



Файзи НОРМУРОД
Сайидчаъфари ҚОДИРИ

Физика 8



Файзи НОРМУРОД
Сайидчаъфари ҚОДИРӢ

Физика 8

Китоби дарсӣ барои синфи 8

*Китобро
Вазорати маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон ба чоп
тавсия кардааст.*

Душанбе
«Маориф ва фарҳанг»
«Матбуот»
2004

Қирғиз Республикасы
Лейлек райондук
билим бөлүмү
АЙДА...
Кир...
СРЕД...
№ 5084

ББК 22. 3я72

Н - 81

Файзи Нормурод, Сайидҷаъфари ҚОДИРӢ

Китоби дарсӣ барои синфи 8.

Душанбе, «Маориф ва фарҳанг», «Матбуот» 2004, 280 сах.

Н $\frac{4306020120-3}{504 (12)-2004}$ -2004

ISBN 5-670-00840-5

© Ф. Нормурод, С. Қодирӣ
2004

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 худ кардаанд ва шавқи табиъатфаҳмии 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 тарафи дигар, шумо камубеш 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, чунонки мегӯянд, «маъруза тайёр карда», онро ба ҳамсинфони худ «дарс гӯед», яъне имкон доред, ки чанд соҳат омӯзгорӣ кунед. Барои ба хубӣ анҷом додани ин кор шумо бояд ҷиддият нишон диҳед, зеро омӯзгорӣ 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, чи хеле ки дар физика мегӯянд, ҳамтаъсирот) надошта бошад, ҳолати ҳаракат ё оромиши худро бо мурури замон нигоҳ медорад. Ба ёд оред мисоли санги бузургеро, ки шумо онро солҳо боз (аз синфи якум то кунун) дар ҳавлии мактаби худ мебинед. Он санг солҳои баъдина низ дар ҷои худ собит мемонад, то даме мемонад, масалан, ки онро ягон булдозер аз ҷо начунбонад ё оби равоне хоки зери онро шуста набарад. Аз ин навъ мисолҳо шумо бисёр оварда метавонед. Мо ин маъниро дар мавзӯи «Бефаъолияти (инерсия, ʔатолат)»-и «Физика, 7» баён карда будем.

Барои ҷисме, ки масса (ҷирм)-и m дорад ва бо суръати v ҳаракат мекунад, қонуни бефаъолиятро 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.Нютон* 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 бурдорӣ)-анд. Аз формулаи (2) рӯшан аст, ки импульси ҷисм бо суръати он ҳамсамт мебошад. Ҳамин тариқ, импульс маънои 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) меёбем:

$$p = mv,$$

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

Аз ду ҷисми дорои массаи баробар импульси ҳамонаш зиёдтар аст, ки бо суръати баландтар ҳаракат мекунад. Аз тарафи дигар, худи шумо бе омӯзгор ҳам барои ду ҷисм, масалан барои ду мошин санҷида метавонед, ки ҷисми пурмассатар (пурҷирмтар) импульси зиёдтар дорад.

Масъалаи 2. Маҳзани мошини обпош 2 м³ об дорад. Масса (ҷирм)-и худи мошинро 4 т гирифта, ёбед, ки мошин дар кадомин 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?

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

$$m = \rho V.$$

Пас, массайи мошини пурбор

$$M = m + m_{об} = m + \rho V,$$

аст, яъне

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

Додаҳо:

$$m = 4000 \text{ кг},$$

$$V = 2 \text{ м}^3,$$

$$v = 14,4 \text{ км/с} =$$

$$= 4 \text{ м/с},$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$p = ? \quad P = ?$$

мебошад. Бино бар ин импульси матлуб ин қадар мебарояд:

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

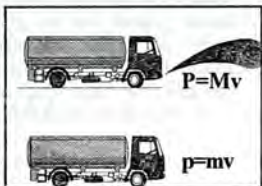
$$= 24000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Мисли ҳамин, импульси мошини беобро ин тавр меёбем:

$$p = mv = 4000 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м/с} =$$

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

Муқоисаи ҳалли ҳарду масъала ва таҳлили натиҷаи онҳоро ба худи шумо воғузур мекунем, хонандагони азиз.



Рас.1.1.1

?

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

Машқи 1.1

1. Импулси қисмеро ёбед, ки массайи 1 г дорад ва бо суръати 200 м/с дар ҳаракат аст. (Ҷавоб: 0,2 кг·м/с).
2. Дар кадом мавридҳо импулси қисм сифрӣ буда (ё шуда) метавонад?
3. Суръати сақон масааш 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 надошта бошад ё, чунонки маъмулан мегӯянд, агар ба ҷисм аз берун таъсир нарасад, он ҷисм импульси худро собит (дойиман яқсон) нигоҳ медорад. Дар бораи ин гуна бузургӣҳо (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» маҷмӯи ҷисмҳои ифода мекунад, ки бо ягон ҷисми берун система ё ягон қувваи берун ҳамтаъсирот надорад. Ҷисмҳо ва зарраҳои системаи сарбаст танҳо бо якдигар додугирифт мекунад.

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

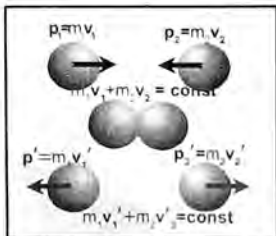
Бигзор, то бархӯрд сақои 1 импульси $m_1 v_1$ ва сақои 2 импульси $m_2 v_2$ -ро соҳиб бошанд. Пас, дар асоси қонуни бақои импульс ҳангоми ба система аз берун таъсир нарасидан бузургии импульси пурраи системаи сақоҳо дойиман яқсела мемонад:

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

Пас аз бархӯрд импульси ҳар як сақо дар алоҳидагӣ метавонад тағйир ёбад, вале импульси пурраи система (ҷамъи импульсҳои сақоҳо) собит мемонад. Сақоҳои ба қади як хати рост ҳаракаткунанда баъди бархӯрд самти ҳаракати худро ба 180° (ба самти муқобил) иваз мекунад 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,

$P = m_1 v_1' + m_2 v_2' = \text{const}$ мешавад (рас.1.2.1). Бино бар ин ҳосил мекунем:

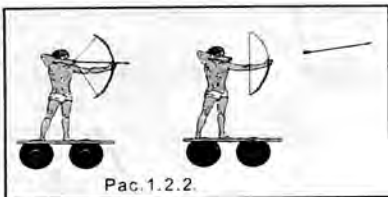
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (3)$$



Расми 1.2.1

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

Як масъала. Писарбачае, ки дар пойҳояш чархак бастааст, аз камон тир холи мекунад (рас.



Рас. 1.2.2.

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

Додаҳо:

$$m = 0,05 \text{ кг}$$

$$v = 108 \text{ км/ст} =$$

$$= 30 \text{ м/с}$$

$$P' = ?$$

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 импульс бояд баробари сифр шавад, яъне

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

Бино бар ин ҳосил мекунем:

$$P' = -mv = -1,5 \text{ м/с.}$$

Аломати "минус" нишон медиҳад, ки импулси тирандоз зидди импулси тирӣ 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. 1.2.3).

Додаҳо:

$$m = 1200 \text{ кг,}$$

$$v = 10 \text{ м/с,}$$

$$M = 2800 \text{ кг}$$

$$V = ?$$

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

$$P = mv$$

аст. Агар баъди бархӯрди мошинҳо онҳо якҷоя бо суръати V ҳаракат карда бошанд, он гоҳ импулси пурра ба

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

баробар мешавад. Бино бар ин мувофиқи қонуни бақои импульс



Рас. 1.2.3

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 аро-

бачаи массааш 15кг бо

суръати 14,4 км/ст

барҷаст (рас.1.2.4).

Суръати писарбачаву

аробачаро ёбед.

Додаҳо:

$$M = 45 \text{ кг},$$

$$m = 15 \text{ кг},$$

$$v = 14,4 \text{ км/ст} =$$

$$= 4\text{ м/с}$$

$$V = ?$$

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:

$$V = Mv/(M+m) = 3 \text{ м/с} .$$

Масъалаи чорум: Биёед, ба таҷрибае, ки дар мавзӯи

"Ҳамтаъсиrotи ҷисмҳо" дар "Физика-7" муойина кардем, бори

дигар рӯ биёрем. Дар канори пеши

аробачаи дар рас. 1.2.5 тасвиршуда

лавҳачаи филизии чандире часпонда

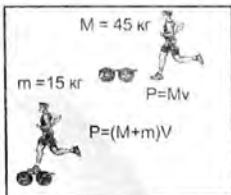
шудааст. Онро ҳам карда бо риштае

мебандем ва бе он ки ба аробача даст

расонем, риштаро месӯзонем. Ришта

ки сӯхт, лавҳача рост мешавад. Вале

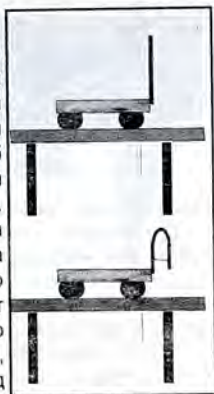
аробача намечунбад.



Рас. 1.2.4

Чаро ин тавр мешавад?

Ҳал: Бо истифодаи қонуни бақои импульс сабаби ба ҳаракат надаромадани аробачаро шарҳ медиҳем. То сӯзондани ришта аробача нисбат ба нишонаи бари миз, ки онро ба сифати нуқтаи сарихисоб 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 дар якҷоягӣ бо лавҳача системаи сарбаст ташкил медиҳад ва азбаски дар ибтидо импульси пурраи онҳо баробари сифр буд, пас, дар асоси қонуни бақои импульс бояд собит (бетағйир) монад. Сабаби қарор мондани аробача низ ҳамин аст.



Рас. 1.2.5



1. Чӣ гуна системаро системаи сарбаст меноманд?
2. Қонуни бақои импульси пурра чиро ифода мекунанд?
3. Чӣ гуна мисолҳои оварда метавонед, ки қонуни бақои импульсро намоиш диҳанд?

