истифода мешавад. Сохти батареи Даниел дар рас. 7.17 тасвир ёфтааст. Дар ин батареи электроди мусбат — лавҳачаи мисини ба зоҷи кабуд (маҳлули даҳанифаранг CuSO_4) ғўтонда шудаасту электроди манфӣ — лавҳаи руҳӣ ба зоҷи сафед (ZnSO_4).

Маҳлулҳо бо пардаи сӯроҳ-сӯроҳ ҷудоанд. Дар қисми рости батареи атомҳои руҳ аз электроди руҳӣ ба маҳлули зоҷи сафед дар шакли иони дубарқа (Zn^{2+}) мегузарад. Дар ин маврид ҳар як атоми руҳ дутогӣ электроди худро ба электрод медиҳад:



Дар натиҷаи ин рӯйдод электроди руҳӣ соҳиби барқаи манфӣ мегардад.

Дар қисми чапи батареи Даниел ионҳои дубарқаи мис Cu^{2+} (дар электроди мисин) ду электрон қабул карда, ба атоми хунсо (беварқа) бадал мешаванд:



Рас.7.18

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

Бояд гуфт, ки дар натиҷаи ҳамтаъсири электроди ва

маҳлул дар қисми рости батареи Даниел изофати ионҳои Zn^{++} , дар қисми чапи он изофати ионҳои SO_4^{--} ба миён меояд. Ионҳои гуногунбарқои Zn^{++} ва SO_4^{--} ба ҳамдигар ҷазб шуда, аз пардаи сӯрох-сӯрох гузашта, дар қисми чапи батареи зоҷи сафед $ZnSO_4$ ҳосил мекунад. Бо сабаби ба электроди мисин нишастани ионҳои Si^{++} ва ба тарафи рост гузаштани ионҳои SO_4^{--} миқдори $SiSO_4$ дар тарафи чап оҳиста-оҳиста кам мешавад. Аз ин рӯ дар сурати муддати зиёд кор кардани батареи Даниел миқдори зоҷи 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 зоҷи кабудро ворид кардан мебояд. Барои ин булӯр (кристалл)-и дорои захираи зоҷи 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 зоҷи кабуд назар ба зоҷи 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 мекунад. Аммо дар даруни маҳлул ионҳои манфии SO_4^{--} (ки ба сабаби майли анод доштан анион ном гирифтаанд) дар тарафи электроди мисин ҷойгир буда, ба сӯи электроди руҳӣ ҳаракат мекунад; ионҳои мусбат — катионҳои мис (Si^{++}) ва руҳ (Zn^{++}) 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 барқои 25600 Кл дар электроди мисин 8,48 г мис менишинад. Муъайян кунед:

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

Барқои воҳидӣ (барқои бунёди)-ро $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл гиреду массаи атоми мис- $Po1.02 \cdot 10^{-22}$ г.

Додаҳо:

$$\begin{aligned}q &= 25600 \text{ Кл}, \\m &= 8,48 \text{ г}, \\m_{\text{Cu}} &= 1,02 \cdot 10^{-22} \text{ г} \\e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}\end{aligned}$$

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

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

$$N = \frac{m}{m_{\text{Cu}}} = \frac{8,48 \text{ г}}{1,06 \cdot 10^{-22} \text{ г}} = 8 \cdot 10^{22}.$$

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 бунёди (барқии электрон) тақсим карда, барқии як атоми мисро нисбат ба барқии бунёди 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 хорич 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 қорӣ мешавад (барқии иони мис $q_{\text{Cu}} = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл аст);

б) фарқи потенциалҳои байни электродҳоро муъайян кунед.

Додаҳо:

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

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

$$E_1 = 4,4 \cdot 10^5 \text{ Ч},$$

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

$$q = ?$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = ?$$

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

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

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 фурӯ рафтани энергия ҳангоми ҷудо шудани атомҳои мис аз маҳлули CuSO_4)

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

аст. Фарқи потенсиалҳои дар байни электродҳо пайдошуда

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

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

$$A = \Delta E.$$

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

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

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 потенсиалҳо аз чӣ ҳисоб ба вучуд меояд?
3. Амали батареи Даниелро шарҳ диҳед.

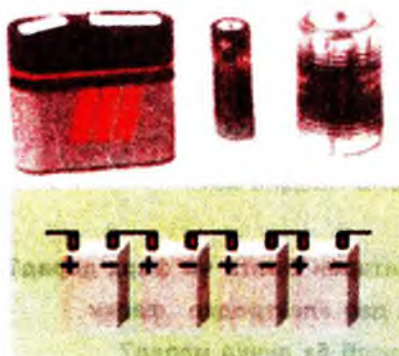
7.8*. Батареи хушк

Дар амалия аксаран батареҳои хушк истифода мешаванд.



Рас.7.19

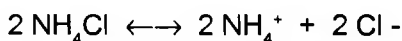
Электроди мусбат (анод)-и ин гуна батарео лавҳа (ё мила) и ангиштӣ (карбонӣ) ташкил медиҳад (рас.7.19). Милаи ангиштӣ андаруни ҳалтачаи катонӣ (суфӣ), ки аз хокаи омехтаи дуоксиди манган (75% MnO_2) ва ангишт (25%) пур аст, гузошта шудааст. Дар навбати худ ҳалтачаи катонӣ дар зарфи руҳии электролитдор ҷойгир аст. Ба сифати электролит хамираеро истифода мебаранд, ки аз орду маҳлули оби навшодир (NH_4Cl , хлориди аммоний) тайёр карда шудааст. Зарфи руҳӣ инчунин вазифаи электроди манфӣ — катодро адо мекунад. Электродҳои мусбат ва манфӣ аз ҳамдигар бо ойиқ (изолятор) ҷудоанд. Зарфи руҳӣ катонпеч аст ва рӯяш зифт (қатрон, смола) андуда шудааст.



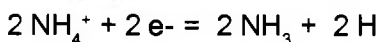
Рас.7.20

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

(NH₄Cl) дар натиҷаи дар об таҷзия (диссоциатсия)



шудан иони NH₄⁺ ҳосил мекунад. Иони NH₄⁺ 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. Батарехоро бо ҳам чӣ тавр васл мекунанд?

7.9. Анбора (аккумулятор)

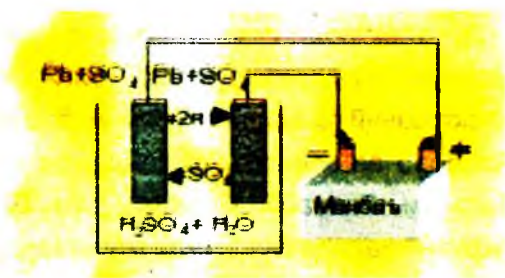
Калимаи **аккумулятор** маънои *гун кардан дорад*. Аз ин рӯ онро ба тоҷикӣ **анбора** гуфтан мебояд.

Биёед, аввал ба мазмуни падидаи рӯйдодди қутбиш (поларизатсия), ки барои фаҳмидани сохти анбораҳо замина фароҳам меоварад, рӯшани андозем.

Ду электроди якхела, 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

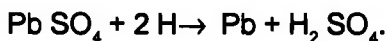
пайваст карда, мебинем, ки асбоб қорӣ шудани чараёни электрикиро нишон медиҳад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки электродҳо соҳиби фарқи потенсиалҳо шудаанд. Электроде, ки дар он оксиген ҷамъ шудааст, электроди мусбат асту электроде, ки дар он ҳидроген ҷамъ омадааст – электроди манфӣ. Чунин манбаъҳо кӯтоҳамаланд ва танҳо то дами аз байн рафтани қабати ҳидрогенӣ ва оксигенӣ қор мекунанд. Падидаи дар натиҷаи электролиз ҳосил шудани фарқи потенсиалҳоро *қутбиш* (поларизатсия) ва фарқи потенсиалҳои пайдошударо фарқи *потенсиалҳои қутбишӣ* (поларизатсионӣ) меноманд.

Манбаъҳоеро, ки дар онҳо падидаи қутбиш истифода мешавад, *анбора* меноманд. Анборай содатаринро ду электроди сурбии ба маҳлули турушаи сулфат (H_2SO_4) ғўтонда ташкил медиҳад. Чӣ тавре шумо аз гуфтаҳои боло медонед, агар ба маҳлули электролит ду электроди якхела, масалан, ду электроди сурбӣ ғўтонем, дар байни онҳо ҳеҷ гуна фарқи потенсиалҳо ба вуҷуд намеояд. Ва дар ҳолати бебарқа будани электродҳо онҳо бо қабати сульфати сурб ($PbSO_4$) пӯшида мешаванд. Вале агар электродҳоро ба манбаъи чараёни беруна пайваст кунем, дар маҳлул таҷзия шудани турушаи сулфат ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$) рӯй медиҳад. Ҳидрогени аз маҳлули турушаи сулфат ҷудошуда, электроди ба қутби манфии манбаъи беруна пайвастшударо ба шакли хубобчаҳои газӣ (ҳидрогенӣ) мепӯшонанд. Ионҳои ҳидроген (H^+) электродро то ба ҳолати сурби филизӣ барқарор мекунанд, яъне дар

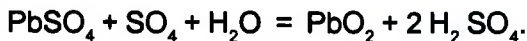


Рас.7.21. Барқанокшавӣ

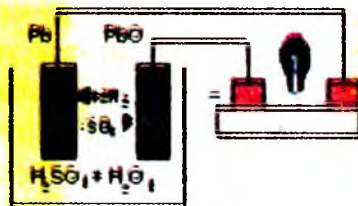
ин сурат падидаи зерин рӯй медиҳад:



Электроди ба қутби мусбат пайвастшуда зери таъсири SO_4^- бо дуоксиди сурб (PbO_2) пӯшида 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.Бабарқа шудани анбора

Тавассути рӯйдодҳои зикршуда дар байни электродҳо фарқи потенсиалҳои тақрибан 2В ба вуҷуд меояд. Чунин батарея низ метавонад ба сифати манбаъи ҷараён хидмат кунад.

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

Аммо ин гуна анбораҳо тавони кам доранд. Одатан анбораҳои сурбиро аз чанд лавҳаи мусбат ва манфӣ тартиб медиҳанд (рас. 7.23) ва лавҳаҳо дар маҷлуғи 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 панҷарае месозанд ба шакли шони занбӯр. Лавҳаҳои манфӣ аз сурби тозаи филизӣ сохта мешаванд.

Ғайр аз анбораҳои сурбӣ навъҳои дигар, аз



Рас.7.23



Рас.7.24

ҷумла, анбораҳои ишқорӣ низ истифода мешаванд, ки дар онҳо ба сифати электрод лавҳаҳои оҳанӣ ва никелӣ ба кор мераванд. Электролити ин гуна анбораро ишқори 20%-и КОН ё ин ки NaOH ташкил медиҳад. Батареи 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 бебарқа кардани анбора аз ҳисоби энергияи кимиёӣ кор иҷро мешавад.

Анбораҳо дар киштиҳои зеробӣ 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 (муҳаррикҳо)-и мошинҳо ва ғ. низ ба кор мебаранд.

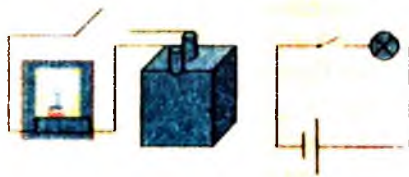


1. Тарзи кори анбора (аккумулятор) аз кори батареҳои галванӣ чӣ тафовут доранд?
2. Анбораҳои сурбӣ чӣ гуна сохта доранд?
3. Анбораҳо чӣ тавр барқанок карда мешаванд? Инро дар мисоли анбори содатарин шарҳ диҳед.

7.10. Занҷири электрикӣ ва ҷузъҳои он

Минбаъд мо истилоҳи занҷири электрикиро зуд-зуд истифода мекунем.

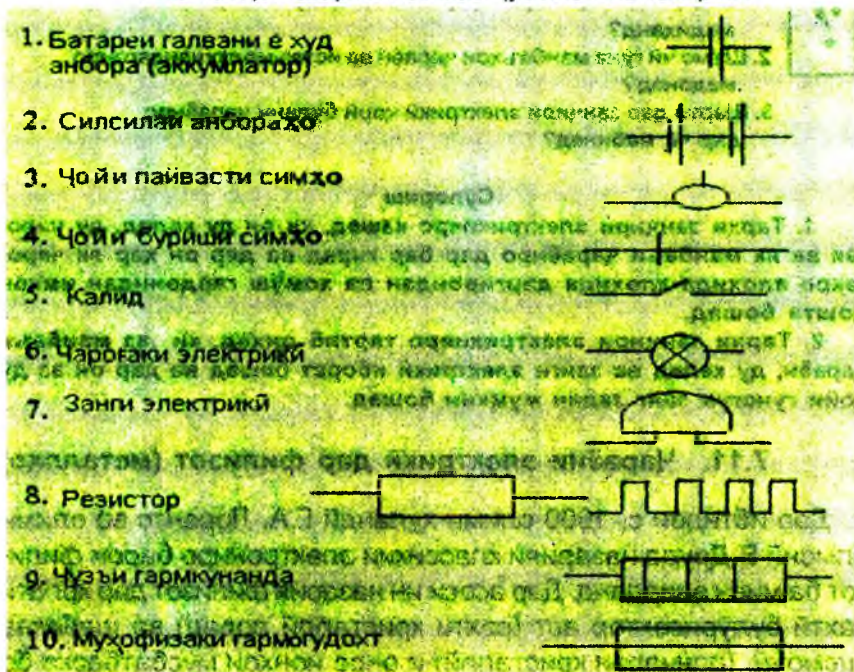
Занҷири электрикиро манбаъи ҷараён, калид ва истеъмолкунанда (гон)-и бо ҳамдигар ба воситаи ноқилҳо пайваст шуда ташкил медиҳанд.



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

Рас. 7.25

Аломатҳои шартӣ баъзе ҷузъиҳои электрикӣ



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. *истеъмолкунанда* номида мешаванд. Ба сифати мисол дар рас.7.25 занҷири электрикӣ тасвир шудааст, ки аз манбаи ҷараён, калид ва ҷароғак таркиб ёфтааст.

Нақшаҳоеро, 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 асбобҳову олатҳо ташкил медиҳанд?
2. Шумо чӣ гуна манбаъҳои ҷараён ва истеъмолкунандагонро медонед?
3. Шарти дар занҷири электрикӣ ҷорӣ будани ҷараёнро дар чӣ мебинед?

Супориш

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

2. Тарҳи занҷири электрикиро тартиб диҳед, ки аз манбаъи ҷараён, 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 булӯрисохтор аст (сохти кристаллӣ дорад) ва *шабакаи ҷисмонӣ* (панҷараи кристаллӣ)-и онро ионҳои мусбатбарқа бо электронҳои озод ташкил медиҳанд. Электронҳои озод онҳоеанд, ки то дами аз атомҳо канда шудани худ электронҳои валентӣ буданд ва робиташонро бо атомҳои худ гум карда, онҳоро ба ионҳои мусбат табдил додаанд. Дар гиреҳҳои шабакаи ҷисмонӣ ионҳои мусбат ва дар фазои байни шабакаи ҷисмонӣ электронҳои озод бетартибона ҳаракат мекунанд (рас.7.27). Ҷамъи барқаҳои ҳамаи электронҳои озод аз рӯи бузургӣ ба

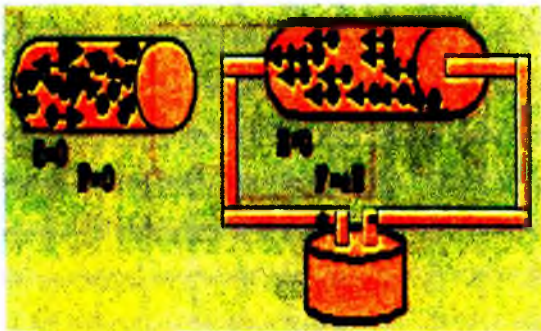


Рас.7.27

ҷамъи барқаҳои мусбати ҳамаи ионҳои шабакаи баробар аст. Аз ин рӯ дар шароити муқаррарӣ филизот хунсо (бепарқа) 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 электрон-ҳоро андаруни ноқил шиддати майдони электрикӣ (номи пешинааш: шиддати майдони электрикӣ) низом мебахшад, ки онро фарқи потенциалҳои манбаи ҷараён ба вуҷуд меорад. Дар майдони электрикӣ соҳиби шиддати E ба электрони барқаш e ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) қувваи $F = eE$ таъсир меорад (рас. 7.28).