Машқи 1.2

1. Ҷисми массааш $0,8 \text{ кг}$ ва суръаташ $v = 4 \text{ м/с}$ ба ҷисми қарори массааш $0,8 \text{ кг}$ бархӯрда, якҷоя ҳаракат карданд. Суръати ҳаракати ҷисмҳоро баъди бархӯрд ёбед. (Ҷавоб: 2 м/с).

2. Шикорчӣ аз даруни заврақи дарҳаракат ба самти ҳаракат баъди пайдарпай ду тир холӣ кардан ҳамроҳи заврақ аз ҳаракат бозмонд. Массаяи шикорчӣ ва заврақро 200 кг , массаи тирро 20 г ва суръати тирро 500 м/с гиред. Суръати заврақ ва шикорчӣ то лаҳзаи тир холӣ кардан чӣ қадар буд? (Ҷавоб: $0,05 \text{ м/с}$).

1.3. Истифодаи қонуни бақои импульс

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



Рас.1.3.1

алоқаманд бо бархӯрди ҷисмҳо ва таркишҳоро дар заминаи ҳамин қонун бе муойинаи рӯйдодҳои дохилӣ ҳал кардан имконпазир аст. Биёед, дар ибтидо истифодаи қонуни бақои импульсо

барои силоҳи оташфишон мавриди баррасӣ қарор диҳем.

Гоҳи аз дули силоҳ берун ҷастани тир худӣ силоҳ низ сӯи ақиб пошна меҳӯрад. Биёед, бо ҳарфи M массаи силоҳ ва бо ҳарфи m массаи тирро ишорат кунем. То лаҳзаи тирандозӣ ҳам силоҳ ва ҳам тир дар ҳолати оромӣ буданд, яъне импульси пурраи онҳо баробари сифр буд.

Баъди паррондани тир низ дар асоси қонуни бақои импульс, импульси пурраи система, яъне ҷамъи импульси тир ва импульси силоҳ бояд баробари сифр бошад. Агар тир аз дули силоҳ бо суръати v барояд, он гоҳ силоҳ бо суръати V пошна меҳӯрад (рас. 1.3.1). Бино бар ин, дар асоси қонуни бақои импульс ин тавр навиштан мумкин аст:

$$MV + m v = 0.$$

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

$$V = - \frac{m v}{M}.$$

Як масъала: Суръати пошна задани туфангери ёбед, ки массаи 5 кг дорад ва тирӣ 50-гиромиро бо суръати 150 м/с берун меандозад. Агар тирандоз, ки массаи 70 кг дорад, туфангро ба китфи худ пахш карда, тир андозад, ӯ якҷоя бо туфанги худ бо чӣ гуна суръат ақиб меравад? Соишро ба эътибор нагиред.

Ҳал: 1) Гоҳи берун чаҳидани тир аз дули туфанг дар асоси қонуни бақои импульс суръати туфанг V бо суръати тир v ин тавр робита дорад (рас.1.3.2,а):

Додаҳо:

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

$$m_t = 5 \text{ кг}$$

$$M = 70 \text{ кг}$$

$$v = 150 \text{ м/с}$$

$$v_t = ?$$

$$V = ?$$

$$v_r = - \frac{m v}{m_r}$$

Бино бар ин
 $v_r = -1,5 \text{ м/с}$ мешавад.

2) Дар сурати туфангро ба китфи худ пахшида, тир холӣ кардани тирандоз дар асоси қонуни бақои импульс бояд ин тавр нависем (рас.1.3.2,б):

$$(m_r + M)V + m v = 0$$

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

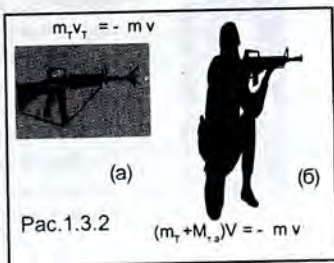
$$V = - \frac{m v}{m_r + M} = - 0,1 \text{ м/с.}$$

Ин ҷо аломати "минус" онро ифода мекунад, ки тирандоз яқоя бо туфанг ба самти муқобили части тир пошна мехӯрад. Ва ҳар қадаре ки массаи тир зиёд бошаду 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 части мушак бар кадом ҳодисаи физикӣ асос ёфтааст.

Кори мушак бар ҳодисаи аз шайпурраи мушак бо суръати баланд хориҷ гардидани шарраи газҳои баландҳарорат (рас. 1.3.3.) 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 медиҳанд.



Рас.1.3.2

$$(m_r + M_r)V = - m v$$



Рас.1.3.3.



Рас. 1.3.4.

Суръати ҳаракати танаи мушак ба суръат ва масси газҳои хориҷшаванда бастагӣ дорад.

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

Ҳал: Дар ибтидо импульси пурраи танаи мушак бо сӯзишворӣ 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 дилхоҳ соҳиб шудан мушак бояд инқадар сӯзишворӣ сӯзонад:

$$M_c = \frac{M_m V_m}{V_c} = 60\text{т}$$

Додаҳо :

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

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

$$\frac{V_c}{M_c} = \frac{200 \text{ м/с}}{?}$$

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

Машқи 1.3

1. Ҳангоми аз дули тӯпи массааш 1000кг берун частани тири массааш 2,5кг ва суръаташ 600 м/с он бо чӣ гуна суръат пошна меҳурад? (Ҷавоб: 1,5м/с).
2. Массои модели мушак (ракета) 250 г буда, массаи сӯзишвории он 50 г аст. Агар газҳои сӯхтаи сӯзишворӣ аз шайпураи мушак бо суръати 100м/с берун партофта шаванд, Суръати мушак чӣ қадар мешавад? Чунин пиндорад, ки газ якбора берун партофта шудааст. (Ҷавоб: 25м/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/с 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 पोшна хӯрдани туфанги 3-килограммиро барои мавриди аз дӯли он бо суръати 360 км/с 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-килограммӣ бо суръати 6 м/с давида, ба рӯи аробачаи 30-килограммӣ 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. Поезди дорои массаи 2000 т ҳаракати шитобдор карда, суръаташро аз 36 то 72 км/с зиёд кард. 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 पोшна 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 мекунад. Масалан мегӯянд, ки фалон шахс одами серҳаракат (бисёр фаъол) аст; дина ба ноҳияи мо неруи барқ надоданд; энергияи Офтоб ё, чи хеле ки маъмулан мегӯянд, гармои Офтобро бевосита барои гарм кардани хонаҳои истиқоматӣ истифода кардан мумкин аст; дар Фаронса энергияи атомро хеле зиёд истифода мекунанд. Ва гуфтан мебояд, ки мафҳуми «энергия» дар илму техника яке аз мафҳумҳои муҳимтарин мебошад.

Хуб, мафҳуми энергия чиро ифода мекунад?

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

*Энергия (аз калимаи юнонии *energeia*) маънои фаъолият дорад. Ба маънои том мафҳуми энергия андоза (меъёр)-и умумии ҳамтаъсирот ва ҷунбиш (фаъолият)-и ҳамаи шаклҳои ҳайуло (материя)-ро ифода мекунад. Энергия ба монанди импульс дар системаҳои сарбаст бузургии бобақост. Энергия аз ҳеҷ пайдо намешавад, он фақат аз як намуд ба намуди дигар бадал мешавад. Вобаста ба шаклҳои сифатан гуногуни ҳамтаъсирот 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. Чи тавре, ки аз «Физика, 7» медонед, агар ҷисм бо таъсири қувва ба ягон масофа бикӯчад, мегӯянд, ки он ҷисм қори механикӣ иҷро кард (боби 6). Дар алоқамандӣ бо бузургии қор хотирнишон кардан мебояд, ки агар ҷисм қобилияти қор иҷро кардан дошта бошад, мегӯянд, ки он ҷисм соҳиби энергия аст. Масалан,

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

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

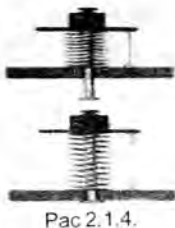
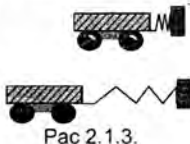
1) Дар расми 2.1.1 аробачае тасвир ёфтааст, ки дар қафояш дар болои поя ғарғара дорад. Дар сари ресмоне, ки ба милаи чархдори аробача печонида шуда ва аз ғарғара гузаронида шудааст, бори боло бардошташудае овезон аст. Ҳангоми бо таъсири ҷозибаи Замин сӯи поён ҳаракат кардани бор чархҳо ба гардиш даромада, аробачаро пеш мебаранд ва аробача кор иҷро мекунад.

Мисоли дигар боре мебошад, ки дар соҳатҳои девории рас. 2.1.2 истифода мешавад. Бор (санг)-и P -ро боло бардошта, як миқдор кор иҷро карда борро энергиядор мекунанд. Ҳангоми тадриҷан ба поён ҳаракат кардани бор энергияи захирашуда барои ба ҳаракат даровардани раққосаку ақрабаҳои соҳат сарф мешавад.

2) Фанари фишурда метавонад аробачаро то масофаи муъайян кӯчиш диҳад (рас.2.1.3.), бореро боло бардорад (рас.2.1.4) ё ин ки тири таппончаи фанариро парронад, яъне кор иҷро кунад.

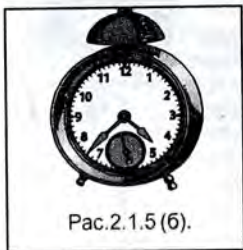
Як мисоли маъмули дар амалия истифодашавандаи энергияи фанари фишурда фанари соҳати механикӣ мебошад (рас.2.1.5). Дар ин гуна соҳатҳо маъмулан фанарҳои печонро истифода мекунанд. Фанари соҳатро тобида (фишурда), онро энергиядор мекунанд. Фанар то дами аз ҳоли фишурдагӣ озод шудан энергияи худро тадриҷан сарф карда, кори соҳатро таъмин мекунад.

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

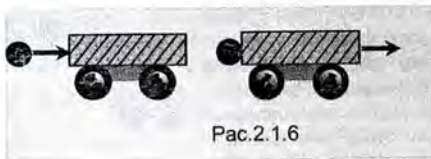




Рас. 2.1.5 (а).



Рас.2.1.5 (б).



Рас.2.1.6

кунад. Ин гуна ҷисм ҳангоми бо ҷисми дигар додугирифт кардан суръати худро ба ҷисми дигар дода, онро ба ҳаракат меоварад, яъне кор иҷро мекунад. Масалан, тири ба ҷисм бархӯрда метавонад ҳам муқовимати ҷисмро бартараф созад ва ҳам ҷисмро кӯчиш диҳад. Дар ҳарду маврид кор иҷро мешавад. Сақои дарҳаракат ба аробача бархӯрда, метавонад онро ба масофаи муъайян кӯчиш диҳад (рас.2.1.6) ва ғ.

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

Воҳидҳои энергия ва кор айни якдигаранд.



1. Энергия чист?
2. Соъатҳои механикӣ ва электронӣ аз ҳисоби кадом навъи энергия кор (иҷро) мекунад?
3. Чаро воҳиди кор ва энергия айни якдигаранд.
Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед?

2.2. Энергияи потенциали

Энергияеро, ки бо вазъи ҷисмҳо (зарраҳо)-и мутақобилан таъсиркунанда алоқаманд мебошад, энергияи потенциали ном дорад (аз лот. *potentia*-неру, 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 потенциали мебошад. 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 муойина кунем. Ба сифати бори боло бардошташуда кӯбае (болғае)-ро мегирем, ки имкони гирди ин ё он дар меҳвар гардиш хӯрдан дошта бошад (рас. 2.2.1, а, б) ва иҷро шудани кореро мушоҳида мекунем, ки дар натиҷаи ба телпаки меҳ задани кӯба анҷом дода мешавад. Таҷриба нишон медиҳад, ки дараҷаи ба тахта ғӯтидани меҳ ба баландии мавқеъи аввалаи кӯба вобастагӣ дорад, яъне энергияи потенциали мутаносибан ба баландии бор меафзояд. Энергияи потенциали инчунин мутаносибан бо афзоиши вазни ҷисм зиёд мешавад, яъне агар баландиеро, ки кӯба аз он меафтад, доимӣ нигоҳ дошта, вазни кӯбаро зиёд кардан гирем, мебинем, ки чуқурии дар тахтачӯб фуру рафтани меҳ вобаста ба вазни кӯба зиёд мешавад.

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



Рас.2.2.1.

Агар энергияи потенциалии ҷисми рӯизаминиро шартан баробари сифр гӯем, он гоҳ энергияи потенциалии ҷисми боло бардошташуда ба қорре баробар хоҳад буд, ки онро барои то ба ҳамамон 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 қор иҷро кардан меояд:

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

Пас, гоҳи аз ҳамамон баландӣ афтидани ҳамамон ҷисм низ ҳамамон қадар қор иҷро мешавад. Бузургии

$$P = m g h$$

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

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

Додаҳо:

$$V = 1 \text{ м}^3,$$

$$h = 300 \text{ м},$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3,$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2,$$

$$P = ?$$

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 муқаъабметр обе, ки аз баландии 300 м меафтад, қори баробар ба $A = 3000 \text{ кҶ}$ иҷро карда метавонад.

Масъалаи 2. Пиёдагарди массааш 40 кг

аз доманаи тал (теппа) ба қуллаи он, ки 150 м баланд аст, баромада, баъд ба майдончае мефурояд, ки 100 м поёнтар аз қуллаи тал воқеъ гаштааст (рас.2.2.2.). Энергияи потенциалии пиёдагардро барои майдонча ва қуллаи тал (нисбат ба доманаи тал) ёбед.

Ҳал: Энергияи потенциалии пиёдагард дар майдонча нисбат ба доманаи тал

мебошад. Ҳамин энергия дар қуллаи тал нисбат ба домана

хоҳад буд.

Додаҳо:

$$m = 40 \text{ кг},$$

$$h_1 = 100 \text{ м},$$

$$h_2 = 150 \text{ м},$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$P_1 = ?$$

$$P_2 = ?$$



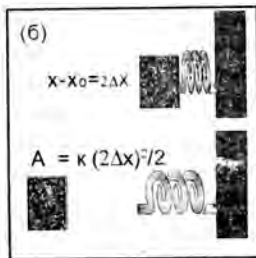
2. Энергияи потенциалии ҷисми чандиран тазйиқхӯрда (деформатсияшуда).

Ҷисмҳои тазйиқхӯрда ба сабаби мавҷудияти қувваи чандирӣ соҳиби энергияи потенциалӣ мебошанд ва имкони кор иҷро кардан доранд. Фанари фишурда (ё ёзида) яке аз мисолҳои маъмули ҷисми тазйиқхӯрда мебошад ва дар ҳолати фишурда (ё ёзида) дорои энергияи потенциалӣ буда, метавонад кор иҷро кунад.

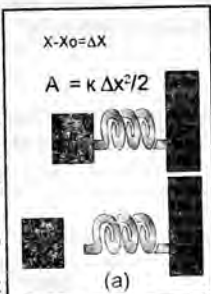
Энергияи потенциалии фанари фишурда ё ёзида ба кадом бузургӣҳо вобастагӣ дорад?

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. 2.2.3) ва бори m -ро ба сари озоди фанар ҷафс карда, ресмонро мебузем. Бор то масофаи муъайян кӯчиш карда, меистад. Дафъаи дигар фанарро ба қадри $2\Delta x$ фишурда (рас.2.2.4), 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 кори иҷрошуда ба бузургии $\Delta x^2/2$ мутаносиби роста будааст, яъне

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



Рас. 2.2.4



Рас.2.2.3

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

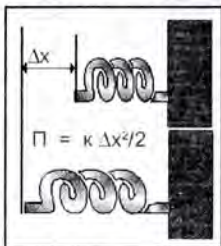
пӯлодини аз сими бориктар сохташуда ба даст меояд. Яъне зариб (коэффисиент)-и мутаносибӣ, ки онро бо k ишорат мекунем, сахтии фанарро нишон медиҳад. Бо назардошти зариби мутаносибӣ

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

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

$$П = \frac{k \Delta x^2}{2}$$

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



Рас.2.2.5

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 муҳаррикҳои ҳароратӣ, пармаҳои ангиштканӣ, дар саноати кӯҳ ва ғ. истифода мекунанд.

Масъалаи 3. Фанар (пружин)-и дар рӯи миз хобидаро ба қадри 10 см фишурданд (рас.2.2.5). Энергияи потенциалии дар ин маврид пайдошавандаро ёбед. Зариби сахтии фанарро 150 Н/м гиред.

Додаҳо:
 $k = 150 \text{ Н/м}$,
 $\Delta x = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $P = ?$

Ҳал: Коре, 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 $P = 0,75 \text{ Ҷ}$ мегардад.



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

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

Машқи 2.1

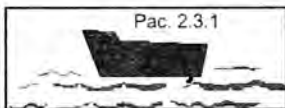
1. **Дар сурати аз баландии 5 м афтидани бори вазнаш 10 Н чӣ қадар кор иҷро мешавад? Ин бор чӣ қадар энергияи потенциалий дорад? (Ҷавоб: 50Ҷ).**
2. **Сатили 9-литраи пури обро аз ошёнаи 1 ба ошёнаи 5 бароварданд. Баландии ҳар як ошёна се метрӣ асту массаи сатили беоб 1 кг . Сатили обдор чӣ миқдор энергияи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

2.3. Энергияи кинетикӣ

Чи тавре, ки дар банди 2.1 гуфтем, ҷисмҳои дар ҳаракат ба монанди ҷисмҳои боло бардошташуда ё таъйиқёфта (деформатсияшуда) қобилияти кор иҷро кардан доранд ва бино бар ин онҳо соҳиби энергия мебошанд.

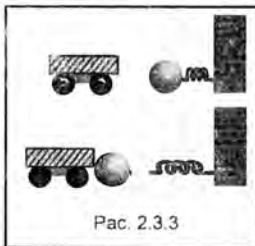
Энергияро, ки бо ҳаракат алоқаманд аст, энергияи кинетикӣ (энергияи ҷунбиш, энергияи ҳаракат) номидаанд. Мисоли маъмул ва содаи энергияи кинетикии механикӣ энергияи оби равон мебошад. Оби равон энергияи кинетикӣ дорад ва бино бар ин метавонад кор иҷро кунад. Масалан, заврақро ҳамроҳи худ барад (рас. 2.3.1), чархи осиеби обиро гардиш диҳад, турбинҳои нерӯгоҳҳои оби барқро гардонад ва м.ин. Шамол низ дорои энергияи кинетикӣ мебошад ва имкони кор иҷро кардан дорад (Рас. 2.3.2.)

Хуб, энергияи кинетикӣ ба чӣҳо вобастагӣ дорад?

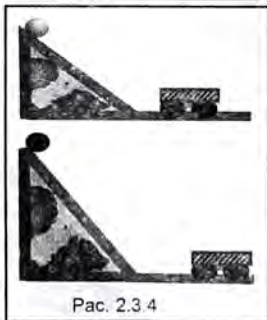




Рас. 2.3.2



Рас. 2.3.3



Рас. 2.3.4

Барои посух додан ба ин пурсиш ба таҷриба рӯ меоварем. Суръати сақое, ки онро фанари фишурда тела медуҳад (v), ба бузургии тазйиқ (деформатсия) Δx мутаносиби роста аст. Ҳар қадаре, ки фанар зиёдтар фишурда шуда бошад, суръати сақо ҳамон қадар зиёд мешавад. Агар дар роҳи сақри 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. 2.3.3.) ё худ кори иҷрокардаи он ба суръати сақо вобастагӣ дорад.

Ҳамин таҷрибаро метавонем бо новаи мойил анҷом диҳем (рас.2.3.4). 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 мебуд.

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 бошад, 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 тӯbero ёбед, ки массаи 200 г дорад ва бо суръати 10 м/с дарпарвоз аст.

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи энергияи кинетикӣ

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

гузошта, ҳосил мекунем:
0,2 кг. (10 м/с)²

$$K = \frac{\quad}{2} = 10 \text{ Ҷ.}$$

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

Ҳал: Ба формулаи

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

қиматҳои m ва v -ро гузошта, меёбем:

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

Масъалаи 3. Тӯби 100-гиромие, ки бо суръати 20 м/с дарпарвоз буд, ба китфи бозингар зада, ўро ба масофаи 30 см кӯчиш дод. Қувваи миёнаи ба китфи бозингар таъсиркардари ёбед.