Рас.7.28

Ҳамин тариқ, ҷараёни электрикӣ дар филизот ҳаракати бонизомии электронҳо ҳосил мекунад. Суръати миёнаи электронҳои ҷараёнро чандон бузург нест. Ин суръат нисбат ба суръати миёнаи ҳаракати ҳароратӣ ҳеле кам мебошад. Масалан, электронҳо, ки ҷараёни дар рӯзгори ҳаррӯза истифодашавандаро барҷой 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.

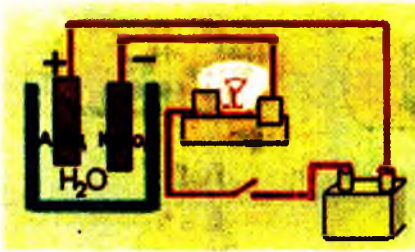


1. Электронҳои озод чӣ гуна электронанд?
2. Дар филизот ҷараёни электрикӣ чӣ тавр ҳосил мешавад?

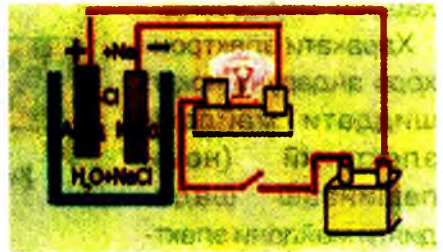
7.12. Ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо

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

Дар зарфи пури оби тоза ду электрод — ду лавҳаи



Рас.7.29



Рас.7.30

ангистї ё руҳї меғунем ва занҷирро ба воситаи лампаи электрикї сарбаст мекунем (рас. 7.29). Дар ин маврид чароғаки электрикї дарнамегирад. Акнун ба оби тоза қадре намаки ош (NaCl) ҳамроҳ мекунем ва мебинем, ки чароғақ хандон мешавад. Сабаб дар чист?

Маълум аст, ки сабаби хандон шудани чароғ чорї шудани чараёни электрикї мебошад. Ин он гуна маъно дорад, ки пайдоиши чараён бо ҳосил шудани зарраҳои барқаманд (заряднок) дар маҳлул алоқаманд мебошад.

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

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

Майдони электрикї ба зарраи дорои барқаи q бо қувваи $F = qE$ таъсир меоварад. Дар ин маврид ионҳои мусбат (Na^+) сӯи катод ва ионҳои манфї (Cl^-) сӯи анод мекӯчанд (рас.7.30). Ҳамин тариқ, дар маҳлул чараёни электрикї чорї мешавад ва чароғаки электрикиро фурӯзон мегардонад.

Бояд гуфт, ки ионҳои мусбати Na^+ ба катод расида, аз он электрон қабул мекунанд ва ба атоми хунсо (бепарқа) табдил ёфта, 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 маврид дар сатҳи электроди ангиштӣ қабати сурхтоби мис намудор мешавад.



1. Сабаб чист, ки оби тоза ҷараёни электрикиро 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 батареяи галванӣ ё навъи дигари манбаъи ҷараёнро бо ноқил пайваст кунем, майдони электрикӣ барқаҳои озод (электронҳо)-ро ба ҳаракати нигаронида (ҳаракати яқсӯ) дароварда, онҳоро аз як ҷо ба ҷойи дигар мекӯчонад. Барқии 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 барқии як электрон аст.

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



Ампер (1775-1836)

Бузургие, ки барқаи 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 барқаи 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 электрикии доимӣ 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 мавриди маълум будани бузургии қувваи ҷараён I ва муддати ҷорӣ будани он t бузургии барқаи ҷорӣшударо метавонем аз рӯи формулаи зер муайян 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:

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

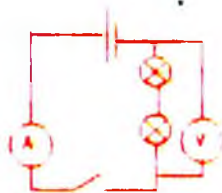
Хуб, дар майдони электрикӣ самти рафти ҷи гуна зарраҳои барқанокро ба сифати самти ҷараёни электрикӣ қабул кардан мебоҷад.

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

Супориш

Занчирҳои электрикй тартиб дода, волтаж ва қувваи ҷараёни электрикиро бисанҷед.

Лавозимот: Манбаъи ҷараён, се лампаи ҷарағи кисағӣ, амперметр, чанд сим. Аввал занчири электрики тартиб диҳед, ки дар он ду лампа пайёпай пайваст шуда бошад (рас.7.43). Баъд дар ҳамон занчир се лампаро пайёпай пайваст кунед.



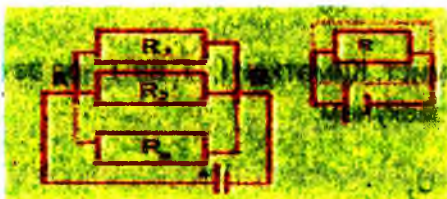
Рас.7.43

7.19. Пайвасти мувозӣ (пайвасти паралел)-и резисторҳо

Дар пайвасти мувозӣ яке аз нӯғҳои муқовиматҳо ба як нуқта (масалан, нуқтаи А-и рас.7.44), нӯғҳои дигари муқовиматҳо ба нуқтаи дигар (нуқтаи В) пайваста мешаванд. Дар ин маврид 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 электрикии ба гиреҳи занчир дохилшаванда I бояд ба қувваи ҷараёнҳои аз гиреҳ бароянда I_1 ва I_2 баробар бошад (ниг. рас. 7.45):



Рас.7.44

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

Масъалаи 3. Дар муддати 3 с аз ноқил барқаи умумие, ки қувваи ҷараёни $I = 0,16$ А ҳосил мекунад, қорӣ шудааст. Адади электронҳоеро ёбед, ки аз буриши арзии ноқил гузаштаанд.

<p>Додаҳо:</p> <p>$t = 3$ с,</p> <p>$I = 0,16$ А,</p> <p>$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл</p> <hr/> <p>$N = ?$</p>

Ҳал: Бузургии барқаи қоришуда

$$q = I t = 0,16 \text{ А} \cdot 3 \text{ с} = 0,48 \text{ Кл}$$

мебошад. Бо назардошти он ки барқаи электрон $1,6 \cdot 10^{-19}$ 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 электрикие 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 ҷараёни электрикӣ дар ноқилҳо ҳаракати банизоми барқҳои озод (бо таъсири майдони электрикӣ) мебошад. Бузургии *шиддати майдони электрикӣ* бо фарқи потенциалҳои нӯғҳои ноқил ва қувваи ҷараён I ба *волтажи майдони электрикӣ*² вобастагӣ доранд. Аммо ин вобастагиҳо чӣ гуна шакл доранд?



Ҷ.ОМ (1787-1854)

Ом дар таҷриба исбот кард, ки қувваи ҷараёни электрикӣ дар ин ё он ноқил ҷоришаванда I ба волтажи нӯғҳои ноқил U мутаносиби роста мебошад. Масалан, агар ноқилро дар занҷири дорои волтажи 9 В пайваस्त кунем, дар он ҷараёне ҷорӣ мешавад, ки нисбат ба ҳамин хел ноқили ба батареи волтажаш 4,5 В пайваस्तшуда ду бор зиёдтар хоҳад буд.

Ҳамин тариқ, қувваи ҷараён I ба волтажи нӯғҳои ноқил мутаносиб аст:

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

Ин ҷо зариф (коэффисент)-и мутаносиби k - ро дохил намуда, ин тавр 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 додаанд ва онро чунин ифода мекунанд:

$$R = \frac{1}{k} \quad (3)$$

Инро дар формулаи (2) гузошта, ҳосил мекунем:

1. Номи пешинааш: *шадидияти майдони электрикӣ*.
2. Номи пешинааш: *шиддати майдони электрикӣ*.

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

Ҳамин тариқ, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда **I** ба нисбати фарқи потенсиалҳои 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 монета намешуд, онҳо баъди лаҳзае 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 арзиши 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 каратии 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 ро ба формулаи

Додаҳо:
 $I = 300 \text{ мА} = 0,3 \text{ А},$
 $U = 6 \text{ В}$
 $R = ?$

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

гузошта, ҳосил мекунем:

$$R = \frac{U}{I} = 20 \text{ Ом}.$$

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

Додаҳо:
 $R = 40 \text{ Ом},$
 $U = 24 \text{ В}$
 $I = ?$

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

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?

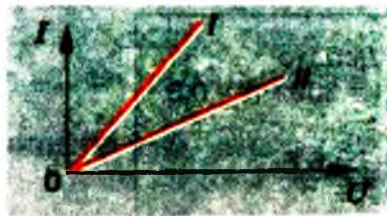
Машқ

1. Лампаи электрикӣ дар шабакаи волтажаш 110 В пайваस्त 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 вобастагии қувваи ҷараён ба волтаж, барои ду муқовимат тасвир шудааст. Муқовимати кадом он камтар аст. Ҷавобро асоснок кунед.



Рас 7.31

7.15. Муқовимати хос

Шумо медонед, ки муқовимати электрикии ноқили филизӣ ба бархӯрди электронҳо бо ионҳои шабакаи ҷисмонӣ (панҷараи кристаллӣ) 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:

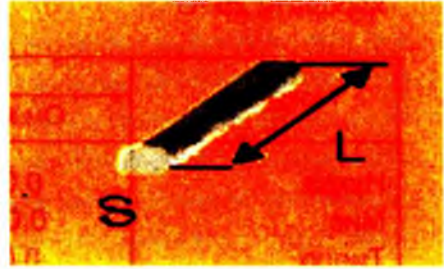
1. Аз ду ноқили якхелаи аз ҳамон як модда сохташуда ва дорои ҳамон як буриши арзӣ ҳамонаш муқовимати электрикии зиёдтар дорад, ки дарозтар бошад, яъне муқовимати ноқил R ба дарозии он L мутаносиби роста аст:

$$R \sim L.$$

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

$$R \sim \frac{1}{S}$$

3. Ноқилҳои дарозӣ ва буриши арзишон якхелае, ки аз моддаҳои ҳархела 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 электргузаронии 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 м мебошанд, воҳиди муқовимати хосро ин тавр ифода мекунем:

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

Дар амалия масоҳати буриши арзии ноқилро бо mm^2 ифода

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

Ноқил	Муқовимати хос	
	Ом.мм ² /м	Ом.м ² /м
Нуқра	0,016	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Мис	0,017	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Тилло	0,024	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Алумин	0,029	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Оҳан	0,1	10^{-3}
Никелин (хӯла)	0,4 - 0,44	$4 - 4,4 \cdot 10^{-3}$
Манганин (хӯла)	0,42	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Константан (хӯла)	0,4 - 0,51	$4 - 5,1 \cdot 10^{-3}$
Нихром (хӯла)	1,1	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Фехрал (хӯла)	1	10^{-2}
Хромал	1,3	$1,3 \cdot 10^{-2}$

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 чадв. 7.1 оварда шудааст.

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

Бузургии чаппаи муқовимати хос, яъне

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

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 дарозиаш 100 м ва масоҳати буриши арзиаш $0,5 \text{ мм}^2$ ба занҷири дорои волтажи 10 В васл шудааст. Қувваи ҷараёни дар ин сим ҷоришавандаро муайян кунед.

Додаҳо:

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

$$L = 100 \text{ м},$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2,$$

$$U = 10 \text{ В}$$

$$I = ?$$

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 хос чиро тавсиф медиҳад?
3. Муқовимати хосро аз рӯи кадом формула баҳодод кардан мумкин аст?
4. Муқовимати хос бо чӣ гуна воҳид ифода карда мешавад?
5. Электргузaronии хос чиро ифода мекунад?

Машқ

1. Сими константани дарозиаш 2 м ва масоҳати буриши арзиаш $0,5\text{мм}^2$ муқовимати 2 Ом дорад. Муқовимати хоси константан чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $0,5\text{Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$)

2. Муқовимати сими мисини буриши арзиаш $0,425\text{ мм}^2$, 4 Ом аст. Дарозии симро 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 кристаллӣ) мегардад ва ин омил сабаби зиёд шудани муқовимат дар ҳаракати самтнокӣ 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 - зароби 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 . Зароби ҳароратии муқовимати ноқилҳои гуногун дар қадвали 7.2 оварда шудааст.

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

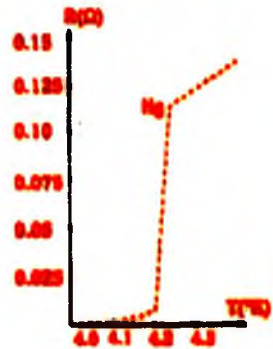
Ҷадвали 7.2

Ноқил	$\alpha, \text{град}^{-1}$	Ноқил	$\alpha, \text{град}^{-1}$
Пулод	0,0050	Константан	0,00005
Волфрам	0,0046	Манганин	0,000015
Алумин	0,0042	Рух	0,0039
Нуқра	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 кори 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 **абарноқилият** ном гирифтааст.



Рас. 7.33

Мисоли 1. Ноқили мисинеро, ки ҳарорати ибтидоиаш $t = 0^\circ\text{C}$ ва муқовиматаш 100 Ом буд, то дами ба 126 Ом баробар шудани муқовимати он гарм карданд (рас.7.34). Зариби ҳароратро $\alpha = 0,0043\text{ град}^{-1}$ гирифта, ҳарорати интиҳории 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 алюминӣ 208 Ом аст. Муқовимати ибтидоии ноқил ҳангоми $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ будани ҳарорат чӣ қадар буд?

Додаҳо:

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

$$R = 208 \text{ Ом},$$

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

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

$$R = ?$$

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 хоси 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 теҳникаи муосир муқовиматҳои бузургиашон ҳархела ва бо технологияи махсус сохташуда, ки *резистор* номгузори шудаанд бисёр истифода мешаванд (калимаи латинии *resisto* маънои *муқовимат мекунам* дорад).

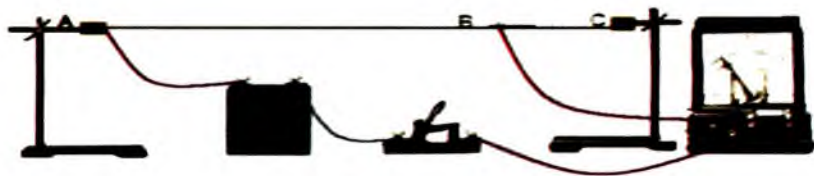
Одитарин резистор бунлодест (асосест), ки дар он ноқили муқовимати хосаш зиёд печонида шудааст. Намуди берунаи баъзе резисторҳо дар рас.7.35 нишон дода шудааст. Резисторҳои низ истифода мешаванд, ки муқовимати онҳоро дар зарурат дар ҳудуди муъайян тағйир додан осон аст.

Резистори муқовиматаш танзимшавандаро реостат меноманд. Дар радио ва ТВ барои баланду паст кардани садо ҳамин гуна резисторҳо истифода мекунанд, дар машинҳои дарздӯзи бо ёрии резисторҳои танзимшаванда суръати гардиши мотори электрикиро идора мекунанд ва ғ. Мисоли содатарини реостат сими никелинӣ ё нихромие мебошад, ки муқовимати хоси зиёд дорад ва дар рӯяш даваки бо сим тамосдор ин сӯ он сӯ лағжида метавонад.