Додаҳо:

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

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$x = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$F = ?$$

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 вобастагӣ дорад?
3. Мисолҳои биёред, ки дар онҳо иҷрои кор ба тағйироти энергияи кинетикӣ алоқаманд бошад.

Машқи 2.2

1. Мошини массааш 1000 кг ва энергияи кинетикиаш 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. Массай 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 потенсиалӣ ва энергияи кинетикӣ шиносӣ 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 потенсиалӣ ва, баръакс, энергияи потенсиалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал шавад.

а) Биёед дар ибтидо дар мисоли санги амудан боло партофтшуда аз як навъи энергия ба навъи дигар табдил

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

$$K_0 = \frac{m v^2}{2}$$

аст, зеро санг дар ин лаҳза суръати зиёдтарин дорад. Минбаъд, ҳарқадаре 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 $\Pi = m g h$ қимати зиёдтарин мегирад ва энергияи кинетикиаш баробари сифр мешавад. Инро аз расми 2.4.1. фаҳм кардан осон аст.

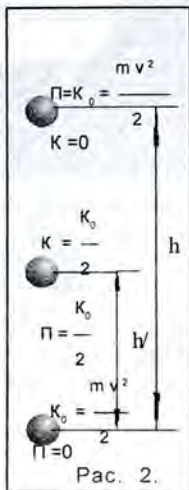
Ҳангоми афтиш, баръакс, аз ҳисоби тадриҷан кам шудани энергияи потенциалӣ энергияи кинетикии меафзояд ва гоҳи ба рӯи Замин задани санг энергияи кинетикӣ боз ба қимати зиёдтарин соҳиб мешавад.

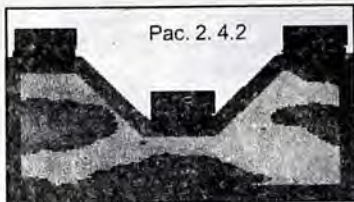
Ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ

$$E = \Pi + K$$

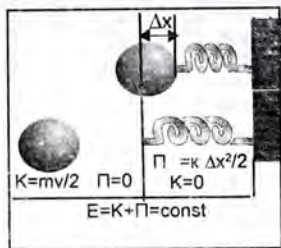
барои ҳар гуна баландии дигар низ доиман яқсон (собит) мемонад. Ҳамин тариқ, дар лаҳзаи ба рӯи Замин задани санг энергияи пурра ба энергияи кинетикии аввала баробар аст. Бузургие, ки дар айни ҳол собит мемонад, энергияи кинетикии ибтидоӣ мебошад. (Саҳеҳтар гӯем, дар ин гуна муойинот муқовимати ҳаворо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

Мисоли дигар. Аробачае, ки дар баландии h (масалан, дар рӯи тал) ҷойгир аст, соҳиби энергияи потенциалии $\Pi = m g h$ 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





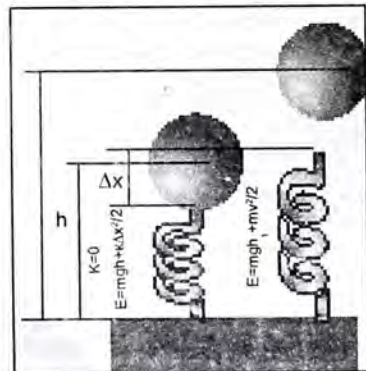
гоҳи ба доманаи тал фурумадани аробача пурра ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад (рас.2.4.2). Дар ҳаракати минбаъда аробача ҳангоми боло рафтан энергияи кинетикӣ худро тадриҷан ба энергияи



потенциалӣ табдил меёбад. Яъне дар сурати мавҷуд набудани қувваи сойиш энергияи пурраи механикӣ (ҷамъи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ) собит мемонад.

Рас. 2. 4.3

б) Аз як навъ ба навъи дигар табдил ёфтани энергияро мо инчунин метавонем дар мисоли *фанари фишурда* намоиш диҳем. Фанари фишурда дорои энергияи потенциалии чандирӣ аст ва ин энергия метавонад ба энергияи



кинетикӣ табдил ёбад (рас.2.4.3). Масъаларо сода карда, тасаввур мекунем, ки фанар фанари бевазни ҳаёли бошад ва ҳамаи энергияи потенциалии дар он захирашуда ба энергияи кинетикӣ табдил ёбад. Дар ин маврид энергияи потенциалии фанар

$$П = \frac{k \Delta x^2}{2}$$

Рас. 2. 4.4

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

пурраи механикӣ аз ҷамъи энергияҳои потенциалии ҷозибавӣ, чандирӣ ва кинетикӣ иборат мебошад (рас.2.4.4). 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 потенциалии $E = K + П$ бузургии бобақо мебошад.

Ин нуқта 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 замин задан чӣ қадар мешавад? Муқовимати ҳаворо ба эътибор нагиред.

Ҳал: Ҳангоми ба рӯи замин афтидани ҷисм энергияи потенциалии пурра ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад:

$$K = П$$

ё ин ки

$$K = mgh = 100 \text{ Ҷ.}$$

Додаҳо :

$$m = 1 \text{ кг,}$$

$$h = 10 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$K = ?$$

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

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

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

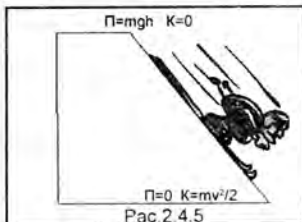
Додаҳо :

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг,}$$

$$v = 30 \text{ м/с}$$

$$П = ?$$

Масъалаи 3. Лижарони массааш 40 кг аз теппаи баландиаш 50 м поён меояд (рас.2.4.5). Энергияи кинетикӣ ӯро дар доманаи теппа ёбед. Қувваи сойишро ба эътибор нагиред.



Ҳал: Аз қонуни бақои энергия истифода карда, меёбем:

Додаҳо:
 $h = 50 \text{ м,}$
 $m = 40 \text{ кг,}$
 $g = 10 \text{ м/с}$
 $K = ?$

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

Масъалаи 4. Таппончаи фанари бачагона ба қадри 5 см фишурда шудааст. Энергияи кинетикиро ёбед, ки гоҳи пахш кардани куланг

аз тарафи фанар ба тўбчаи таппонча дода мешавад. Фанарро бевазн пиндоред, яъне чунин 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 мебошад. Азбаски

$$П = kx^2/2$$

аст, бино бар ин

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

?

1. Табдили энергияи кинетикиро ба энергияи потенциали дар мисоли санги боло партофтшаванда шарҳ диҳед.
2. Ҷисме, ки дар куллаи кӯҳ ҷойгир аст, чӣ қадар энергия дорад? Оё энергияи он ҷисм 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 дарпӯшӣ шарҳ диҳед.

Машқи 2.5

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

2. Ҷисм бо суръати 10 м/с амудан боло партофт шудааст.

Дар чӣ қадар баландӣ энергияи кинетикии он ба энергияи потенциали баробар мешавад? (Ҷавоб: 2,5 м).

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

2.5. Энергияи оби равон

Дар марҳилаи имрӯза навъҳои асосии энергия инҳоянд:

1) энергияе, ки ҳангоми сӯختани нафт, газ ё ангишт ҳосил мешавад; 2) энергияи оби равон ё оби ғалтон; 3) энергияе, ки ҳангоми пора шудани ҳастаҳои 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 ҳали 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 нуругоҳҳои оби барқ оби дарёҳоро ба василаи дарғотҳо дар хақиқову дараҳои баландмақоъ 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 нуругоҳҳои барқиро, ки бо генераторҳои барқ васл шудаанд, ба ҳаракат дароварда метавонад.

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

Манбаъи дигари табиъии энергия энергияи бод (шамол)

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

Як масъала: Неругоҳи оби Норақ нӯҳ дастгоҳи истеҳсоли барқ дорад, ки тавони ҳар яки онҳо 300000 кВт аст, яъне тавони умумии неругоҳ $N = 2700$ 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 неругоҳ чӣ қадар об мегалтад.

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

Ҳал: Энергияи потенциалии оби ғалтон ба ҳар дастгоҳ $P = mgh$ аст. Мувофиқи шарти масъала

$$N = 9\eta Pt$$

мебошад. Бинобар ин ҳосил мекунем:

$$9mgh = Nt/\eta,$$

ё ин ки

$$m = Nt/9gh\eta = 500t.$$

?

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

Масъалаҳои тестӣ

1. Аробачаи 5-килограммӣ бо таъсири қувваи 20 Н 10 м қучид. 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 бардарад. Тавони муҳаррикро 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. чӣ 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 потенциалии ҷисме, ки массаи 50 кг дорад ва нисбат ба сатҳи Замин дар баландии 10 м ҷойгир аст, чӣ қадар аст?

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

7. Куба (болға)-и дорои массаи 5 кг-ро чӣ қадар баланд бардоштан лозим аст, ки энергияи потенциалии 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/с ҳаракат мекунад, чӣ қадар энергияи кинетикӣ дорад?

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

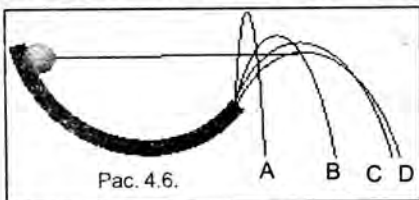
9. Шиҳобпора (метеор) ба атмосфераи Замин бо суръати 30 км/с ворид мешавад. Энергияи кинетикии зарраи 2-гиромии шиҳобпораро ёбед.

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

10. Радифи сунъии Замин массаи 2000 кг дорад ва бо суръати 8 км/с

ҳаракат мекунад. Энергияи кинетикии онро ёбед.

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



Рас. 4.6.

11. Сақои дар

рас.4.6 тасвиршуда бо кадом роҳ ҳаракат карда метавонад? (Муқовимати ҳаво ва қувваи сойишро 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 Замин афтад, соҳиби чӣ қадар энергияи кинетикӣ мегардад? Муқовимати ҳаворо ба эътибор нагиред.

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

13. Баландии зиёдтаринеро ёбед, ки мушаки амудан ҳаракаткунандаи суръаташ 8 км /с ба он соҳиб мешавад.

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

14. Кӯбаи 2000-килограммӣ аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенциали кӯбаро барои ибтидои ҳаракат ёбед.

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

15. Кӯбаи 2000-килограммӣ аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенциалии кӯбаро 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. Кӯбаи 2000-килограммӣ аз баландии 4,9 м озодона меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенциалии кӯбаро 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 (коэффисиенти 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 медарорад, ки тавони он 10 кВт аст. Тулумба метавонад 5000 кг моеъро дар 3 дақ ба баландии 24 м барорад. Суд(ККФ)-и тулумбаро ёбед.

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

19. Аз дарғоти неругоҳи оби барқ ҳар сония 510 т об 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 кӯчондани қуттӣ ба масофаи 12 м чӣ қадар корро 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 (перпендикуляр) 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. \bar{U} чӣ қадар тавон дорад? (Ҷавоб: 3500 Вт).

7. Лифти 300-килограммӣ то баландии 20 м дар муддати 30с 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 потенциалӣ дорад? (Ҷавоб: 1200 Ҷ).

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

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

12. Бо кўба (болға)-и массааш 0,5 кг дар чўб мех мекўбанд. Суръати кўба гоҳи зарба 3,0 м/с аст. Қувваи миёнаи муқовимати чўбро барои мавриде муайян кунед, ки бо як зарба мехро дар чўб 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).

БОБИ 3. ПАДИДАҲОИ ҲАРОРАТИ

3.1. Энергияи дохилӣ

Чи тавре аз "Физика,7" медонед, дар асоси тасаввуроти ҳозира дар бораи ҷунбишҳои молекулаҳои ҳама ҷисмҳо аз молекулаҳо (атомҳо) таркиб ёфтаанд ва бузургии энергияи миёнаи кинетикии молекулаҳо ба ҳарорати ҷисм алоқаманд мебошад. Ҳар қадаре ки ҳарорат баланд бошад, энергияи миёнаи кинетикӣ ва масофаи миёнаи байни молекулаҳо ҳамон қадар зиёд мешавад. Афзоиши ҳарорат сабабгори афзоиши энергияи кинетикӣ 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 ин энергияи ҳаракат ва энергияи потенциалии таъсири мутақобили молекулаҳост, ки ҷисмро таркиб медиҳанд.

Энергияи дохилӣ ба ҳолати агрегатӣ (ҳолати воғардиш) бастагӣ дорад. Ин энергия ҳангоми аз як ҳолати агрегатӣ ба ҳолати дигар гузаштан тағйир меёбад.

Биёед, барои рӯшантар гардондани мафҳуми энергияи дохилӣ энергияи дохилии гази ҳаёли (идеалӣ)-ро муойина кунем. Гази ҳаёлиро молекулаҳое 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. Агар энергияи миёнаи кинетикии молекулаҳои газ $K = mv^2 / 2$ бошад ва система аз N молекула таркиб ёфта бошад, энергияи дохилии газро ин тавр навиштан мумкин аст:

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

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

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

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

Бино бар ин формулаи (1)-ро метавонем дар шакли

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

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

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

Масъала. Энергияи миёнаи кинетикии ҳаракати молекулаҳои газ дар ҳарорати $27^{\circ}C$ чӣ қадар аст?

Ҳал: Ҳарорат бо миқёс (шкала)-и Келвин

$$T = t + 273 = 300 K$$

мебошад. Энергияи миёнаи кинетикӣ ин қадар хоҳад буд:

Додаҳо: $t = 27^{\circ}C$ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ҷ/К}$ $K = ?$
--

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

Ҳамин тавр, энергияи кинетикии як молекула бузургии хеле кам аст.

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

Додаҳо: $N = 6 \cdot 10^{23}$ $t = 27^{\circ}C$ $U = ?$
--

Ҳал: Ҳарорат бо миқёси Келвин

$$T = t + 273 = 300 K$$

мебошад. 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 энергияи дохилии гази ҳаёлиро фақат энергияи кинетикии молекулаҳо ташкил медиҳад?

3. Формулаеро, ки алоқамандии энергияи дохилии гази ҳаёлиро бо ҳарорати мутлақ ифода мекунад, шарҳ диҳед.

Машқи 3.3

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

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

3. 2. Табдили энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ

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

Биеёд, 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 потенциалӣ табдил меёбад ва ҳангоми поён ҳаракат кардани ҷисм, баръакс, энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал мешавад. Агар муқовимати ҳаво намебуд, ҷисм дар ин гуна рафтуомад энергияи пурраи худро, умуман, бетағйир нигоҳ медошт. Вале ба сабаби буди муқовимати ҳаво ҳангоми боло рафтани поён омадани ҷисм энергияи механикии пурраи он кам мешавад. Дар ин маврид як миқдор энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ табдил меёбад. Ба иборати дигар, гуфтан мумкин аст, ки коре, ки муқобили қувваи сойиш иҷро мешавад,



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

Рас.3.2.1.

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

Агар тахтачӯbero дар рӯи миз гузошта онро ҳаракат диҳем (рас. 3.2.1) он гоҳ ҳароратсанҷи дар тахтачӯб ҷошуда нишон медиҳад, ки дар ин маврид тахтачӯб ғарм 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



Рас.3.2.2

натijaи сойиш додани ду пора чӯби хушк ҳосил мекарданд (рас.3.2.2). Шихобпораҳои нисбатан хурде, ки бо суръати зиёд (даҳҳо км/с) ба атмосфераи Замин ворид мегарданд, дар натиҷаи бо ҳаво сойиш хӯрдан "сӯхта" нест мешаванд. Дар мавриди ба сӯи Замин бозгаштани радифҳои сунъӣ онҳо дар натиҷаи сойиш бо атмосфера то садҳо градус ғарм мешаванд.

Ҳамин тавр, ҷисми ҳаракаткунанда ҳангоми сойиш хӯрдан энергияи механикӣ (энергияи кинетикӣ ҷамъи энергияи потенциалӣ)-и пурраи худро кам мекунад ва, бино бар ин

энергияи дохилии он тағйир меёбад.

Масъала: Тири 50-гиромӣ бо суръати 300 м/с ҳаракат карда, ба қисм мезанад ва дар он дармемонад. Тағйироти энергияи дохило ро 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 қисмҳои сойишхӯранда меафзояд?
3. Оё қонуни бақои энергия дар табдилоти энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ риоя мешавад?

Машқи 3.1

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

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

3.3. Гарм шудани қисм ҳангоми иҷро шудани кор

Чи тавре дар банди 3.2. қайд кардем, ҳангоми сойиш хӯрдани ду қисм онҳо гарм мешаванд. Қисми ҳаракаткунанда муқобили қувваи сойиш кор иҷро карда, энергияи механикии худро қисман ва ё пурра ба энергияи дохилӣ табдил дода метавонад. 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.3.3.1 тасвир шудааст.

Рас.3.3.1



Борҳои W ҳангоми поён фурумадан меҳвари паррадореро, ки дар зарфи A ҷойгир аст, гардиш медиҳанд. Сохти даруни зарфи A алоҳида дар рас.3.3.2 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:

Рас.3.3.2



$$A = p h = mgh.$$

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, 186Ҷ -ро иҷро кардан мебояд.

Барои муқаррар кардани ҳамбастагии дараҷаи гарм шудани ҷисм ва кори иҷрошуда Ҷоул ва тадқиқотчиёни дигар таҷрибаҳои зиёде гузарониданд. 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 кинетикиву потенциалӣ ва энергияи дохилии системаи сарбаст бузургии бобақо мебошад. Ин ҳосили ҷамъи энергияи пурраи системаро ташкил медиҳад.



1. Ҳарорати ҷисм аз ҳисоби иҷро шудани кор чӣ тавр тағйир меёбад?
2. Дар таҷрибаи Ҷоул чӣ бузургӣ чен карда шудааст?
3. Дар дойираи ин мавзӯъ 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).

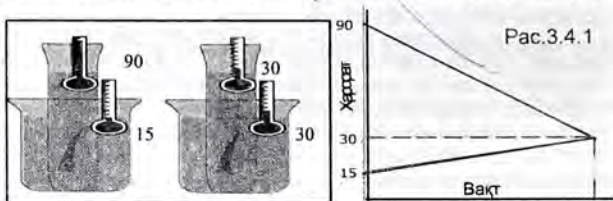
Ҷараёни тағйир ёфтани энергияи дохилиро бе иҷрошудани кор нақли гармо меноманд.

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, конвексия ва нурафканӣ.

Биёед ин тарзҳоро алоҳида-алоҳида муойина кунем.

Гармоноқилият. Барои равшанӣ андохтан ба мафҳуми гармоноқилият чанд таҷрибаро муойина мекунем.

1. Дар зарфе оби гарм мерезем ва онро андаруни зарфи дигаре ҷой медиҳем, ки калонтар аст ва оби сард дорад (рас.3.4.1). Ва бо ёрии ҳароратсанҷҳо тағйироти ҳарорати обҳоро



мушоҳида карда, хоҳида 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.

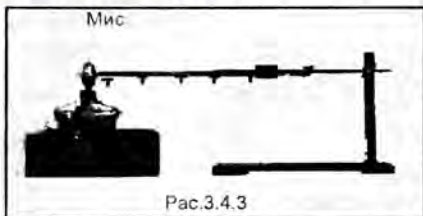
2. Қошукҷаи нуқрагинеро дар пиёлаи чойи гарм андохта (рас. 3.4.2), мебинем, ки дере нагузашта қисми аз чой беруни



Рас.3.4.2.