Хонандаи арҷманд! Шумо метавонед худатон ин гуна реостат сохта, ба воситаи он тағйироти қувваи ҷараёнро вобаста ба дарозии сим (муқовимати сим) бисанҷед. Барои ин сими, масалан, нихромии дарозиаш муъайяно ба нӯги сими мисин ба шакли ҳалқаи дар рӯи сими нихромӣ лағжанда (В) пайваст кунед. Як нӯги сими нихромӣ (А)-ро ба қутб (гирок)-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



Рас.7.37



Рас.7.38

Баъд калидро пайваста ва давак-ро ин ё он сӯ лағжонда, 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 никелинии дарозиаш 21 м ва буриши арзиаш 0,2 мм²-ро, ки бар цилиндри сафолин печонда шудааст, ба манбаъи ҷараёни волтажаш 24 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат 1/3 ҳиссаи сими никелиниро 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

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

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

аст. Азбаски $R = \rho \frac{L}{S}$

ва $L = \frac{d}{3}$ мебошанд, пас:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ В} \cdot 3 \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 21 \text{ м}} = 1,7 \text{ А}.$$

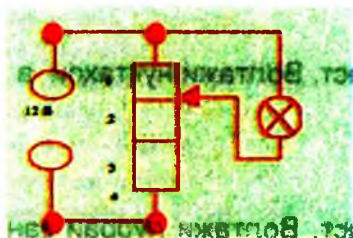


1. Реостат чӣ вазифаро адо мекунад?
2. Чаро дар реостатҳо симҳоро истифода мекунанд, ки муқовимати хоси онҳо зиёд аст?
3. Реостати давақдор чӣ гуна сохт дорад ва чӣ тавр амал мекунад?

Машқ

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

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



Рас.7.38,а

Супориш

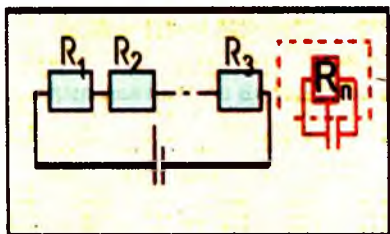
Занҷири электрикӣ тартиб диҳед, монанди расми 7.38,а ва волтажи лампаро барои мавқеъҳои 1,2,3,4 бо вольтметр бисанҷед.

7.18. Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо

Дар амалия занҷирҳои электрикӣ 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 дониста, 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 пайвастшударо 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 :

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

Бо назардошти он ки волтажи умумӣ

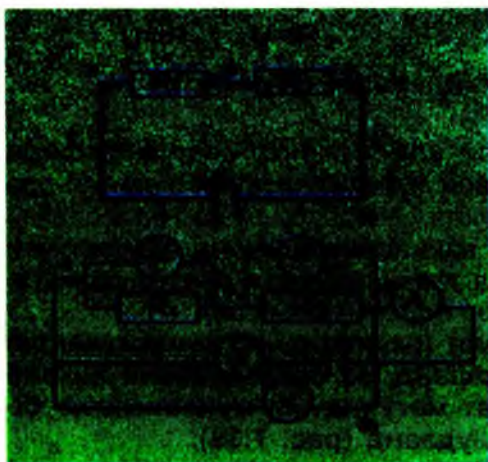
$$U = IR \quad (4)$$

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

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

яъне

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



Рас.7.40

аст. Ҳамин тариқ, дар мавриди пай дар пайи якдигар пайваст 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 муқовиматашон мувофиқан $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 15 \text{ Ом}$ ба манбаъи 9В пайдарпай пайваст шудаанд (рас.7.41). Муқовимати пурра, қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ва волтажи нӯғҳои резисторҳои алоҳидаро ёбед.



Рас.7.41

Додаҳо:
 $R_1 = 5 \text{ Ом}$,
 $R_2 = 10 \text{ Ом}$,
 $R_3 = 15 \text{ Ом}$,
 $U = 9 \text{ В}$
 $R = ?$
 $I = ?$
 $U_1 = ?$
 $U_2 = ?$
 $U_3 = ?$

Ҷал: Муқовимати пурраи резисторҳо

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

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

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

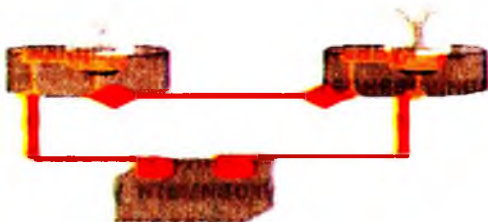
мебошад. Бузургии волтажҳо дар нӯғҳои ноқил инқадарӣ аст:

$$U_1 = I R_1 = 1,5 \text{ В};$$

$$U_2 = I R_2 = 3 \text{ В};$$

$$U_3 = I R_3 = 4,5 \text{ В}.$$

Масъалаи 2. Ду чароғаки электриики якхела бо ҳам пай дар пай ба манбаъи волтажаш 12 В пайваста шудаанд (рас. 7.42). Ҳангоми пайвастании калид аз занҷир қувваи чараёни $I = 0,5$ А қорӣ мегардад. Муқовимати шоҳҳои занҷирро ёбед.



Рас.7.42

Додаҳо:

$$U = 12 \text{ В,}$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

$$R_1 = ?$$

Ҳал: Аз рӯи формулаи қонуни Ом

$$U = IR,$$

$$R = \frac{U}{I} = 24 \text{ Ом.}$$

аст. Азбаски

$$R_1 = R_2 = R/2$$

аст, пас, шоҳҳои занҷир инқадарӣ муқовимат доранд:

$$R_1 = R_2 = 12 \text{ Ом.}$$

?

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

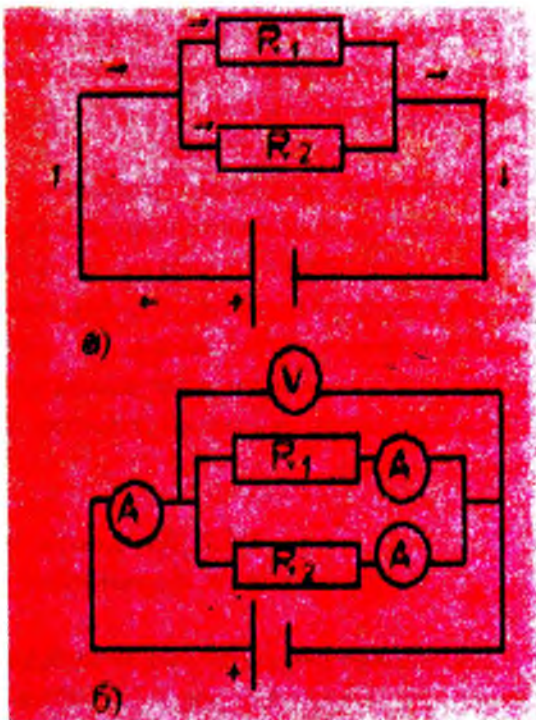
Шориши қувваи ҷараён ба шохаҳо ба ҷараёни оби ҷўйбору тақсим шудани он ба ҷўйчаҳо шабоҳат до- рад.

Азбаски нўғҳои иб- тидо ва интиҳои ҳарду резистор ба ҳамон як нуқтаи занҷир пайвастанд, вол- тажи нўғҳои ҳарду резистор яхела аст:

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

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

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



Рас.7.45

аст. Мувофиқи қонуни Ом қувваи ҷараёни аз занҷир ҷориша- ванда 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:

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

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 ҷудогона 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 меояд. 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 бовард, ки ба чӣ сабаб бузургии муқовимати умумӣ аз бузургии муқовимати алоҳида кам аст. Ин ҷо гап дар он аст, ки қитъаи занҷирро, 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, чароғҳои 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 қор мебароянд (месӯзанд).

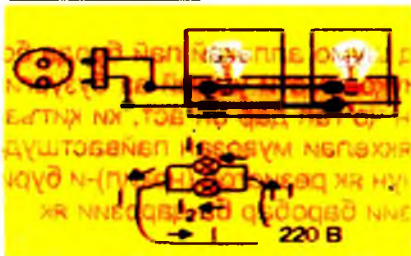
Масъалаи 1. Ду чароғи барқии муқовиматашон $R_1 = 440 \text{ Ом}$ ва $R_2 = 660 \text{ Ом}$ -ро ба таври мувозӣ ба шабакаи дорои волтажи 220 В пайваст карданд (рас.7.46). Қувваи ҷараёни аз тариқи ҳар чароғ ҷоришаванда, қувваи ҷараёни воридшаванда ва муқовимати умумии шабакаро ёбед.

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

Додаҳо:
 $R_1 = 440 \text{ Ом},$
 $R_2 = 660 \text{ Ом},$
 $U = 220 \text{ В}$
 $R = ?$
 $I_1 = ?$

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

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



мебошанд. Қувваи ҷараён дар симҳои ҷараёновар

$$I = I_1 + I_2 = 0,83 \text{ А}$$

аст. Он гоҳ муқовимати умумӣ ин

Рас.7.46

қадар хоҳад буд:

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

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

<p>Додаҳо:</p> $r = 120 \text{ Ом,}$ $n = 4$ $R = ?$
--

Ҳал: Додаҳоро дар формулаи

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

гузошта, ҳосил мекунем:

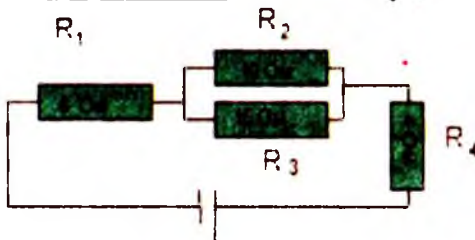
$$R = \frac{120 \text{ Ом}}{4} = 30 \text{ Ом.}$$

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

<p>Додаҳо:</p> $R_1 = 6 \text{ Ом,}$ $R_2 = 10 \text{ Ом,}$ $R_3 = 15 \text{ Ом,}$ $R_4 = 4 \text{ Ом}$ $R = ?$

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

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



Рас.7.47

аст. Азбаски муқовиматҳои R_1 , R , R_4 пайдарпай пайваस्त ҳастанд, пас муқовимати пурраро бо назардошти муқовимати дохилии манбаъ ин тавр меёбем:

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

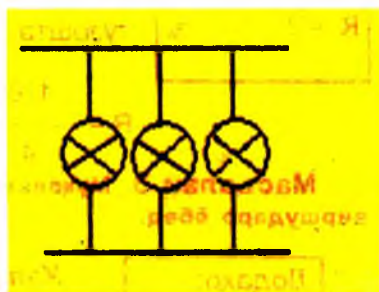


1. Чй гуна пайвасти резисторхоро пайвасти мувозй (пайвасти паралелй) меноманд?
2. Кадом бузургии электрикй барои хама муковиматхон мувозан пайвастшуда хамон як қимат дорад?
3. Муковимати резисторхон чудогонаи мувозан пайвастшударо дониста, муковимати умумиро чй тавр ёфтан мумкин аст?

Машқ

1. Порчаи сими никелинии ($\rho = 0,4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$) дарозинаш 42 м ва буриши арзиаш $0,2\text{мм}^2$ —ро ду ним карда, харду нимаро ба якдигар ба таври мувозй (паралел) пайвастанд. Муковимати умумй чй қадар аст? (Ҷавоб : 21 Ом).

2. Муковимати хар яке аз лампаҳои якхелаи дар расми 7.48 тасвирёфта 60 Ом аст. Муковимати умумии лампаҳо чй қадар аст? (Ҷавоб: 20 Ом).



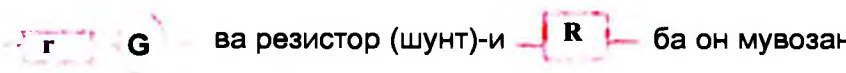

Рас.7.48

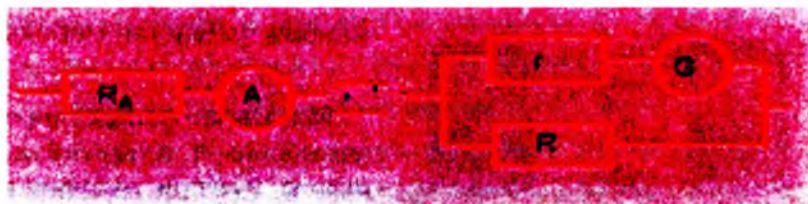
7.20. Амперметр (амперсанч)

Амперметр асбобест, ки бо ёрии он қувваи ҷараёни электрикй чен карда мешавад. Қисми асосии амперметрро *галванометр* ташкил медиҳад, ки кори он бар таъсири майдони магнитй бо ноқили (ғалтаки) ҷараённок асос ёфтааст. Таъсири майдони магнитй ба ноқили ҷараённок (аз ҷумла тарзи кори галванометр) дар боби оянда мавриди баррасй қарор мегирад. Ин ҷо ҳаминро хотирнишон карданиём, ки дараҷаи майли ақрабаки 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 электрикии бузургияш аз 1 мкА то 50 мкА дорад. Вале барои чен кардани қувваи ҷараёни зиёдтар аз ин мувозан (паралелан) ба галванометр резистор (ноқил)-и муқовиматаш муъайяноро пайваст кардан мебояд (паралелан пайваст кардан, маънои ба ду қисми дохилии гирақҳои галванометр ду нуғи резисторро пайвастан дорад).

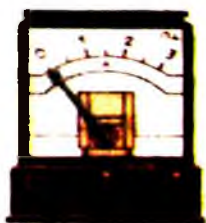
Ҳамин тариқ, амперметр ҳамон галванометрест, ки барои чен кардани қувваи ҷараён дар соҳаи муъайяни бузургии он ҷараён (бо ампер ё миллиампер ё микроампер) дараҷабандӣ шудааст. Амперметр аз галванометр

 ва резистор (шунт)-и  ба он мувозан пайвастшуда иборат аст:



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 А 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 ҷараён дар ҳамаи қитъаҳои занҷире, ки аз як манбаъи ҷараён ва ноқилҳои паси ҳам пайваस्तшуда иборат аст, як хел мебошад. Ҳамин аст, ки ду амперметри пайёпай пайваस्तшуда қувваи ҷараёни якхеларо нишон медиҳанд. Амперметр ба занҷир ба воситаи ду ноқили интихोие пайваस्ता мешавад, ки онҳоро, чӣ тавре гуфтем, *гира* ё *гирак* 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 галванометри 50 мкА муқовимати хусусиаш $r = 30$ Ом пайваस्ता мешавад, бояд чӣ қадар бошад?

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

<p>Додаҳо:</p> <p>$r = 30$ Ом,</p> <p>$I_A = 1$ А,</p> <p>$I_r = 50$ мкА =</p> <p>$= 5 \cdot 10^{-5}$ А</p> <p>$R = ?$</p>

$I_A = I_{ш} + I_r$

Қувваи ҷараёни ба воситаи муқовимат (шунт) ҷоришаванда

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

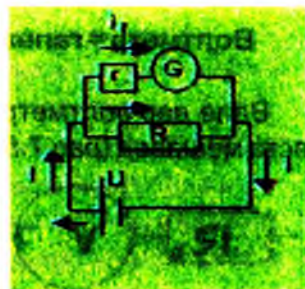
мебошад. Азбаски шиддати нӯғҳои муқовимат ва гираҳои

галванометр якхелаанд, пас,

$$I_w R = I_r r$$

ё ин ки

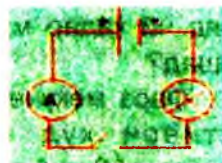
$$R = \frac{I_r r}{I_w} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot 30 \text{ Ом}}{0,99995 \text{ A}} \approx 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$



Рас.7.51



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



Рас.7.52

Супориш

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

Лавозимот: Манбаъи ҷараён, лампачаи ҷароғаки кисағӣ, амперметр, чанд сим.

7.21. Волтметр (волтсанҷ, волтажсанҷ)

Фарқи потенциалҳо ё худ волтаж бузургии тавсифдиҳандаи майдони электрикӣ мебошад. Ҷараёни электрикӣ танҳо дар сурати ғайрисифрӣ будани волтажи нӯғҳои ноқил ҳосил мешавад.