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 мехча мечаспонем (рас.3.4.3). Баъд нӯги озоди симро бо алангае гарм карда, мебинем, ки пластилин гудохта шуда, мехчаҳоро “сар медиҳад” — мехчаҳо канда мешаванд. Аввал мехчаи ба аланга наздиктарин канда шуда, баъд бо гузашти вақт мехчаҳои дигар меафтанд. Ҳар қадаре



ки мехча аз аланга дуртар ҷойгир бошад, ҳамон қадар дертар канда мешавад. Мехчаҳо на ба таври тасодуфӣ, балки ба тартиби муъайян канда мешаванд, зеро гармӣ аз қисми баландҳаро-

рат 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 хангоми 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, ҳодисаи гармигузаронӣ моҳиятан аз ҷое ба ҷои дигар дода шудани энергияи ҳаракати ҳарорати 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,

гармигузаронии моддаҳои ҳархела гуногун аст. Масалан, як сари меҳи оҳаниро дар даст гирифта, нӯги дигарашро рӯи алангаи оташ ё шамъ барем, пас аз муддати нисбатан кӯтоҳ



гармои зиёде то сари дигари меҳ нақл шуда, дасти моро ме-сӯзонад, вале мо чӯбчаи сӯзонро 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 меҳча

Ҷадвали 3.4

Модда	Зариби гармигузаронӣ Ч / с. м. °С
Нуқра	480
Мис	380
Алумин	300
Пӯлод	40
Шиша	0,84
Бетон	0,84
Об	0,56
Бадани одам	0,2
Асбест	0,16
Чӯб	0,06-0,16
Пари паррандагон	0,025
ҳаво	0,023

часпонда, сари дигари онҳоро дар алангаи шамъ гарм кунем, мебинем, ки аввал меҳчаи сари мис, баъд меҳчаи сари оҳан канда мешавад. Ин он гуна маънӣ дорад, ки гармигузаронии мис нисбат ба оҳан зиёдтар аст (рас. 3.4.4).

Гармигузаронии моддаҳо бо зариб (коэффисент)-и гармигузаронӣ тавсиф дода мешавад. Дар ҷадв.3.4 гармигузаронии баъзе моддаҳо оварда шудааст. Моддаҳои гармиро хуб мегузаронанд, ки зариби гармигузаронии онҳо зиёд бошад. Ин навъ моддаҳо ноқили хуби гармо меноманд. Ба ҷумлаи ноқилони хуби гармо филизот (металлҳо) дохил мешаванд.

Беҳтарини онҳо нуқра мебошад. Моддаҳое, ки зариви гармигузарони кам доранд, гармиро 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.

Моддаҳоеро, 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 ковокиҳои 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. Қадом моддаҳо гармоноқилияти камтарин ва зиёдтарин доранд?

3.5. Конвексия

Бо вучуди он ки ҳаво гармоноқилияти кам дорад, агар мо дастҳои худро дар болои манбаи гармӣ (деги тафсон, чароғи фурузон ва м.ин.) наздик ба реҷам, гармиро хеле хуб ҳис мекунем. Гап дар он аст, ки ин навъ рӯйдодҳо на бо фароянди



Рас.3.5.1.

гармоноқилият, балки бо падидаи дигари физикӣ алоқамандӣ дорад. Аввал таҷрибаи содаеро бинем (рас.3.5.1). Гӯгирдҷӯберо даргиронда, як 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 болои шӯъла гармиро нисбат ба дасти дигар хубтар ҳис мекунанд. Агар нақли гармо бо роҳи гармоноқилият рӯй мебарояд, мебоист, ки ҳарду даст гарморо як хел ҳис мекард. Ҳамин тавр, дар ин ҷо навъи дигари

нақли гармо мушоҳида мешавад, ки конвексия ном дорад. Рӯйдоди конвексия 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, конвексия меноманд.

Дар ҳодисаи 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.

Ҳап 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 гармро 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.



Рас.3.5.2.

Таъсири ҳавои гарми сӯи боло ҳаракаткунандаро дар таҷрибаи хеле сода намоиш додан мумкин аст. Барои ин, чи тавре дар рас.3.5.2. 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.3.5.3.

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

намаки перманганати калий андохта, онро аз поён гарм кунем (рас.3.5.3), чараёни боло рафтани сели моеъи рангинро мушоҳида карда метавонем. Об, ки гарм шуд, васеъ мешавад, васеъ ки шуд, зичиаш кам, яъне ҷои гармшудаи моеъ сабуктар мешавад ва оби ороми атрофи он сӯи боло ба ҳаракат мебарояд, яъне дар моеъҳо



ҳам монанди газҳо чараёни конвексионӣ пайдо мешавад.

Чараёни конвексионӣ аз поён ба боло самт дорад. Бино бар ин, моеъҳо ва газҳо аз поён гарм мекунанд. Батарехои гармоиши хонаҳо, чунонки шумо медонед, дар зери тирезаҳо ва наздикиҳои фарши хона ҷой медиҳанд (рас. 3.5.4.).

Агар зарфи найчашакли обдореро, ки дар қаъраш як пора ях дорад, аз қисми болоияш гарм кунем (рас.3.5.5), 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 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 конвексия дар ҷисмҳои сахт рӯй намедиҳад, зеро дар ин ҷисмҳо ҳаракати молекулаҳо маҳдуд аст.



1. Падидаи конвексия чӣ гуна падида аст?
2. Таҷрибаеро баён кунед, ки рӯйдоди конвексияро рӯшан гардонад.
3. Пайдо шудани чараёни конвексионӣ чӣ гуна заминаи физикӣ дорад?
4. Чарост, ки моеъҳо ва газҳо аз поён гарм мекунанд?

3.6. Мисолҳои конвексия



Рас.3.6.1

Пайдоиши шамол. Шамол дар натиҷаи бо таъсири Офтоб ҳар хел гарм шудани ҷойҳои гуногуни сатҳи Замин ба вуҷуд меояд. Дар ҷойҳои, ки сатҳи Замин бисёртар гарм мешавад, ҳаво ҳам гармтар мешавад ва бино бар ин ҳавои ин гуна ҷойҳо

васеъ шуда, зичии худро кам мекунад ва боло меравад, яъне дар ин маврид конвексия рӯй медиҳад. Шамол ҳамин гуна ҷараёни конвексионӣ 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 ҷои худро ба ҳавои сард медиҳад (рас. 3.6.1).

Шабонгаҳ заминҳои хушк нисбат ба оби кӯлҳову баҳрҳо зудтар сард мешавад. Дар ин маврид ҳавои рӯи об нисбат ба ҳавои болои хушк гармтар шуда, майли боло мекунад ва ба ҷои он аз ҷойҳои хушк ҳавои сард ҳаракат мекунад (рас. 3.6.2).

Ҳар қадаре ки баландии лӯлаҳои дудкаш зиёд бошад, ҳарорати қисмҳои поёну болои дудкаш ҳамон қадар бештар фарқ мекунад ва конвексия ҳамон қадар хубтар рӯй медиҳад (рас. 3.6.3).



Рас.3.6.2



Рас.3.6.3

Конвексия дар ҷараёни сӯзиш низ мақоми муҳим дорад. Ҳаво набошад, сӯзишворӣ намесӯзад. 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 носӯхта) таъмин шавад. Бино бар ин дар қисми болоӣ дегҳои бухории заводу фабрикаҳо

дудкашҳои махсусе месозанд, ки ҷараёни боло рафтани ҳавои истеъмолшуда ва ба ҷарвёни сӯзиш ворид шудани ҳавои тозаро осон гардонанд.



1. Шамол чӣ тавр пайдо мешавад?
2. Лӯлаҳои дудкашро бо қадди баланд сохтан чӣ зарурат дорад?

3.7. Тобиш (нурафканӣ)

Барои рӯй додани нақли гармо ё конвексия иштироки модда ҳатмист. Нақли гарморо бархӯрдҳои пайдарпайи молекулаҳо таъмин мекунанд. Шориши моеъ ва газҳо аз ҷои баландҳарорат ба ҷои пастҳарорат ҷараёни конвексияро ба миён меорад. Вале гармоеро, ки Офтоб аз масофаи 150 000 000 км аз тариқи фазои қариб беҳавову бемодда сӯи Замин "мерасонад", на дар ҷаҳорчӯбаи гармоноқилият шарҳ додан илоҷ дораду на дар ҷаҳорчӯбаи падидаи конвексия. Ин навъи нақли гармо бо роҳи сеюм—ба воситаи мавҷи электромагнитӣ сурат мегирад.

Ин намуди нақли гармо дар вакуум (хало, ҷои беҳаво) низ амалӣ гардида метавонад.

Фурӯбурди мавҷҳои электромагнитӣ ба ҳосияти ҳарорати ҷисме вобаста аст, ки онро "қабул" мекунад. Ҷисм метавонад онро қисман фурӯ барад, қисман инъикос кунад ва ё қисман аз худ гузаронад. Қисми фурӯбурдаи ин мавҷҳо энергияи дохилии ҷисмро зиёд мекунад. Ҷисмҳои сиёҳ қисми бисёри мавҷҳои электромагнитии ба онҳо афтодари фурӯ мебаранд.

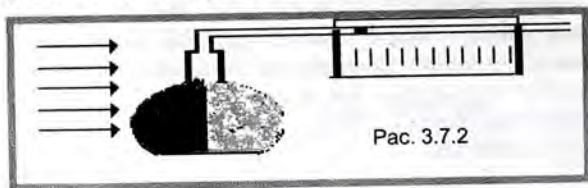
а) **Фурӯрафти нур андар ҷисмҳо.** Ду зарфи якхеларо, ки сатҳи яке сафед (равшан) ва сатҳи дигаре сиёҳ аст, дар ҳамон як масофа аз манбаъи баландҳарорат (масалан, ҷароғи барқии пуртавон) ҷой медиҳем (рас.3.7.1). Ва ба воситаи ҳароратсанҷҳо



Рас.3.7.1.

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.



Рас. 3.7.2

Биед, боз як таҷрибаи дигарро бинем. Ба даруни зарфе, ки як тарафаш сиёҳ аст, найчаи борики шишагине меандозем (рас.3.7.2). Дар даруни найчаи борик як қатра рангро ҷой медиҳем ва дар پاسи найча як хаткашак мебандем, яъне як навъ асбоби ҳароратсанҷ месозем. Ба воситаи ин гуна асбоб

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 бештар гармо гирифта, назар ба тарафи сафед бештар гарм мешавад.