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

Волтметр ба монанди амперметр аз галванометр ва резистор иборат аст:

Волтметр = галванометр + резистор

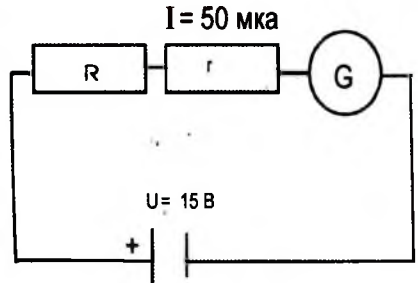
Вале дар волтметр галванометр паёпай бо резистор пайваста мешавад (рас.7.53):



Рас.7.53

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

Фарз мекунем, ки шумо дар ихтиёри худ галванометри миқёсаш 50 мкА ва муқовиматаш $r = 30$ Ом доред. Бигзор волтмètre сохтан зарур бошад, ки волтажи то 15 В-ро чен карда тавонад. Ин он гуна маънӣ дорад (рас.7.54), ки дар мавриди 15 В будани волтаж аз галванометр бояд ҷараёни на бештар аз 50 мкА гузарад.



Рас.7.54

Барои баҳодод кардани бузургии муқовимати резистори занҷири галванометр занҷире тартиб медиҳем, ки он аз манбаъи ҷараёни волтажаш 15 В ва резистор иборат бошад ва дар он ҷараёни қуввааш 50 мкА ҷорӣ буда тавонад. Барои ингуна занҷир аз рӯи қонуни Ом барои қитъаи 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



Рас.7.55

ба сабаби кам будани муқовимати галванометр метавонем онро ба эътибор 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 пайдарпай пайваст карда мешавад. Аммо вольтметр бояд фарқи потенсиалҳои нӯгҳои қитъаи занҷирро чен кунад. Аз ин рӯ гираҳои вольтметрро ба ҳамон нуқтаҳои занҷир пайваст мекунанд, ки фарқи потенсиалҳои байни онҳоро чен кардан зарур аст, яъне вольтметрро дар занҷир ба таври мувозӣ (параллел) пайваст кардан мебояд. Бояд гуфт, ки ҷараёни аз тариқи вольтметр ҷоришаванда нисбат ба ҷараёни занҷир хеле кам аст, яъне гуфтан мумкин аст, ки вольтметр волтажи занҷирро тағйир намедиҳад.

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. Додаҳо ро 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).

Лавозимот: Манбаъи ҷараён, лампаи ҷароғаки кисағӣ, амперметр, вольтметр, чанд сим.

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** номидаанд.

Биёед, аввал ба мафҳуми кори ҷараёни электрикӣ равшанӣ андозем. Мо медонем, ки бузургии волтаж ё ин ки фарқи потенциалҳо кори қўчиши барқаи воҳидиро дар майдони электрикӣ ифода мекунад (ниг. банди 7.3). Ва барои муъайян кардани кори қўчониши барқаи 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 барқаи 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 *вольт*, қувваи ҷараёнро бо *ампер*, муқовиматро бо *Ом*, вақтро бо *сония* ифода мекунанд. Бино бар ин навишта метавонем:

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

Масъалаи 1. Аз тариқи сими тафсандаи ҷарағаки электрикии ба шабакаи 220 В пайваस्तшуда дар тӯли 10 дақ ҷараёни 0,5 А ҷорӣ мешавад. Кори ҷараёни электрикиро муайян 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 электрикии ин тавр ҳамбастагӣ доранд:

$$A = IUt.$$

Пас, кори ҷараён ин қадар аст:

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

Масъалаи 2. Қувваи ҷараёни аз тариқи мотор (муҳаррик)-и электрикӣ 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 ст чӣ қадар кори судманд иҷро мекунанд.

Додаҳо:

$$I = 3\text{ А},$$

$$U = 220\text{ В},$$

$$\eta = 80\% = 0,8$$

$$A_c = ?$$

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

$$A_c = \text{суди } A = 0,8\text{ А}.$$

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 ҷароғаки электрикӣ 220 В , муқовимати мӯяк 440 Ом аст. Ҷараёни электрикӣ дар ин ҷароғак 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

$$A = I U t$$

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 мўяки 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 мўякаш 127 Ом ба волтажи 127 В пайваस्त аст. Ин лампа дар муддати 5 дақ чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 38,1 кҶ).

7.23. Қонуни Ҷоул — Лэнс

Ҳангоми аз ноқил ҷорӣ будани ҷараён ноқил гарм шуда, як миқдор гармо хорич 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 бётартибонаи 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 Лэнс дар таҷриба ҳосил карда шудааст. Онро *қонуни Ҷоул — Лэнс* 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 олати 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 меёбем:

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В,}$$

$$t = 1 \text{ ст} = 600 \text{ с}$$

$$I = ?$$

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

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

Масъалаи 2. Дар мўяки ҷарогаки 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:

$$R = 20 \text{ Ом,}$$

$$I = 1 \text{ А,}$$

$$t = 1 \text{ ст} = 3600 \text{ с}$$

$$Q = ?$$

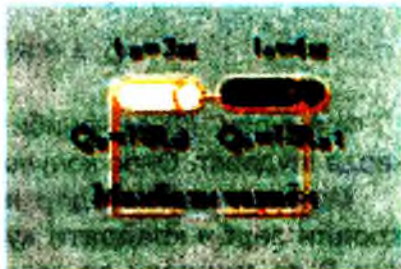
Ҳал: Додаҳо ро дар формулаи қонуни Ҷоул-Ленс

$$Q = I^2 R t$$

гузошта, ҳосил мекунем:

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

Масъалаи 3. Сими никелини дарозияш 3 м ва буриши арзиаш 1,5 мм² ва сими оҳанини буриши арзиаш 1,0 мм² ва дарозияш 4 м бо ҳам пайдарпай пайваст шудаанд (рас. 7.57). Ҳангоми (дар занҷир) ба манбаи ҷараён пайваст кардани онҳо дар кадом сим бисёртар гармо ҷудо мешавад? Дар мавриди яқхела будани дарозӣ ва буриши арзии симҳо чӣ? Муқовимати хоси сими никелин $\rho_{\text{Ni}} = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ асту сими оҳанин $\rho_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.



Рас.7.57

Додаҳо:

$$L_x = 3 \text{ м,}$$

$$S_x = 1,5 \text{ мм}^2,$$

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

$$L_o = 4 \text{ м,}$$

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

$$S_o = 1,0 \text{ мм}^2$$

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

$$Q_o$$

Ҳал: Азбаски симҳои никелинӣ ва оҳанин бо ҳамдигар пайдарпай пайваст шудаанд, ҳангоми дар занҷир бо манбаъи ҷараён пайвастани симҳо аз тариқи онҳо ҷараён яқхела 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. Ҷарост, ки ҳангоми аз ноқил гузаштани ҷараён он ноқил гарм мешавад?
2. Миқдори гармои ҷудошуда ба чӣ (ё чиҳо) 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

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

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

Барои ёфтани тавони ҷараёни электрикӣ қори 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:

$$N = IU \quad (2)$$

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:

$$N = U^2/R \quad \text{ё} \quad N = I^2 R.$$

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 электрикиро ин тавр ифода кардан мебоянд:

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



Рас.7.58

Масъалаи 1. Олати гармойиши 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 гармойиш мегузарад;
- б) муқовимати печаи он олат ва
- в) миқдори гармои дар тӯли 0,25 с ҷудошударо.

<p>Додаҳо: $U = 220 \text{ В},$ $N = 2,2 \text{ кВт},$ $t = 0,25 \text{ с}$</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p>$I = ?$ $R = ?$ $Q = ?$</p>

Ҳал: а) Аз формулаи (2) қувваи ҷараёнро меёбем 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 гармойиш 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 пайваस्त шудааст. Ёбед:

- а) қувваи ҷараёни аз печаи асбоб ҷоришавандаро;
б) тавони электрикии асбро.

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В,}$$

$$R = 50 \text{ Ом}$$

$$I = ?$$

$$N = ?$$

Ҳал: а) Қувваи ҷараёнро аз рӯи 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 ҷушонданд. Муъайян кунед:

- а) миқдори гармоеро, ки об гирифтааст ва
б) фосилаи вақтеро, ки барои ҷушонидани об зарур аст.

Додаҳо:

$$N = 2 \text{ кВт,}$$

$$m = 3 \text{ кг,}$$

$$t_1 = 20 \text{ °С,}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С,}$$

$$c = 4200 \text{ Ҷ/кг}$$

$$Q_1 = ?$$

$$t = ?$$

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

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

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 сарф шудани 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
Яҳдон	0,110 - 0,16
Чароғҳои электрикии муқаррарӣ	0,015 - 0,2
Дарзмоли электрикӣ	0,3 - 1
Матори электровоз	4000
Нерӯгоҳи Норак	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 тафсониш



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 амалия истифодаи бисёр дорад — ҷароғҳои равшаной, дарзмоли барқӣ, обҷӯшонаки барқӣ, манқалҳои барқӣ ва ғ. (рас.7.59, 63).

Дар рас.7.59 ҷароғи тафсониши электрикӣ тасвир шудааст. Қисми гармидиҳандаи ҷароғро маъмулан мӯяки волфрамӣ ташкил медиҳад. Волфрами филизӣ дەرғудоз аст: ҳарорати гудозиши он 3387°C мебошад. Дар ҷароғи барқӣ мӯяки волфрамӣ то ҳарорати 3000°C метафсад. *Колбаи* шишагине, ки дар дохили он мӯякҳои волфрамии ҷароғ ҷойгиранд, бояд бехаво, вале бо миқдори муъайяни нитроген ё баъзе газҳои инертӣ (газҳои нофаъол — криптон ё аргон) бошад, зеро волфрам метавонад дар ҳало (вакуум) ба зудӣ бухор шавад — дар натиҷа мӯяк хароб мегардад (молекулаҳои гази дохили колбаи шишагин моневӣ бухор шудани атомҳои волфрам мешаванд). Аввалин лампаҳои тафсонишро ихтироъкори амрикоӣ Т.Эдисон ва ихтироъкори рус А.Н.Лодигин эҷод кардаанд.

Масъалаи 1. Муқовимати муъяки чароғи тафсонӣшero ёбед, ки барои волтажи 220 В таъин шудааст ва тавони 100 Вт дорад.

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

Ҳал: Барои ҳалли масъала формулаи тавони чараёни 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 муъяки чароғи тавонаш 200 Вт ҷудо мешавад. Ин миқдор гармо 500 г обро дар чанд вақт меҷӯсонад? Ҳарорати ибтидоии обро 20 °С 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

$$N = \frac{A}{t} \text{ аст, ҳосил мекунем:}$$

$$Q_1 = Nt = 200 \text{ Ҷ.}$$

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, обҷушонак ва олатҳои м.ин. ноқилҳои муқовимати хосашон зиёдро истифода мекунанд. Барои сохтани қисми гармидиҳандаи асбобҳои электрикӣ аксаран ҳулаи 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. Печай 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,

<p><i>Додаҳо:</i> $N = 2,2 \text{ кВт},$ $U = 220 \text{ В},$ $S = 0,3 \text{ мм}^2,$ $\rho = 1,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ $L = ?$</p>
--

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 тафсонии чӣ гуна аст?
2. Сими мӯякҳои лампаҳо аз чӣ гуна филизот сохта мешавад?
3. Чаро зарфҳои лампаҳои тафсониро бо газҳои нофаъол (газҳои инертӣ) пур мекунанд?
4. Филизе (металле), ки аз он печа (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, гудохта шаванд.

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

Қувваи ҷараён мувофиқи қонуни Ом ба волтаж U мутаносиби роста 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 нӯғҳои ноқилҳои занҷир (масалан, ҳангоми бо ҳам расидани симҳои лучи ҷараёндор) рух медиҳад. Ҳодисаи расиши кӯтоҳ бо сабаби то ҳароратҳои баланд гарм шудани ноқилҳо хатарнок мешавад, зеро манбаъи электрикиро 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 месӯзад 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

· ванда дар ҳамон қисм ҷудо мешавад; “кори” муҳофизакҳо бар ҳамин рӯйдод асос ёфтааст. Дар аксари муҳофизакҳо қисми асосиро симҳои зудгудоз ташкил медиҳанд. Ин гуна муҳофизакҳоро *муҳофизакҳои сӯзанда* меноманд (рас. 7.64).

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

қувваи ҷараён (худ насӯхта) занҷири электрикиро 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 кори ҷараёни электрикиро 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 $A = Nt$ кори ҷараёни электрикиро бо 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 $Вт \cdot с$ (*ватт-сония*) чандон муносиб нест. Барои ба ҳисоб гирифтани кори ҷараёни электрикӣ воҳидҳои *ватт-соат* ва *киловатт-соат* истифода мешаванд:

$$1 \text{ Вт} \cdot \text{ст} = 3600 \text{ Ҷ},$$

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

Масъалаи 1. 5 ҷароғи электрикии тавонашон 100-ваттӣ ҳар шабонарӯз 12 ст кор мекунад. Кори ҷараёни электрикиро барои муддати 30 рӯз муайян кунед. Агар арзиши 1 кВт.ст даҳяк 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 чароғи электрикӣ

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

мебошад. Аз ин рӯ кори 5 чароғ
 $36 \text{ кВт} \cdot \text{ст} \cdot 5 = 180 \text{ кВт} \cdot \text{ст}$ 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 чараён беш аз меъёр қорӣ бошад, чӣ ҳодиса рӯй дода метавонад?
2. Дар кадом маврид қувваи чараён беш аз меъёр мешавад?
3. Муҳофизат 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 истеъмом мекунад. (Ҷавоб: 100 кВт.ст).

2. Панҷ лампаи электрикии тавонашон 100-ваттӣ рӯзе 10 ст фурузон бошанд, дар муддати 30 рӯз чӣ қадар энергия истеъмом мекунанд? (Ҷавоб: 150 кВт.ст).

Масъалаҳои тестӣ

1. Энергияи потенсиалии ду барқро ёбед, ки якеи онҳо $q_1 = 20 \text{ мкКл}$ асту дигараш $q_2 = -20 \text{ мкКл}$. Масофаи байни барқроҳоро 0,6 м гиред.

А) -6Ҷ. Б) 6Ҷ. В) -5Ҷ. С) 5Ҷ.

2. Воҳиди потенсиалии электрикӣ дар МБВ (SI) ин аст:

А) 1 В = 1 Ҷ/Кл. Б) 1 мВ = 1 мҶ/Кл. В) 1 кВ = 1 кҶ/Кл. С) 1 Ҷ/м.

3. Фарқи потенсиалҳо чиро ифода мекунанд?

А) Кори кӯчониши массаро дар майдони электрикӣ.

Б) Кори кӯчониши барқро аз як нуқта ба нуқтаи дигар дар майдони электрикӣ.

В. Кори иҷрошударо.

С. Кори иҷрокардаи майдони магнито.

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

А) $8 \cdot 10^{-1}$ В/м. Б) $8 \cdot 10^{-3}$ В/м. В) $8 \cdot 10^{-2}$ В/м. С) $8 \cdot 10^{-5}$ В/м.

5. Қувваи ҷараён чист?

1) Ҷоришавии барқҳои электрикӣ.

2) Ҳаракати банизоми зарраҳои барқаманди электрикӣ.

3) Ҳаракати банизоми электронҳо.

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

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

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

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

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

4) Ҳосили зарби 1 Кл-ро ба сония.

7. Аз мӯяки ҷароғаки барқии равшаной қувваи ҷараёни 1А ҷорист. Дар муддати 2 дақ аз мӯяк чӣ қадар барқа 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 Ом чӣ қадар волтаж додан мебояд, ки аз ноқил ҷараёни қуввааш 1 А ҷорӣ шавад?

А) 7,5 В. Б) 15 В. В) 0,75 В. С) 75 В.

10. Муқовимати ноқили мисинеро ёбед, ки 1000 м дарозӣ дорад ва масоҳати буриши арзиаш 0,1мм² аст ($\rho_0 = 0,017$ Ом·м²/м).

А) 1,7 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 ёфтани.

Б) Бузургии афзоиши ҳароратии муқовиматро ҳангоми ҷоришавии ҷараён.

В) Дар соҳаи муайян афзоиш ёфтани муқовимати ноқил-ро.

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 пайвастшуда иборат аст.

2) Олатест барои ҷен кардани миқдори электронҳо

3) Олатест барои ҷен кардани қувваи ҷараёни манбаъ.

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

14. Занҷири электрикӣ аз ду резистори пайдарпай пайвастшудаи 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 пайваст 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 нимаро 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 электрикиро 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 пайваст 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 пайваст 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 ст кор мекунад. Кори ҷараёни электрикиро барои

1 моҳи истифода шудани он олат муъайян кунед. Агар арзиши 1 кВ.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 барқаашон 1 кулониро ёбед ва баъд онҳоро муқоиса кунед.

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

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

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

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

6. Сими тафсонии лампаҳои ҷараёнаки 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 дарозияш 10 м ва масоҳати буриши арзиаш $0,4 \text{ мм}^2$ чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $\sim 27,5$ Ом).

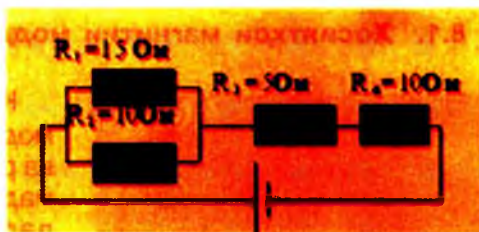
8. Сими константани дарозияш 16 м ва буриши арзиаш 1 мм^2 чӣ қадар муқовимат дорад? (Ҷавоб: 8 Ом).

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

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

11. 18 Лампаи муқовимати ҳар яке 110 Ом ба волтажи 220 В паёпай пайваст шу-
дааст. Муқовимати пурра,
қувваи ҷараёни аз занҷир
ҷоришаванда ва волтажи
байни гиракҳои лампаҳои
алоҳидаро ёбед.

(Ҷавоб: 220 Ом; 1А; ≈ 110 В).



Рас.7.66

12. Ба шабакаи барқ
чор ҷараёнаки муқовимати

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

13. Муқовимати умумии занҷири дар расми 7.66 тасвиршу-
даро ёбед. (Ҷавоб: 21 Ом)

14. Аз мўяки лампаи электрикӣ ҳангоми 220 В будани вол-
таж ҷараёни қуввааш 1А мегузарад. Ин лампа дар муддати
1дақ.чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 13,2 кҶ).

15. Ҳангоми аз сими константанин дарозияш 16 м ва ма-
соҳати буриши арзиаш 1мм^2 шоридани ҷараёни 6 А дар мудда-
ти 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 ҷараё-
ни 5 А чӣ қадар гармо хориҷ кардааст? (Ҷавоб: 300 Ҷ).

17. Тавони 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 ҷара-
ёни дар муддати 1 ст 1080 кҶ гармо хориҷ мекунад. Муқовимати
манқалро ёбед. (Ҷавоб: 48 Ом).

19. Ҷаро симҳои ҷараёнбари лампаи электрикӣ чени мўя-
ки лампа гарм намешаванд?

20. Чойчӯши электрикӣ дар шабакаи 220 В пайваст аст.
Ҷамъии обгармкунандзи чойчӯш муқовимати 110 Ом дорад. Муъ-
айян 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. Маҳз дар Магnezия ном маҳал (Осиёи Сағир) мавҷудияти маъдани кӯҳие ошкор гардид, ки маводи он хосияти ҷисмҳои оҳаниро ҷазб кардан дошт (рас.8.1). Номии "магнит" (оҳанрабо) ва мафҳумии "магнетизм" аз номи ҳамин маҳал пайдо шудааст.

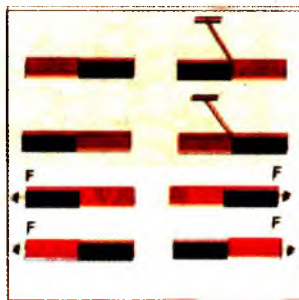
Маъданҳои дар табиат бо хосияти магнитӣ дучоршаванда маъмулан маъданҳои магнетит мебошанд ва ифодаи кимиёиашон FeO_4 аст. Умуман, хусусиятҳои магнитӣ аз ҳама бештар дар моддаҳои оҳандор мушоҳида мешаванд. Ғайр аз оҳан боз моддаҳои дигар, ба монанди кобалт, никел, бериллий низ хосиятҳои магнитӣ зоҳир мекунад.

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

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

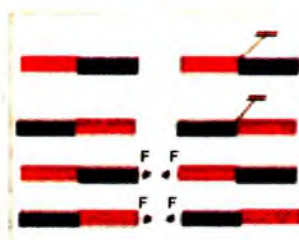
чанубро нишон медиҳад (рас.8.2). Бино бар ин яке аз қутбҳои магнитро қутби шимол (N), дигарро қутби чануб (S) меноманд (дар рас.8.3 магнитҳои тасмашакл ва наълшакл тасвир шудаанд).

Қутбнамо (компас) дар ҳамин асос амал мекунад: ақрабаки қутбнамо аз магнети дойимии иборат аст, ки дар гирди меҳвараш озодона гардиш хӯрда метавонад. Шумо медонед, ки ду қисми барқаманд бо якдигар таъсири мутақобил мекунад. Ду магнитро агар ба ҳамдигар наздик кунем, онҳо монанди қисмҳои барқаманд таъсири мутақобил мекунад. Агар ба қутби шимолӣ яке аз ду магнит қутби шимолӣ магнети дигарро наздик кунем, онҳо аз ҳамдигар тела меҳӯранд, яъне қутбҳои ҳамгун аз ҳамдигар тела меҳӯранд (рас.8.4).



Рас. 8.4

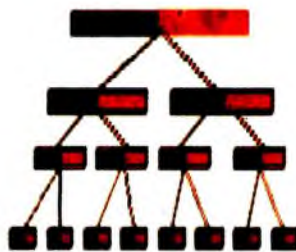
Вале агар ба қутби шимолӣ як магнит қутби чанубӣ магнети дигарро наздик кунем, магнитҳо ба сӯи ҳамдигар ҷазб мешаванд, яъне қутбҳои гуногун ба ҳамдигар кашида мешаванд (рас.8.5).



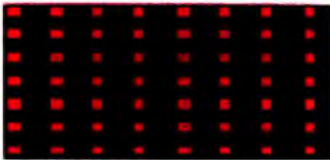
Рас. 8.5

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

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



Рас. 8.6



Рас.8.7



Рас.8.8

ва онҳо тавре 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 моддаро 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 ҷойгирифти магнитчаҳои хурд (доменҳо) вайрон гашта метавонад (рас.8.8).

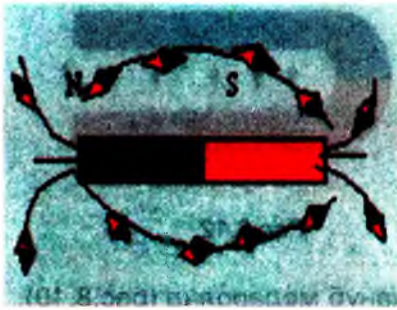
Хосиятҳои магнитиро инчунин бо усули гарм кардани магнит низ аз байн бурдан мумкин аст. Дар ин маврид низ афзоиши ҳарорат боиси зиёд шудани ҳаракати бетартибонаи атомҳо мегардад ва вобаста ба ин доменҳо низ бетартибона ҷой мегиранд. Ҳарорате вуҷуд дорад, ки дар он моддаи магнитӣ хосиятҳои магнитии худро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



1. Хосиятҳои магнитии моддаҳо дар чӣ зоҳир мешаванд?
2. Магнити дойимӣ чист? Қутби магнитӣ чист?
3. Ҳамтаъсиrotи ду магнит чӣ навъ сураат 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.8.9



Рас.8.10

Дараҷаи ҳамтаъсиросоти зарраҳои барқаманд бо бузургии *шиддати майдони электрикӣ* (номи пешинааш: *шадидияти майдони электрикӣ*) E , ки қувваи ба барқаи 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 магнито дигар таъсир мекунад, натиҷаи таъсири майдонҳои магнитии магнитҳо мебошад.

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

Ба сифати равиши майдони магнитӣ шартан самти қутби шимоли акрабаки қутбнамо қабул шудааст. Аз ин рӯ самти майдони магнитӣ (самти индуксияи майдони магнитӣ)-ро дар нуқтаи додасуда метавонем ҳамчун *равизи қутби шимоли қутбнамои дар он нуқта ҷойгиршуда тасаввур кунем.* Ба иборати дигар, *сӯе, ки қутби шимолии акрабаки қутбнамо нишон медиҳад, бо самти илқо (индуксия)-и магнитӣ мутобикат мекунад.* Дар ҷойҳои гуногуни атрофи магнит чанд қутбнамо ҷойгир карда, дидан мумкин аст, ки онҳо нисбат ба магнит мавқеъи муъайян мегиранд (рас.8.9).

Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ хатҳоеанд, ки акрабақҳои магнитӣ ба рафти онҳо ҷойгир мешаванд. Аз натиҷаи чунин таҷриба маълум мешавад, ки хатҳои илқои майдони магнитии магнито дойимӣ аз



Рас.8.11



Рас.8.12

қутби шимол баромада, ба қутби ҷануб мебароянд (рас.8.10).

Тасвири нисбатан пурраи хатҳои қуввагии магнитиро бо ёрии оҳансовҳо 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 оҳансрезаҳо на бетартибона, балки ба қадди хатҳои махсусе саф мекашанд, ки онҳо аз як қутб ба қутби дигар мераванд. Намунаи ин гуна манзараи хатҳои қуввагии магнитӣ дар рас. 8.11 тасвир шудааст.



Рас.8.13

Хатҳои магнитиро бо ҳамин роҳ метавонем барои магнитҳои наълшакл низ муқаррар намоем. Мисоли манзараи майдони магнитӣ барои магнити наълшакл дар рас. 8.12 омадааст.

Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ барои қутбҳои ҳамгун ва гуногуни рӯ ба рӯи якдигар ҷойгиршуда дар расми 8.13 оварда шудаанд. Ҳамин тариқ, хатҳои

қуввагии магнитӣ бар хилофи хатҳои қуввагии электрикӣ ҳамеша сарбаст мебошанд.



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

8.3. Майдони магнитии Замин

Пурсиш: *Чарост*, ки яке аз қутбҳои ақрабаки қутбнамо ба шимол ва дигаре ба ҷануб нигарон мешавад?

Посух: Гуфтан мумкин аст, ки Замин магнити дойимии тасмашакл мебошад. Мавқеъгирии ақрабаки қутбнамо бо таъсири хатҳои қуввагии майдони магнитии Замин ба амал меояд. Азбаски қутби шимоли ақрабаки қутбнамо сӯи ҷануб нигарон мешавад, пас, ин аз он шаҳодат медиҳад, ки қутби шимоли магнитии Замин дар ҷануби он воқеъ аст. Ҳамин аст, ки қутби шимоли қутбнамо сӯи қутби ҷануби магнитии Замин ва қутби ҷануби қутбнамо сӯи қутби шимоли магнитии Замин "нигоҳ мекунанд".

Пурсиш: Оё қутби ҷуғрофии Замин бо қутби магнитии Замин ҳамҷоанд?

Посух: Санҷиш нишон медиҳад, ки қутби ҷуғрофии Замин ва қутби магнитии Замин аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Дар рас. 8.14 майдони магнитии Замин тасвир шудааст. Дар асоси маълумоти с. 1965 дар нимкураи шимолии Замин координатҳои қутби ҷанубии магнитии Заминро арзи шимолии $75^{\circ}36'$ ва тӯли ғарбии 101° (шимолӣ Канада) ташкил медиҳад. Қутби шимоли магнитии Замин дар наздикии қутби ҷануби ҷуғрофӣ, дар арзи ҷанубии $60^{\circ}18'$ ва тӯли шарқии 141° (Антарктида) воқеъ гаштааст. Ҳамин аст, ки ақрабаки магнитӣ ба рафти нисфуннаҳор (меридиан)-и ҷуғрофӣ самт намегирад.

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

Пурсиш: Майдони магнитии Замин чӣ мақом дорад?

Посух: Ба сӯи Замин аз фазои Кайҳон зарраҳое меоянд (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

сипар 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 ҷараёнҳои электрикии 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 дарёфтани мумкин аст?
2. Қутбҳои магнитӣ аз қутбҳои ҷуғрофӣ чӣ тафовут дорад?

8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор



Эрстед (1777-1851)

Соли 1820 Ханс Кристиан Эрстед (1777-1851) муқаррар кард, ки агар ақрабаки қутбнамо дар назди ноқили ҷараённок ҷой дода шавад, вобаста ба самти ҷараён нисбат ба ноқил ҷой иваз карда, мавқеи муайяне мегирад, яъне агар ноқили ба манбаи ҷараён пайвастаро дар болои меҳвари ақрабаки қутбнамо ҷой дода (рас.8.15), занҷирро пайваст кунем, мебинем, ки ақрабаки қутбнамо аз мавқеи аввалии худ ба як тараф майл меҳӯрад. Дар рас.8.16 майли ақрабаки бо хати самтдор нишон дода шудааст. Дар мавриди иваз кардани

қутбҳои манбаъи ҷараён ақрабаки қутбнамо ба тарафи муқобил майл меҳӯрад (рас.8.17). Ин чӣ сабаб дорад?

Таҷрибаи Эрстед шаҳодат медиҳад, ки дар фазои атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ мавҷуд аст. Ва майдони магнитии ҳосилшуда бо майдони магнитии ақрабаки қутбнамо мутақобилан таъсир карда, ақрабаки қутбнаморо водор месозад, ки мавқеъи муайян гирад.

Шумо медонед, ки барқои қарор дар фазои атрофи худ майдони электрикӣ ба вуҷуд меоварад. Ҷараёни электрикиро бошад, зарраҳои дарҳаракат ҳосил мекунанд. Пас, дар атрофи барқои ҳаракатманд ғайр 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 барқҳои алоқаманд мебошад.

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

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

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

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



Рас.15



Рас.16



Рас.17

(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:

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

Дар ин ҷо k дойимияст, 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 2 А 5 см дур аст.

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

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи

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

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 дорои 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

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

ёфта, ба он додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

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

?

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 бастагӣ дорад?

Машқ

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

Супориш

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

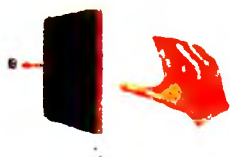
Лавозимот: Манбаъи ҷараён, калид, ақрабаки магнитӣ, чанд сим.

8.5. Майдони магнитии ноқили ҷараённокӣ дойиравушакл

(Барои завқмандони омӯзиши физика)

Чунонки гуфтем, хатҳои қуввагии майдони магнитии ноқили ҷараённок дар фазои атрофи ноқил шакли дойиравушаклро ҳамаҷағҳа доранд. Агар ба ноқил шакли дойиравушакл 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 дойиравушаклро (барои маркази он) нишон медиҳад. Бузургии илқои



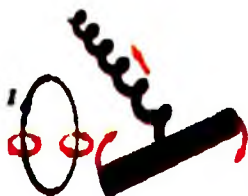
Рас.8.22



Рас.8.23



Рас.8.24



Рас.8.25



Рас.8.26

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

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

Дар ин ҷо r радиуси ноқили дойиращакл мебошад.

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

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

Масъалаи 1. Аз сими ним-дойиращакли радиусаш 10 см ҷараёни 5 А мегузарад. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро дар маркази нимдойира ёбед (рас.8.26).

Додаҳо: $I = 5 \text{ A},$ $R = 10 \text{ см}$ $B = ?$

Ҳал: Бузургии илқои майдони магнитии ноқили нимдойрашакл

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

аст. Додаҳо ба ин формула гузошта, ҳосил мекунем:



Рас.8.27

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

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

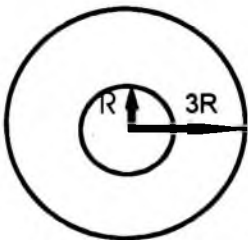
Додаҳо: $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м},$ $B = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ $I = 2 \text{ А}$ $N = ?$
--

Ҳал: Аз формулаи

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

N -ро ёфта, додаҳо гузошта, ҳосил мекунем:

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



Рас.8.28

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

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

б) Илқои майдони магнитиеро ёбед, ки

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

в) Илқои майдони магнитии натиҷавиеро ёбед, ки дар нуқтаи О ба вучуд меояд.