б) Нурафкании ҷисмҳо. Нурафкании ҷисмҳо низ ба ҳолати сатҳи онҳо вобастагӣ дорад. Барои рӯшанӣ андохтан ба ин масъала ба таҷрибае рӯ меоварем, ки онро барои мушоҳидаи фурубурди тобиши ҳароратӣ истифода кардем. Вале ин дафъа диққати худро ба масъалаи чаппа, яъне ба масъалаи кам шудани ҳарорати ҷисми нурафкан равона 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 ҷисми сиёҳ нисбат ба ҷисми сафед гармои худро бо роҳи нурафканӣ зудтар кам мекунад. Ҳамин тариқ, ҷисмҳои сиёҳ нисбат ба ҷисмҳои сафед хубтар гармо мегиранд ва зудтар гарм мешаванд. Аз тарафи дигар, ҷисмҳои гарми сиёҳ нисбат ба ҷисмҳои сафед бо роҳи нурафканӣ зудтар сард мешаванд, он тавр ки оби ҷӯшида дар чойники сафед гармои худро дертар нигоҳ медорад.

Бо назардошти падидаҳои нурафканӣ вобаста ба зарурат сатҳи ҷисмҳоро 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 ҳарчӣ бештар гарм шаванд.



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

Машқи 3.7



1. Термос (рас. 3.7.3) барои дер нигоҳ доштани ҳарорати моеъ хидмат мекунад. Қисмҳои асосии термос инҳояд: зарфи шишагини дудевора, ки бо қабати беҳаво ҷудоанд (ҳавои байни деворҳо кашида шудааст), қуттии филизие, ки деворҳо дар он 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. 3.7.4 сохти олати гармкунандаи офтобӣ тасвир шудааст. Тарзи кори онро шарҳ диҳед.

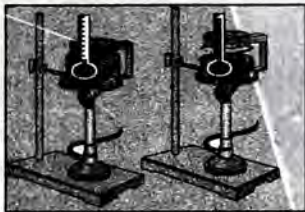
3.8. Миқдори гармо. Гармогунҷоиши хос.

Шумо медонед, ки агар қисм аз берун бо ягон роҳ гармо гирад, энергияи дохилиаш меафзояд ва агар ба берун гармо диҳад, энергияаш кам мешавад. Аз ҷумла, энергияи дохилӣ метавонад бо роҳи гармоноқилият, конвексия ва нурафканӣ тағйир ёбад.

Меъёр (андоза)-и энергияеро, ки қисм мегирад ё медиҳад, бо бузургии миқдори гармо тавсиф медиҳанд.

Хуб, миқдори гармо ба кадом бузургиҳо вобастагӣ 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.3.8.1); барои ба



Рас.3.8.1

қадри 1°C гарм қардани 1 г об гармои ҳамарзи $4,186\text{ Ҷ}$ сарф мешавад (таҷрибаи Ҷоул). Пас, барои ҳамон қадар гарм қардани 20 г об гармои 20 бор зиёдтар лозим меояд. Яъне *миқдори гармие, ки барои гарм қардани қисм сарф мешавад, ба массаи қисм вобаста аст.*

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

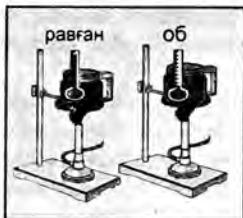
Ҳамин тариқ, *миқдори гармои гирифта ё хориҷкардаи қисм ба тағйироти ҳарорат (афзоиши ҳарорат ё афтиши ҳарорат)-и қисм вобаста мебошад.*

Барои 1°C гарм қардани 1 г об миқдори гармои ҳамарзи энергияи $4,186\text{ Ҷ}$ зарур асту, барои то ҳарорати 100°C гарм қардани ҳамин миқдор об миқдори гармои 100 бор бештар сарф мешавад.

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

3. Бузургии миқдори гармо ба ғайр аз массаи модда ва тағйироти ҳарорат боз ба навъи модда вобастагӣ дорад. Ду зарфи якхеларо, ки яке равшан дорад ва дигаре об, дар ҳамон як шароит гарм мекунем (рас.3.8.2). Ва мебинем, ки то ба ҳамон як ҳарорат гарм қардани об ва равшани массаҳои баробар онҳоро муддатҳои гуногуни вақт гарм қардан зарур меояд. Барои гарм қардани равшан нисбат ба об камтар вақт сарф мешавад, яъне барои гарм қардани об бояд ба он нисбат ба равшан бештар гармо диҳем.

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



Рас.3.8.2

гармои 2 бор зиёдтар лозим аст.

Миқдори гармие, 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 модда 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 алоқаманд мебошад. Барои ёфтани гармогунҷоиши ҷисм C массаи ҷисм m -ро ба гармогунҷоиши хос c зарб задан меояд, яъне

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

мебошад.

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

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

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

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 он маълум бошад, аз рӯи формулаи (2) миқдори гармои ба ҷисм додашударо 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 меёбад?

3.9. Воҳидҳои миқдори гармо ва гармогунҷоиши хос

Дар манзумаи СИ миқдори гармо бо воҳиди энергия, яъне бо жоул (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.

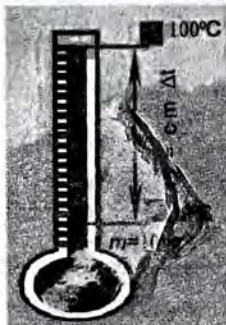
Гармогунҷоиши хоси баъзе моддаҳо дар ҷадв. 3.2 оварда шудааст.

Ҷадв. 3.2 Гармогунҷоиши хоси баъзе моддаҳо

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

Қобили қайд аст, ки гармогунҷоиши хоси об аз ҳама моддаҳои дигар зиёдтар аст. Гармогунҷоиши хоси моддаҳои ҳангоми аз як ҳолати вогардиш (ҳолати агрегатӣ) ба ҳамон гуна ҳолати дигар гузаштан тағйир меёбад. Масалан, гармогунҷоиши об ба $4200 \text{ Ҷ/кг } ^\circ\text{C}$ ё худ ба $1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}$ 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 вобастагӣ дорад. Вале ин вобастагӣ вобастагии суст 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 $0,11 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}$ мебошад.

Ҳал: Тағйироти ҳарорат (рас 3.9.1)

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

мебошад. Бино бар ин

$$Q = c m \Delta t =$$

$$= 10 \text{ кг} (0,11 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}) 90^\circ\text{C} = 99 \text{ ккал.}$$

Додаҳо:

$$m = 10 \text{ кг,}$$

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

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

$$c = 0,11 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}$$

$$Q = ?$$

Рас 3.9.1

?

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

Машқи 3.9

1. Барои ба 20°C гарм кардани 500г об чӣ қадар миқдори 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 ҳарораташон энергияи дохилиашонро тағйир медиҳанд. Ҷисми баландҳарорат қисми гармои худро ба ҷисми пастҳарорат мегузаронад. 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:

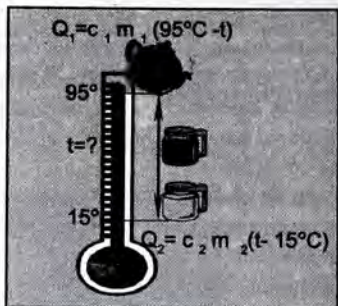
$$Q_1 = Q_2.$$

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

$$Q_1 = c \cdot m_1 (t_1 - t).$$

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 3.10.1

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.3.10.1). Ҳарорати интиҳой ва миқдори гармои ба зарфи шишагин додашударо ёбед. Қимати гармогунҷоиши хосро аз ҷадвал гиред.

Додаҳо :

$$c_1 = 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{С},$$

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

$$m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг},$$

$$t_1 = 95 \text{ } ^\circ\text{С},$$

$$t_2 = 15 \text{ } ^\circ\text{С},$$

$$\frac{c_2 = 0,2 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{С}}{t = ? \quad Q_2 = ?}$$

ҳастанд, пас,

Ҳал: Энергияи камшудаи об ба зарф мегузард:

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

Азбаски

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

ва

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

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

мешавад. Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$0,1 \text{ ккал}^\circ\text{С} (95^\circ\text{С} - t) = 0,04 (t - 15^\circ\text{С}),$$

$$t \approx 72,1 \text{ } ^\circ\text{С}$$

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

$$Q_2 = m_2 c_2 (t - t_2) = (0,2 \text{ кг})(0,2 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{С})(72,1 \text{ } ^\circ\text{С} - 15^\circ\text{С}) \approx 2,28 \text{ ккал}.$$

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.

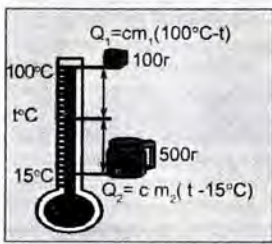
Додаҳо :
 $m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг},$
 $m_2 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг},$
 $t_1 = 100^\circ\text{C},$
 $t_2 = 15^\circ\text{C},$
 $c = 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}$
 $t = ?$
 $Q_1 = Q_2 = ?$

Ҳал: Миқдори гармои талафдодаи оби ҷӯшон

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

асту миқдори гармои қабулкардаи оби сард

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



Рас.3.10.2

Бино бар ин ҳосил мекунем:

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

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

Миқдори гармои қабулкардаи оби сардро ин тавр меёбем:

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

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

$$Q_1 = Q_2 \approx 7 \text{ ккал}.$$

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



1. Мувозинати ҳароратии ҷисмҳоро шарҳ диҳед.
2. Ҳарорати интиҳой гуфта чӣ гуна ҳароратро мефаҳманд?
3. Дар мавриди омехта кардани ду миқдор оби баробар масса, вале гуногунҳарорат ҳарорати интиҳои ро чӣ тавр меёбанд?

Машқи 3.10

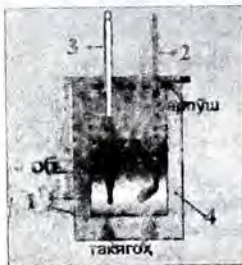
1. Ҳарорати як истакон об дар натиҷаи ба он додани 30 Ҷ гармо чӣ қадар тағйир меёбад? Фунҷиоши истаконро 200 см³ гиред. (Ҷавоб: 0,03 °С)

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

3.11. Калориметр

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

Калориметр аз ду зарфи филизии сайқалии дарунбадарун (1), чархҷӯб (2) ва ҳароратсанҷ (3) иборат аст (рас.3.11.1). Фазои 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.