г) Илқои майдони магнитии натиҷавиеро ёбед, ки дар мавриди самти муқобил доштани ҷараёнҳо ба вучуд 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:

$$B_1 = \kappa \frac{2\pi I}{R}$$

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

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

в) Илқои майдони магнитии натиҷавӣ:

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

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

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

?

1. Хатҳои қуввагии илқои магнитии ноқили дойиравура дар маркази он қадом сӯ равананд?
2. Бузургии илқои магнитии ноқили дойиравура чӣ тавр баҳодод мекунад?
3. Илқои магнитии якчанд печ чӣ тавр ҳосил мешавад?

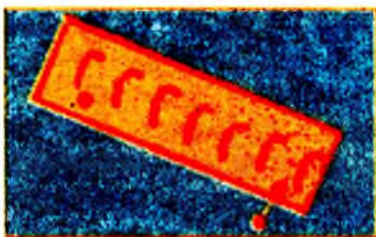
Машқ

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

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

8.6. Соленоид

Ғалтаке мегирем, ки аз адади зиёди ноқилҳои дойрашакл таркиб ёфтааст. Ғалтаки **силиндришакл**ро, ки адади зиёди печҳои симинро дарбар мегирад, **соленоид менаманд**. Соленоиди содатаринро шумо метавонед дар як порча картон созед (рас. 8.29). Хатҳои қуввагии майдони магнитии соленоид (ғалтаки ҷараёндор) дар рас.8.30 тасвир шудааст. Агар хатҳои қуввагии соленоидро бо хатҳои қуввагии майдони доимии ростхатта муқоиса карда, мебинем, ки онҳо ба ҳамдигар монанданд. Дар маркази ғалтак майдонҳои магнитии печҳо бо ҳамдигар



Рас. 8.29

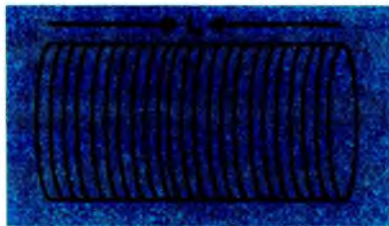
зам шуда, майдони қариб якҷинса ҳосил мекунанд. Дар даруни ғалтаки дарозе (он ки дарозташ назар ба радиусаш хеле зиёд аст), ки печҳо зич печонида шудаанд, илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ майдони якҷинса меофарад. Илқои майдони магнитӣ дар беруни ғалтак нисбат ба даруни он хеле кам аст.



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 дорои ду қутб (шимол ва ҷануб) мебошад. Агар қутби чунин ғалтакро ба қутби магнити ҳамгун наздик барем, онҳо аз ҳамдигар тела мехӯранд. Ва агар қутбҳои гуногунро ба ҳам наздик кунем, онҳо кашида мешаванд.



Рас.8.31

Агар соленоид дорои N печак бошад, илқои майдони магнити яқинсаи 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 дарозиаш 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).

<p>Додаҳо:</p> <p>$L = 31,4$ см</p> <p>$N = 2\ 000$,</p> <p>$I = 0,2$ А</p> <p>$B = ?$</p>
--

Ҳал: Додаҳо дар формулаи

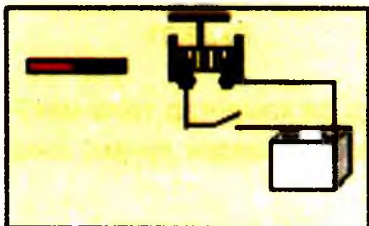
$$B = \kappa \frac{4\pi NI}{L}$$

гузонтга, 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 сӯ равонанд?
3. Ҳамтаъсири соленоиди ҷараённок бо магнит чӣ шарҳ дорад?



Рас.8.33

Супориш

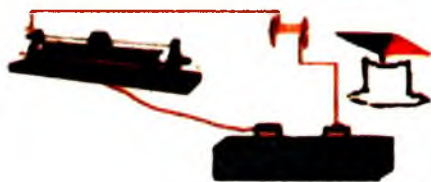
Занҷири дар рас.8.33 тасвиршударо истифода карда, ҳамтаъсири галтакро бо магнит бисанҷед. Самти ҷараёно тағйир дода, таҷрибаро тақрор кунед.

8.7. Электромагнит ва истифодаи он

Дар амалия галтакҳои ҷараёндоре, ки андарунашон мағзаи оҳанин доранд, бисёр истифода мешаванд. Ин гуна галтак (соленоид)-ро **электромагнит** меноманд.

Хуб, мағзаи оҳанин андаруни электромагнит чӣ зарурат дорад?

Агар ба меҳи оҳанин ягон сими ойиқдор (изолатсиядор) печонем ва он симро ҷараённок кунем, меҳ магнитнок шуда, қисмҳои 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 галтак як ақрабаки магнитӣ ҷой дода, ҷараёно пайваст мекунем. Ақрабак нисбат ба мавқеи аввалааш ба кунҷе майл меҳурад. Масофаи байни

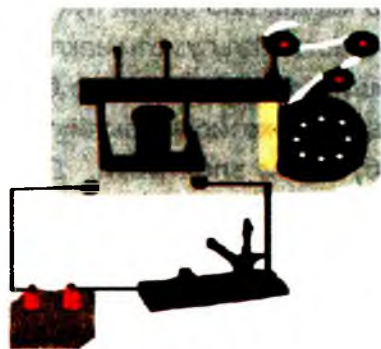
ғалтак ва ақрабакро каму зиёд карда, мушоҳида мекунем, ки ҳангоми аз ғалтак дур кардани ақрабак кунҷи майлхӯрд кам мешавад, яъне таъсири байни майдони магнитии ғалтак ва майдони магнитии ақрабак суғт мешавад. Дар сурати зиёд кардани қувваи ҷараён, мебинем, ки кунҷи майлхӯрд меафзояд. Баъд ба даруни ғалтак мағзаи оҳаниро ҷой дода, дидан осон аст, ки майдони магнитии ғалтак зиёд шуда, ақрабаки магнитиро бештар майл медиҳад.

Ҳамин тариқ, милаи оҳанин майдони магнитии ғалтакро пурзӯр мекунад.

Электромагнитҳо ҷойи истифода бисёр доранд. Электромагнити наҷанон қалон, ки ба манбаъи волтажи наҷандон зиёд пайвағт аст, ҷизҳои нисбатан вағнинро ба худ ҷазб карда метавонад. Ба сифати мисол дар рас.8.35 электромагнити пуриқтидоре тасвир ёфтааст, ки барои аз ҷойе ба ҷойе қуҷондани маснуоти оҳанину пӯлодин истифода мешавад. Электромагнит қисми асосии олатҳои телеграфӣ, зангӯлаҳои



Рас.8.35

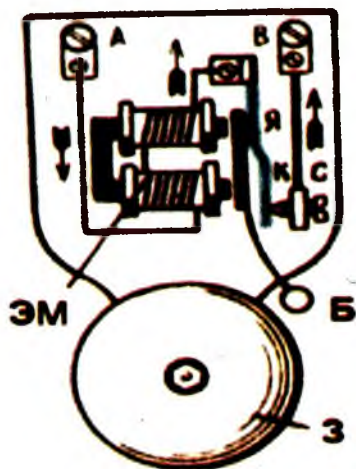


Рас.8.36

электрикӣ, релеҳои электромагнитӣ, қорандозҳо (стартерҳо)-и мошинҳо ва м.ин.-ро ташкил медиҳад.

а) Телеграф. Дар рас.8.36 тарҳи олати телеграфӣ оварда шудааст (*тэле* – дур, дурӣ; *графо* – менависам).

Ҳангоми 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 калид пайваст карда, аз як ҷой ба ҷойи дигар маҷмӯъи нуқта ва



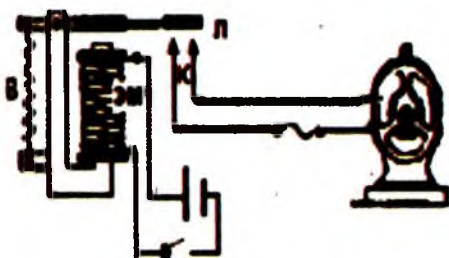
Рас. 8.37

тиреҳоро нақл кардан имкон дорад. Маҷмӯъи нуқтаҳову тиреҳоро 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. Ҳангоми ба манбаъ пайвастанӣ занги электрикӣ аз ғалтаки электромагнитии наълшақл ба воситаи тамоси В ҷараён мегузарад ва электромагнит (ЭМ) лангар (миллаи 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 ёфтани мегардад.

в) **Релеи электромагнитӣ.** Асбоберо, ки занчири ҷараёни пурзӯрро ба василаи манбаъҳои камҷараён мепайвандад, *релеи электромагнитӣ* меноманд.

Реле қисми таркибии олати автоматӣ мебошад ва барои қатъ гардондан ё пайвастании занҷирҳои электрикӣ хидмат мекунад.



Рас.8.38

Тарҳи яке аз навъҳои реле дар рас. 8.38 тасвир ёфтааст.

Ҳангоми аз симҳои ғалтаки электромагнитӣ ҷорӣ шудани ҷараён электромагнит (ЭМ) лангарро (Л) ба худ кашида, занҷирро мепайвандад.

Бо ёрии релеи электромагнитӣ кори як қатор дастгоҳҳоро низом додан мумкин аст. Аз ҷумла дар телефонхонаҳои автоматӣ реле телефонҳоро васл мекунад. Баробари расидани яке аз рақамҳои телефон аз маҷмӯи электромагнитҳо якеаш пайваст мешавад. Релеҳоеро низ истифода мебаранд, ки олати фотозлектрикӣ (фотозэлемент)-и он бо таъсири рӯшноӣ, аз ҷумла бо таъсири нури Офтоб ба кор даромада, дар занҷир ҷараёни сус-те ҳосил мекунанд. Ин гуна релеҳо, масалан, барои ба таври автоматӣ хомӯш гардондани шабакаи равшанӣ истифода мешаванд.



1. Электромагнит чист?
2. Мағзаи оҳанин майдони магнитиро пурзӯр мекунад. Ин чӣ заминаи физикӣ дорад?
3. Зангӯла чӣ тавр занг мезанад?
4. Релеи электромагнитӣ чӣ вазифаро адо мекунад?

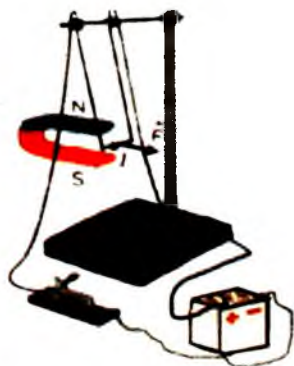
Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб диҳед, ки аз ғалтак, калид ва манбаъи ҷараён иборат бошад. Аз ғалтак дар ягон дурии муайян ақрабаки магнитӣ ҷой дода, ба даруни ғалтак аввал мағзаи оҳанин ва баъд мағзаи алюминиро дароварда, дараҷаи майли ақрабакиро бисанҷед. Оё бо ин роҳ навъи моддаеро муайян кардан мумкин аст, ки мағза аз он сохта шудааст?

8.8. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор



Рас.8.39



Рас.8.40

Ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ қувва таъсир меоварад. Масалан, агар ноқили ростро дар фазои байни кутбҳои магнители наълшакл ҷой диҳем, он ба ҳаракат мебарояд (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 қониби 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) зариб (коэффициент)-и мутаносибӣ $\text{const} = 1$ аст. Пас,

$$F = BIL. \quad (1)$$

Ин ҳамбастагиро Ампер муқаррар кардааст ва онро ба ифтихори \bar{u} қувва (қонун)-и Ампер номидаанд.

Барои муъайян кардани самти қувваи F қоидаи дасти чап 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 бо дарозии 24 см, ки дар он ҷараёни $I = 5 \text{ А}$ 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:

$$\begin{aligned} I &= 5 \text{ А}, \\ L &= 24 \text{ см}, \\ B &= 3 \text{ Тл} \\ F &= ? \end{aligned}$$

Ҳал: Додаҳо ба формулаи

$$F = IBL$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$F = 5 \text{ А} \cdot 3 \text{ Тл} \cdot 0,24 \text{ м} = 3,6 \text{ Н}.$$

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:

$$\begin{aligned} I &= 3 \text{ А}, \\ F &= 0,3 \text{ Н}, \\ L &= 50 \text{ см} \\ B &= ? \end{aligned}$$

Ҳал: Аз формулаи

$$F = IBL$$

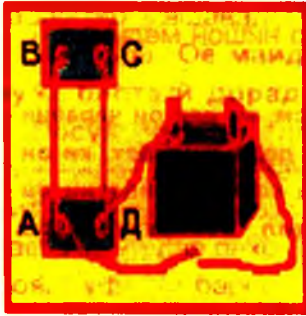
бузургии илқои майдон B -ро меёбем ва додаҳо гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0,3 \text{ Н}}{0,5 \text{ м} \cdot 3 \text{ А}} = 2 \text{ Тл}.$$

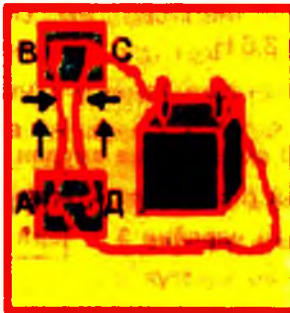


1. Ҷарост, ки дар майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор қувва таъсир мекунад?
2. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор аз тарафи майдони магнитӣ таъсир мекунад, ба чӣ (ҳо) вобастагӣ дорад?
3. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ таъсир меоварад, кадом сӯ равон аст?

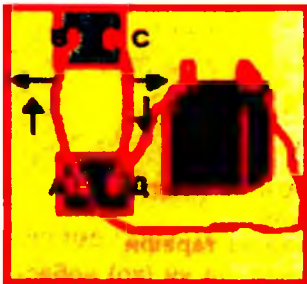
Машқ



Рас.8.41



Рас.8.42



Рас.8.43

1. Ноқиле бо дарозии 12 см, ки дар он ҷараёни $I = 10$ А ҷорист, дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии 6 Тл дорад ва хатҳои қуввагии 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 қуввагии майдони магнитӣ ҷой гирифтааст, қувваи 0,6 Н таъсир меоварад. Бузургии илқои магнитиро 2 Тл гуфта, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришавандаро ёбед. (Ҷавоб: 6А).

8.9. Ҳамтаъсироти майдонҳои магнитии ду ноқили ҷараёндори мувозӣ (параллелӣ)

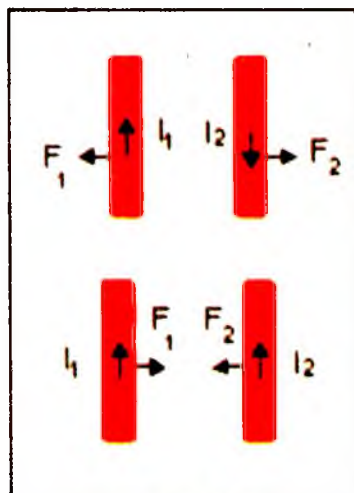
Чӣ тавре ки дар боло гуфтем, дар атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ вучуд дорад. Хуб, ду ноқили ҷараёндор ба якдигар чӣ тавр таъсир мерасонанд?

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 бо ҳам муқобил равона шаванд, онҳо аз ҳамдигар тела меҳуранд (рас.8.43). Ин натиҷа он гуна маънӣ дорад, ки ба ҳар ноқили ҷараёндор майдони магнитии ноқили дигар таъсир меорад.

Савол ба миён меояд, ки қувваи дар ин маврид ба ноқил таъсиркунанда ба чӣ вобастагӣ дорад.

Фарз 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 мавқеи ноқилҳо ин тавр меёбем:



Рас.8.44

$$B_1 = \kappa \frac{2I_1}{r} \quad (1)$$

$$B_2 = \kappa \frac{2I_2}{r} \quad (2)$$

Пас, қувваи ба қитъаи дарозии L -и ноқили 1 аз ҷониби ноқили 2 таъсиркунанда

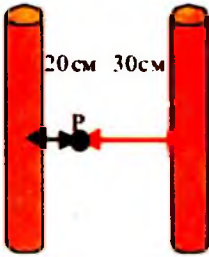
$$F_1 = \kappa B_2 I_1 L \quad (3)$$

ва қувваи ба ноқили 2 аз ҷониби ноқили 1 таъсиркунанда

$$F_2 = \kappa B_1 I_2 L \quad (4)$$

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

$$F_2 = F_1 = \kappa \frac{2I_1 I_2}{r} L.$$

Ҳамин тариқ, қувваи ба қитъаи ноқилҳо таъсиркунанда ба қувваи ҷараёнҳои дар ноқилҳо ҷоришаванда ва масофаи байни онҳо вобастагӣ дорад:

$$F = \kappa \frac{2I_1 I_2}{r} L.$$

Масъала. Ду ноқили мувозии дарозиашон якметрае дорем, ки аз яке ҷараёни 4 А, аз дигаре ҷараёни 3 А ҷорист. Бузургии илқои майдони магнитӣ ва қувваи ҳамтаъсироти ноқилҳоро барои нуқтае ёбед (расм. нуқтаи Р), ки аз ноқили якум дар масофаи 20 см, аз ноқили дуюм дар масофаи 30 см ҷойгир аст (рас.8.45).

Ҳал: Ноқили 1 дар асоси формулаи

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

дар нуқтаи Р ин қадар майдон илқо мекунад:

$$B_1 = \kappa \frac{2I_1}{r_1} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 4 \text{ А}}{0,2 \text{ м}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Тл.}$$

Илқои майдони ноқили 2

$$B_2 = \kappa \frac{2I_2}{r_2} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 3 \text{ А}}{0,3 \text{ м}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

аст. Илқои майдони натиҷавӣ ин қадар хоҳад буд:

$$B = B_1 - B_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Тл.}$$

Қувваи ҳамтаъсироти ноқилҳоро ин тавр меёбем:

Додаҳо:

$I_1 = 4 \text{ А,}$
 $I_2 = 3 \text{ А,}$
 $r_1 = 20 \text{ см,}$
 $r_2 = 30 \text{ см}$
 $B = ? \quad F = ?$

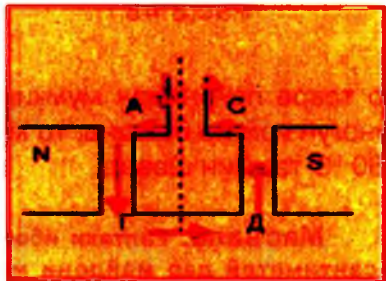
$$F = 2k \frac{I_1 I_2}{r_1 + r_2} L = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{3 \cdot 4 \text{ А}^2}{0,5 \text{ м}} 1 \text{ м} = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$



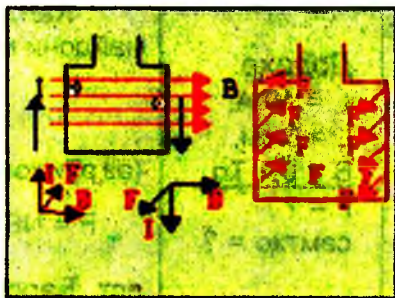
1. Ду ноқили ҷараёндор ҳамдигарро дар кадом маврид ҷазб мекунанд ва дар кадом маврид тела меҷаҳанд?
2. Қувваи таъсири ду ноқили ҷараёндор ба кадом бузургӣ боғдовард?

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 қридаи 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 ҷараёндор қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонанд ва қоб дар як хати рост нахобида, зери таъсири ҷуфти қувваҳо (гаштоварҳо — моментҳои чархиш) гардиш мекунад,



Рас.8.48

то даме гардиш мекунад, ки ҳамвории қоб ба хатҳои қуввагии майдони магнитӣ мавқеъи амудӣ (перпендикулярӣ) гиранд. Баъди лаҳзаи нисбат ба хатҳои қуввагии майдони магнитӣ ҳолати амудӣ гирифтани қоб гаштовари қувва сифрӣ мешавад. Дар зарурат ғалтак-

ро тавре печонидан мумкин аст, ки қобҳои он таҳти кунҷҳои гуногун ҷойгир бошанд, то ки гардиши минбаъдаи қоб то кунҷи 180°C таъмин шавад.

Масъала. Ғалтаки иборат аз 5 қоби росткунча бо тарафҳои 5-сантиметрӣ дар майдони магнитии $0,1$ Тл ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани ҷараёни 10 А ба тарафҳои қоб чиқадарӣ қувваи бешина (қувваи максималӣ) таъсир меоварад ва ин қувваҳо кадом сӯ равонаанд?

Додаҳо:

$$I_1 = 10 \text{ А,}$$

$$L = 5 \text{ см,}$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$F = ?$$

$$\text{самтҳо} = ?$$

Ҳал: Ба тарафҳои АВ ва СД-и қоб илқои майдони магнитӣ амудан ба ноқил бо қувваи

$$F = BI_1L$$

(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 равшан аст (рас.8.48).

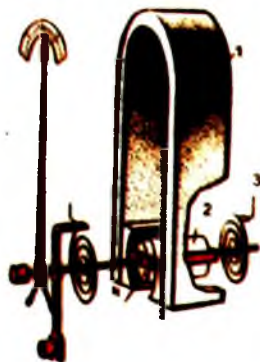


1. Кувваҳои дар майдони магнитӣ ба қоб ва ба ноқили чараённок таъсиркунанда аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?
2. Чуфти қувваҳо (гаштоварҳо) чӣ тавр ба вучуд меоянд?
3. Кувваи дар майдони магнитӣ ба қобҳо таъсиркунанда ба кадом бузургиҳо вобастагӣ доранд?

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 медиҳад (ниг.7.18 ва 7.19). Дар рас.8.49 яке аз навъҳои галванометр тасвир шудааст. Қоби дар рӯи цилиндри сабуки алюминӣ аз сими борики 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)-и худ гардиш меҳӯрад. Кунҷи гардиши ғалтак ба бузургии чараёни аз он ҷорӣшаванда мутаносиб аст. Нишондоди галванометрро аз рӯи мавқеъи ақрабаки ба ғалтак маҳкамшуда муъайян мекунанд.

Барои зиёд кардани дараҷаи саҳеҳияти галванометр ғалтакро аз сими мисин месозанд; дар рӯи он ойиначаҳои махсус шинонда шудааст, ки дар фазои магнитӣ овезонанд. Ойиначаҳо ҳангоми гардиш хӯрдан қитъаи муъайяни миқёси асбобро, ки дар дурии муъайян аз ойиначаҳо ҷойгиранд, равшан мекунанд.



1. Галванометр чӣ гуна сохт дорад ва чӣ тавр кор мекунад?
2. Амперметр аз вольтметр чӣ 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.

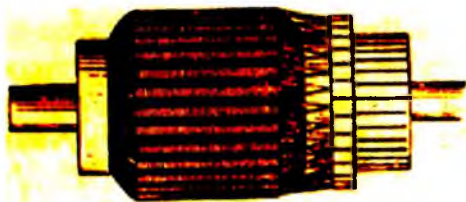
Сохти кори мотори электрикӣ ба сохти кори галванометр шабоҳат дорад: ин ҷо вазифаи қобро ротор (лангар) адо мекунад, ки он бо таъсири майдони магнитӣ чарх мезанад. Ротор аз мағзай пӯлодини цилиндрӣ ва печҳои симин иборат мебошад. Ротор бояд ҳамеша ба як самт чарх занад. Бино бар ин бар хилофи галванометр дар мотори электрикӣ масъалае ба миён



Рас.8.50

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 равон мешавад.

Дар моторҳои электрикии ҷараёни дойимӣ масъалаи табдили самти ҷараён ба воситаи коллектор ва чӯткаи амалӣ мешавад. Аз печҳои сершумори ротор дар рас.8.50 танҳо яктояш тасвир шудааст. Дар рас.8.51 тарҳи ротор ало-



Рас.8.51

ҳида оварда шудааст. Чӯтқаҳо хиштчаҳои ангиштие мебошанд, ки рӯи лавҳаҳои коллектор мелағжанд ва гоҳи ба 180° гардиш

хӯрдани ротор самти ҷараёно тағйир медиҳанд. Ҷараёни дар ҳар печак ҷоришаванда муддати кӯтоҳ гаштовари зиёдтарин ба вучуд меорад, яъне дар фосилаи кӯтоҳи вақт печаки ҷараёндор 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 пайваст мешаванд.

Моторҳои электрикӣ бо ҷараёни дойимӣ 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 ҷӣ баъди ба 180° гардиш хӯрдани лангар масъалаи самти ҷараёно тағйир додан ба миён меояд?
3. Коллектор ва ҷутқаҳо ҷӣ вазифаро адо мекунанд?
4. Аз истифодаи моторҳои электрикӣ, ки бо он шиносӣ доред, ҷӣ мисол оварда метавонед?

Масъалаҳои тестӣ

1. Гандумро пеш аз орд кардан аз байни қутбҳои магнит мегузаронанд. Ин амал ҷӣ зарурат дорад?

- А) Ҷудо кардани гандуми пӯсида.
- Б) Хушк кардани гандум.
- В) Ҷудо кардани оҳанрезаҳо.
- С) Ҷудо кардани гандуми хушк.

2. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B ба қувваи ҷараён I ва масофаи нуқтаи интиҳобӣ то ноқили рост l чунин бастагӣ дорад :

- А) $B = I / 2\pi r$; Б) $B = \kappa 2 I/r$; В) $B = 2 I/r$; С) $B = \kappa I/r$;

3. Кадоме аз воҳидҳои зерин воҳиди илқои магнитӣ аст.

- А) $1\text{Тл} = 1\text{Н}/\text{А} \cdot \text{м}$; Б) $1\text{Тл} = 1\text{Н}/\text{м}$; В) $1\text{Тл} = 1\text{А}/\text{м}$; С) $1\text{Тл} = 1\text{Н}/\text{м}$;

4. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённоки ҷараёнаш $2A$ 10см дур аст.

А) $8 \cdot 10^{-6}$ Тл Б) $4 \cdot 10^{-6}$ Тл В) $3 \cdot 10^{-6}$ Тл С) $6 \cdot 10^{-6}$ Тл

5. Бузургии илқои майдони магнитии дар маркази ноқили ҷараённоки дойрашакл ҳосилшуда бо формулаи зер ифода карда мешавад:

А) $B = 2\pi I / r$. Б) $B = 2kl / r$. В) $B = 2\pi I / r$. С) $B = 2\pi I_0 / r$.

6. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённоки қувваи ҷараёнаш $3A$ $7,5\text{см}$ дур аст.

А) $6 \cdot 10^{-6}$ Тл; Б) $8 \cdot 10^{-6}$ Тл; В) $7 \cdot 10^{-6}$ Тл; С) $4 \cdot 10^{-6}$ Тл.

7. Агар соленоиди дорои N печак, дарозии L дошта бошад, илқои майдони магнитии якҷинсаи он ин қадар аст:

А) $B=4\pi IN/L$; Б) $B=4IN/L$; В) $B = \pi IN/L$; С) $B=4\pi kI N/L$;

8. Соленоиди дарозиаш $31,4$ см 1000 печи симин дорад ва аз онҳо ҷараёни $0,2$ А ҷорист. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро барои маркази соленоид ёбед.

А) $1,6 \cdot 10^{-3}$ Тл; Б) $0,8 \cdot 10^{-3}$ Тл; В) $0,4 \cdot 10^{-3}$ Тл; С) $1,8 \cdot 10^{-3}$ 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 тавр алоқамандӣ доранд:

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 $I = 5$ А ҷорист дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқои магнитии 9 Тл дорад ва хатҳои қуввагаш амудан ба ноқил равонаанд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед.

А) $3,6$ Н; Б) $10,8$ Н; В) $13,6$ Н; С) $31,6$ Н;

11. Дар майдони магнитӣ ба қоби ҷараёндор қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонанд — дар натиҷа қоб бо таъсири ҷуфти қувваҳо (гаштоварҳо — моментҳои ҷархиш) гардиш меҳӯрад. 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) Чараёни дар қоб қоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда ба қитъаҳои амудӣ (аз рӯи қоидаи дасти чап) ба ҳамдигар ҳамсамтанд.

С) Чараёни дар қоб қоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда ба қитъаҳои амудӣ (аз рӯи қоидаи дасти рост) ба ҳамдигар ҳамсамтанд.

Чанд масъала

1. Дар баландии муъайян аз магнит се фанар (пружина)-и якхела овехта шудааст (рас. 8.52). Агар ба нӯги фанарҳо сақоҳои якхела овезем фанарҳо чӣ тавр кашида мешаванд? Агар кутбҳои магнитро иваз кунем чӣ ?

2. Оё бе истифодаи амперметр муъайян карда метавонем, ки дар ноқил чараён ҷорист?

3. Бузургии илқои магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили чараённокӣ чараёнаш 2 A 15 см дур аст. (Ҷавоб: $\sim 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$).

4. Бузургии илқои магнитӣ дар нуқтае, ки аз ноқили рости дорои чараёни 20 A дар масофаи r воқеъ аст, $5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ мебошад. Масофаи r -ро ёбед. (Ҷавоб: $0,08 \text{ м}$).

5. Бузургии илқои майдони магнитӣ дар маркази сими нимдойиращакле, ки дар он чараёни 5 A ҷорист, ба $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ баробар аст. Радиуси доираро ёбед. (Ҷавоб: $0,05 \text{ м}$).

6. Аз сими дойиращакли радиусаш 40 см чараёни 30 A ҷорист. Бузургии илқои майдони магнитиро дар маркази дойира ёбед. (Ҷавоб: $4,7 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$).

7. Ноқиле бо дарозии 48 см , ки дар он чараёни $I = 5 \text{ A}$ 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. Ғалтаки иборат аз 10 қоби росткунҷа бо тарафҳои 5 -сантиметрӣ дар майдони магнитии $0,2 \text{ Тл}$ ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани чараёни 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: Муайян 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 муайян 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 муайян (тақрибан 200г) рехта, ҳарорати он (t_1)-ро бисанҷед.
2. Бо тарозу массаи ҷисми сахт (m)-ро муайян 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 ҷадвали 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:

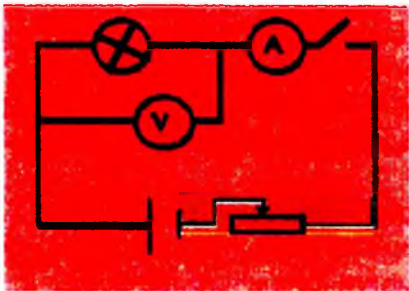
Ҷадвали 1

Массаи оби калориметр $m_{об}$	Ҳарорати обу калориметр t_1	Массаи ҷисм m	Ҳарорати аввалии ҷисм t_2	Ҳарорати умумӣ t

$$c_{\text{ОБ}} m_{\text{ОБ}} (t - t_1) \approx c m (t_2 - t) \quad (3)$$

мешавад. Дар формулаи (3) бузургии матлуб c (гармогунҷоиши хоси ҷисм) аст.

3. Омӯзиши қонуни Ом барои ҷиҳаи занҷир



Рас. Л 1

Ҷараёни электрикӣ аз резистор (ноқили филизӣ) ҷоришаванда ба волтаж (фарқи потенциалҳо)-и нӯғҳои резистор мутаносиби роста, вале ба муқовимати резистор мутаносиби чаппа мебошад (қонуни Ом).

Лавозимот: реостат, резистор ё ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда.

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 ҷадвали 2 гирд биёред.
3. Дар асоси натиҷаҳои дар ҷадвал сабтшуда бо назардошти хатоҳои санҷиш нигораи вобастагии қувваи ҷараёнро ба волтаж созед ва хулоса бароред.

Ҷадвали 2

Рақами санҷиш	Қувваи ҷараён	Волтаж

4. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва вольт аж (номи пешинааш: шиддати электрикӣ) дар шоҳаҳои пайдарпай пайваस्तшудаи занҷири электрикӣ

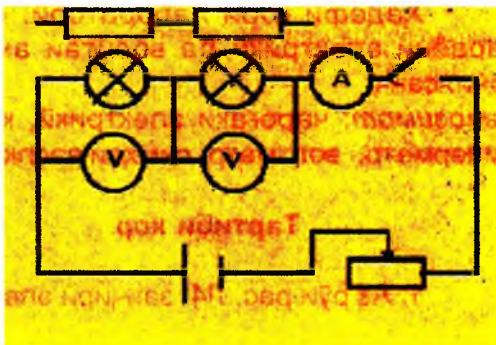
Лавозимот: реостат, ду резистор, ду ҷаро аки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, ду вольтметр, симҳои васлкунанда.

Тартиби кор

1. Аз рӯи рас. Л 2 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.
2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғақоро санҷида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Мавқеъи даваки реостатро тағйир дода, санҷишро такрор кунед.

4. Ҷароғақоро бо резисторҳо иваз карда, санҷишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.



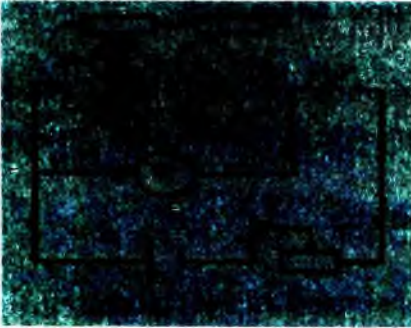
Рас.Л 2

5. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва вольт аж дар шоҳаҳои параллелан пайваस्तшудаи занҷири электрикӣ

Лавозимот : реостат, ду резистор, ду ҷароғаки электрикӣ, калид , манбаъи ҷараён , ду амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда.

Тартиби кор

1. Аз рӯи рас. Л 3 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.



Рас.Л 3

2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғакҳоро санчида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Мавқеъи даваки реостатро тағйир дода, санчишро такрор кунед.

4. Ҷароғакҳоро бо резисторҳо иваз карда, санчишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.

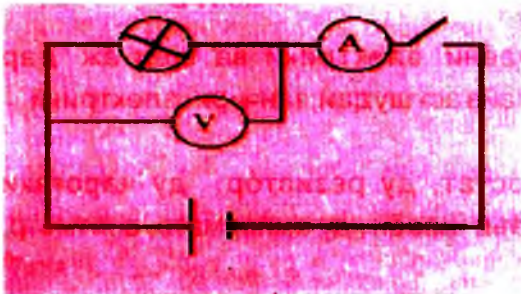
6. Санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ

Ҷадафи кори лабораторӣ: санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ ба воситаи амперметр, вольтметр ва сониясанҷ.

Лавозимот: ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда, сониясанҷ.

Тартиби кор

1. Аз рӯи рас. Л4 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.



Рас. Л 4

2. Нишондоди амперметр, вольтметр ва сониясанҷ (муддати вақти аз лаҳзаи пайваст то ҷудо кардани калид гузаштаро)-ро сабт кунед.

3. Тавони ҷараёни электрикиро ёбед.

4.Тавони ёфтаи худро бо тавони дар рӯи чароғак сабтшуда муқриси кунед ва хулоса бароред.

7. Омӯзиши ҳамтаъсиrotи магнитҳои доимӣ

Ҳадафи кори лабораторӣ – муайян кардани қутбҳои магнети доимӣ ва вобастагии қувваи ҳамтаъсиrotи магнитҳо ба масофа.

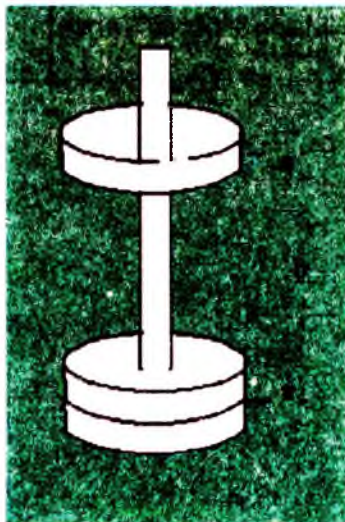
Лавозимот: магнети тасмашакли қутбҳои маълум (нишонашуда), магнети тасмашакли қутбҳои номаълум, ресмон, маҷмӯи магнитҳои сафолӣ, тарозу бо санғояш, ҷадвали миллиметрӣ тақсимшуда, чанд ҳалқа (шайба)-и ғайримагнитӣ (алуминӣ, мисин), мила, поя.

Тартиби иҷрои кор.

1. Яке аз магнитҳои тасмашаклро бо ресмон ба поя овозон карда ба он магнети дуюмро наздик карда қутбҳои бенишонро ёбед.

2. Маҷмӯи магнитҳои сафолिनро дар мила тавре ҷойгир кунед, ки яке аз онҳо дар натиҷаи тела хӯрдан дар ягон баландӣ мувозинат ёбад (рас.Л5.). Масофаи байни магнитҳоро санҷида, натиҷаҳоро дар ҷадвал сабт кунед.

3. Ба болои магнети сафолин аввал як, баъд ду ва сипас се ҳалқа бор карда, масофаи байни ҳалқаҳоро бисанҷед ва дар ҷадвал сабт кунед.



Рас. Л 5

4. Бо назардошти он ки ҳолати мувозинат дар мавриди бо ҳам баробар шудани қувваи талахӯрди магнитҳо бо қувваи вазнинӣ рӯй медиҳад ($F = P = mg$), магнити сафолин ва ҳалқаҳоро баркашида, қувваи талахӯрдро ё бед ва нигора (график)-и вобастагии онро ба масофа созад.

	Масса т, кг	Масофа г, 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 (энерҷӣ) -----	14
2.1. Энергия -----	14
2.2. Энергияи потенсиалӣ -----	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. Гармоноқилият -----	40
3.5. Ҷамрафти 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 хаттии ҷисмҳои сахт -----	67
4.2. Лавҳаҳои дуфилизӣ (биметаллӣ) -----	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 ----- 87

5.1. Ҳолатҳои воғардиши моддаҳо -----	87
5.2. Гудозиш -----	88
5.3. Сахтшуди моддаҳои булӯринсохтор (моддаҳои кристалӣ) -----	91
5.4. Гармои хоси гудозиш -----	92
5.5. Хориҷ гардидани гармо ҳангоми сахт шудани моддаҳо -----	95
5.6. Ҳӯлаҳо. Сахтшуди маҳлулҳо.Рехтагарӣ (Барои мутолиаи озод) -----	97
5.7. Бухоршуд -----	98
5.8. Гармои хоси тавлиди бухор -----	100
5.9. Гармои хоси чиголиш (конденсатсия) -----	104
5.10. Паст шудани ҳарорат дар ҷараёни бухоршуд. Яҳдон -----	106
5.11. Ҷӯшиш -----	107
5.12. Кори газ ва бухор ҳангоми васеъ шудан -----	110
5.13. Муҳаррикҳо (маторҳо)-и бухорӣ -----	111
5.14. Муҳаррикҳои дарунсӯз -----	113
113.15. Самари муҳаррикҳои ҳароратӣ -----	115
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	117

Боби 6. Барқ (электр).Барқа ----- 120

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. Потенциалии электрикӣ -----	150
7.3. Фарқи потенциалҳо--волтаж -----	153
7.4. Ҳамбастагии волтаж ва шиддати майдони электрикӣ --	156
7.5. Шарти ҳосил шудани ҷараёни электрикии дойимӣ -----	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 ҷиҳзаи 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. Волтметр (волтсанҷ, волтажсанҷ) -----	205
7.22. Кори ҷараёни электрикӣ -----	208
7.23. Қонуни Ҷоул--Ленс -----	211
7.24. Таъони ҷараёни электрикӣ -----	214
7.25. Асбобҳои электрикии тафсонаш -----	218
7.26. Расиши ҷуҳуд. Муҳофизак. Ҳисобгирак -----	221
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	223

Боби 8. Магнетизм ----- 228

8.1. Хосиятҳои магнитии моддаҳо. Магнити дойимӣ -----	228
8.2. Майдони магнитӣ -----	230
8.3. Майдони магнитии Замин -----	233

БУЗУРГИҲОИ ФИЗИКӢ

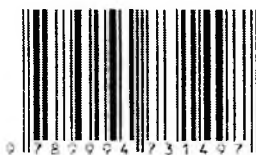
Бузургӣ	Ишорат	Воҳид
Импулс	p	кг.м/с
Қор	A	Ҷ
Энергия	E	Ҷ
Ҳарорат	T	К
Миқдори гармо	Q	Ҷ
Гармоғунҷоиши хос	c	Ҷ/г.к
Барқои электрикӣ	g	Кл
Шиддати майдони электрикӣ	E	В/м
Потенсиал	ϕ	В
Муқовимати электрикӣ	R	Ом
Муқовимати хос	ρ	Ом.м
Илқои Магнитӣ	B	Тл
Сели Магнитӣ	Φ	Вб
Индуктивият	L	Ғн

**Файзи Нормурод
Сайидчаъфари Қодирӣ**

ФИЗИКА

Китоби дарсӣ барои хонандагони синфи 8-уми
мактабҳои таҳсилоти умумӣ

Муҳаррир **Ҳомидҷони Сайёдӣ**
Таррох, рассом, саҳифабанд ва
муҳаррири ороиш **Ф. Нормурод**



Ба матбаа 15.06.10 супорида шуд. Ба чопаш 17.06.10 имзо шуд.
Андозааш 60x84 1/16. Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсетӣ. Ҷузъи
чопии шартӣ 17. Адади нашр 30 000 нусха.
Супориши № 47/10

Муассисаи нашриявӣ «Маориф ва фарҳанг»-и
Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон.
734018, ш. Душанбе, кӯчаи Н. Қаробоев, 17.
Тел: 33-93-97, тел/факс: 33-93-97.
E-mail: najmiddin@netrt.org

«Комбинати полиграфӣи шаҳри Душанбе»-и
Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон,
734063, ш. Душанбе, кӯчаи Айнӣ, 126

Интихоби самти қувваи ҷараён шартӣ аст. Таърихан ба сифати самти ҷараён самте пазируфта шудааст, ки ба рафти барқаҳои мусбат мувофиқат мекунад. Аз ин рӯ 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 чароғаки барқии равшаной қувваи ҷараёни 500 мА ҷорист. Дар муддати 1 дақ аз мӯяк чӣ қадар барқа мешорад?

<p>Додаҳо:</p> <p>$t = 60 \text{ с,}$</p> <p>$I = 0,5 \text{ А}$</p> <p>$q = ?$</p>
--

Ҳал: Додаҳо дар формулаи

$$q = It$$

гузошта, ҳосил мекунем:

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

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

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

Ҳал: Бузургии барқаи аз буриши арзии ноқил гузаштаре ин тавр меёбем:

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

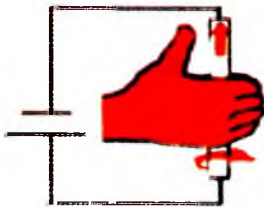
Пас, қувваи ҷараёни аз ноқил гузаранда ин қадар хоҳад буд:

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

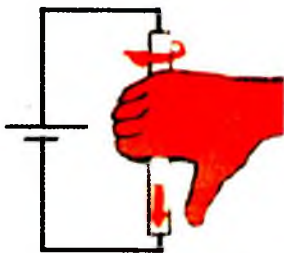
8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор -----	234
8.5. Майдони магнитии ноқили ҷараённоки дойрашакл -----	238
8.6. Соленоид -----	242
8.7. Электромагнит ва истифодаи он -----	244
8.8. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор ----	248
8.9. Ҳамтаъсироти майдони магнитии ду ноқили ҷараёндори мувозӣ (параллелӣ) -----	250
8.10. Қоби ҷараёндор дар майдони магнитӣ -----	253
8.11. Асбобҳои электросанҷӣ -----	255
8.12. Мотор (муҳаррик)-и электрикӣ -----	256
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	257
Корҳои лабораторӣ -----	260



Рас.8.18



Рас.8.19



Рас.8.20



Рас.8.21

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

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

Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B_0 ба қувваи қараён I ва масофаи нуқтаи интиҳобӣ 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 байналмилалии воҳидҳо (SI) $1 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{А}$ истифода мешавад. Ин воҳид ба ифтихори олими югославӣ Н.Тесла

Додаҳо:

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

$$l_0 = 100 \text{ см},$$

$$t = -15 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\frac{t_1 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}}{l = ? \quad l_1 = ?}$$

Ҳал: Биёед бо l_0 дарозии ҷадвалро дар ҳарорати $t_0 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ва тағйироти дарозии ҷадвал ($l - l_0$)-ро гоҳи тағйир ёфтани ҳарорат $\Delta t = t - t_0 = t$ бо Δl ишорат кунем. Дар ин ҷо l дарозии ҳақиқӣ барои ҳарорати t аст. Қимати Δl_1 ва Δt -ро ба формулаи (2) гузошта, ҳосил мекунем:

$$l - l_0 = \beta l_0 t$$

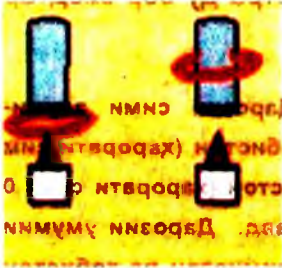
ё ин ки

$$l = l_0(1 + \beta t).$$

Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$a) l = l_0(1 - 0,00012 \cdot 15) = 100(1 - 0,0018) \text{ см} = 99,98 \text{ см};$$

$$b) l_1 = 100(1 + 0,00048) \text{ см} = 100,048 \text{ см}.$$



Рас.4.5

Ҳамин тавр, ҳангоми ҷан кардани андозаи ҷисмҳо васеъшудӣ ҳароратии ҳаттии ҷисмҳоро ба назар гирифтани мебоҷад.

Масъалаи 4. Ҳалқаи оҳаниро дар сари милаи оҳанин кашидан зарур омад. Агар қутри мила 6,033 см ва қутри дохилии ҳалқа 6,000 см бошанд, ҳалқаро то кадом ҳарорат гарм кардан мебоҷад, то ки он озодона дар сари мила кашада шавад? ($\beta = 0,00012 \text{ } 1/^\circ\text{C}$).

Додаҳо:

$$\Delta l = 6,033 \text{ см},$$

$$\Delta l = 6,000 \text{ см}$$

$$\Delta t = ?$$

Ҳал: Қутри сӯроҳии ҳалқа бо афзоиши ҳарорат ба таври ҳаттӣ меафзояд. Бино бар ин дар асоси формулаи (2) ҳосил мекунем:

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{\beta l_0} = \frac{6,033 - 6,000}{0,00012 \cdot 6} = 458,3 \text{ } ^\circ\text{C},$$

яъне ҳалқаро камаш то ҳарорати $458,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ гарм кардан мебоҷад.



1. Васеъшудӣ ҳароратии ҳаттӣ чист?
2. Формулаи ифодакунандаи дарозшудӣ нисбиро шарҳ диҳед.
3. Оё афзоиши дарозии ҷисми гармкарданӣ ба дарозии ибтидоии ҷисм вобастагӣ дорад?

БКК 22. 3я72

Н – 81

Н-81. Файзи Нормурод, Сайидчаъфари Қодирӣ. **Физика.** Китоби дарсӣ барои хонандагони синфи 8-уми мактабҳои таҳсилоти умумӣ. «Маориф ва фарҳанг», Душанбе, - 2010, 272 сах.

ISBN 978 99947-31-49-1

©«Маориф ва фарҳанг», 2010
© Ф. Нормурод, С. Қодирӣ, 2010