Рас.3.11.1

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

$$\boxed{\text{Миқдори гармои талафдодаи ҷисм}} = \boxed{\text{Миқдори гармои гирифтаи об}} + \boxed{\text{Миқдори гармои гирифтаи калориметр}}$$

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:

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

Дар ин ҷо c_x ва m_x гармогунҷоиши хос ва массаи калориметр (зарфи хурд дар якҷоягӣ бо чархчӯб) ҳастанду, t_2 - ҳарорати ибтидоӣ ва t - ҳарорати интиҳӣ.

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

$$Q_1 = m_1 c_1 (t_1 - t) \quad (4)$$

аст. Дар ин ҷо m_1 , c_1 , t_1 масса, гармигунҷоиш ва ҳарорати ибтидоии ҷисм мебошанд.

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

$$m_1 c_1 (t_2 - t) = m_{\text{об}} c_{\text{об}} (t - t_{\text{об}}) + m_x c_x (t - t_{\text{об}})$$

Ҳамин тавр, мо қиматҳои m_1 , m_x , $m_{\text{об}}$, $c_{\text{об}}$, c_x -ро истифода карда, ҳароратҳои t_1 , t_2 , t -ро чен карда, гармигунҷоиши ҷисм c_1 -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 интиҳӣ 30 °С, гунҷоиши хоси алюмин 0,2 ккал/кг °С ва об 1 ккал/кг °С мебошанд.

Додаҳо :

$$\begin{aligned}
m_{\chi} &= 120 \text{ г} = 0,12 \text{ кг}, \\
m_{\text{о6}} &= 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}, \\
m_x &= 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}, \\
c_x &= 0,22 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C} \\
t_x &= 530 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
c_{\text{о6}} &= 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}, \\
t_{\text{о6}} &= t = 10 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
t &= 30 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
c_x &= ?
\end{aligned}$$

Ҳал: Миқдори гармие, ки онро оби калориметр гирифтааст

$$\begin{aligned}
Q_{\text{о6}} &= c_{\text{о6}} m_{\text{о6}} (t - t_{\text{о6}}) = \\
&= 1 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C} \cdot 0,4 \text{ кг} (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 8 \text{ ккал}
\end{aligned}$$

асту миқдори гармие, ки онро чархчӯб ва калориметр гирифтаанд,

$$Q_x = c_x m_x (t - t_x) =$$

$$= 0,22 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C} = 0,88 \text{ ккал}.$$

Миқдори гармои талафдодаи хӯла ин қадар аст:

$$Q_x = c_x m_x (t_x - t) =$$

$$= c_x 0,12 \text{ кг} \cdot (530^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = c_x 0,12 \text{ кг} \cdot 500 \text{ } ^\circ\text{C} = 60 \text{ кг} \cdot ^\circ\text{C} c_x$$

Азбаски

$$Q_x = Q_{\text{о6}} + Q_x$$

аст, пас,

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

Ё ин ки

$$c_x \approx 0,15 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}.$$

Масъалаи 2. Ба болои 500 г оби зарфи калориметр, ки ҳарораташ $15 \text{ } ^\circ\text{C}$ аст, 200 г оби ҷӯшон рехтанд. Дар натиҷаи санҷиш маълум шуд, ки ҳарорати интиҳории калориметр 35°C аст. Миқдори гармои аз оби ҷӯшон гирифтаи 1) калориметр ва 2) оби зарфу калориметрро ёбед. ($c_{\text{о6}} = 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}$).

Додаҳо :

$$\begin{aligned}
m_{\text{о6}} &= 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}, \\
m_{\chi} &= 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}, \\
c_{\text{о6}} &= 1 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C}, \\
t_x &= 15^\circ\text{C}, \\
t_{\chi} &= 100^\circ\text{C}, \\
t &= 35^\circ\text{C} \\
Q_{\chi} &= ? \quad Q_{\text{о6}} = ?
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
Q_{\chi} &= c_{\text{о6}} m_{\text{о6}} (t_{\chi} - t) = \\
&= 1 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}) = 13 \text{ ккал}.
\end{aligned}$$

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

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

Азбаски

$$Q_ч = Q_{об} + Q_к$$

аст, пас:

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



1. Бо калориметр чӣ гуна бузургиҳоро чен мекунад?
2. Миқдори гармои талафдодаи ҷисро чӣ тавр меёбанд?
3. Оё миқдори гармои талафдодаи ҷисм бе асар гум мешавад?

Машқи 3.11

1. Баъди ба калориметри 100-гиромии миссини 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 мекунад. 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 сӯзишвориро маъмулан бо ҳарфи q ишорат мекунанд. Дар СИ сӯзиши сӯзишвориро бо воҳиди Ч/кг ифода мекунанд. Агар миқдори гармои хоси 1 кг сӯзишворӣ маълум бошад, миқдори гармои хориҷшавандаро барои миқдори дилхоҳи сӯзишворӣ ёфтани осон аст. Барои ин массаи сӯзишвории истифодашударо ба миқдори гармои сӯзиш зарб задан меояд:

$$Q = q m.$$

✓ Дар ин ҷо Q миқдори умумии гармои хориҷшуда аст, m — массаи сӯзишворӣ. ✓

Дар ҷадв. 3.12.1 миқдори гармои хоси сӯзиши баъзе сӯзишвориҳо оварда шудааст (натиҷаҳои таҷрибавӣ).

Ҷадвали 3.12.1

Миқдори гармои сӯзиши сӯзишворӣ, Ч/кг (q)			
Чӯби хушк	10000000	Ангишти чӯб	34000000
Торф	14000000	Гази табиӣ	44000000
Ангиштсанг	30000000	Нафт	40000000
Алкул (спирт)	27000000	Бензин	46000000
Кокс	29000000	Карасин	46000000
Антрацит	30000000	Ҳидроген	120000000

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

Додаҳо:

$$m_1 = 1000 \text{ кг},$$

$$\frac{m_2}{Q_1} = \frac{100 \text{ кг}}{?} \quad Q_2 = ?$$

Ҳал: Аз ҷадвали 3.12.1 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:

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

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 иҷро кардаи 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 сӯхрани ангиштсанг 30000 кҶ/кг аст. Ин чӣ маънӣ дорад?
3. Миқдори гармоеро, ки Ҳангоми сӯзиши массаи дилхоҳи сӯзишворӣ хориҷ мешавад, чӣ тавр меёбанд?

Машқи 3.12

1. 1,5 кг алкул (спирт)-ро бо 1 кг бензин омехтанд. Ҳангоми битамом сӯхтани ин сӯзишворӣ чӣ қадар миқдори гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: $\sim 0,8610^6 \text{ кҶ}$).

2. Чӣ қадар ангиштсангро сӯхтан мебояд, ки $4,5 \cdot 10^6 \text{ кҶ}$ гармо хориҷ гардад? (Ҷавоб: 15 кг).

3. Ҳангоми сӯхтани 6 кг борут 22800 кҶ энергия хориҷ шуд. Гармои хоси сӯзиши борутро ҳисоб кунед. (Ҷавоб: $3,8 \cdot 10^6 \text{ кҶ/кг}$).

Масъалаҳои тестӣ

1. Оё энергияи механикии пурра дар сурати вучуд доштани соиш 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 қисм 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 қисм чист?

А. Энергияи ҳаракати қисм аст.

В. Энергияи ҳаракат ва энергияи потенциалии қисм аст.

С. Энергияест, ки метавонад кор иҷро кунад.

Д. Энергияи ҳаракат ва таъсири мутақобили зарраҳои таркиби қисм аст.

4. Ҳарорати -47°C -ро бо миқёси Келвин ифода кунед.

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

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

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

6. Падидаи гармигузаронӣ чӣ тавр рӯй медиҳад?

А. Гармӣ аз қисми гарм ба қисми хунук мегузарад.

В. Гармиро қисми хунук аз қисми гарм ҷазб карда мегирад.

С. Рӯйдоди гармигузаронӣ ин таҳвили энергияи ҳаракати ҳарорати молекулаҳост.

Д. Гармигузаронӣ ҳаракати озоди ботартибонаи молекулаҳост.

7. Тобиш (нурафканӣ) чист?

А. Нақли гармо аз қисми гарм ба қисми сард бо роҳи

мигузаронӣ.

В. Нақли гармо бо роҳи конвексия.

С. Кам шудани ҳарорати ҷисм бо роҳи гармигузаронӣ ва конвексия.

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

8. Дар СИ миқдори гармо бо кадом воҳид ифода карда мешавад?

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

9. Воҳиди гармигунҷоиши хос чӣ гуна аст?

А) Ҷ/кг ; В) $\text{Ҷ/кг}^\circ\text{С}$; 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 яххелаанд. Оё дар сурати ба ҳарду зарф додани гармои яххела ҳароратҳои интиҳои моеъҳо фарқ мекунанд?

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

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

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? ($c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г } ^\circ\text{С}$).

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

13. 200 г оби ҳарораташ 10°С -ро бо 160 г оби ҳарораташ 100°С омехтанд. Ҳарорати интиҳои оби омехтаро 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. Дар ваннаи гунҷоишаш 100 л оби ҳарораташ 10°С -ро бо оби ҳарораташ 60°С омехтанд. Барои он ки ҳарорати оби ванна 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 ($^\circ\text{t}$) баланд мешавад? ($c = 500 \text{ Ҷ/кг } ^\circ\text{С}$).

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 он сарф шудааст, энергияи дохилии қисм чӣ қадар тағйир меёбад? (Ҷавоб: $\approx 50\text{ Ҷ}$)

2. Энергияи дохилии гази хайёлие(гази идеалие), ки аз 10^{23} молекула иборат аст, ҳангоми $10\text{ }^\circ\text{C}$ зиёд шудани ҳарораташ чӣ қадар меафзояд? (Ҷавоб : $\approx 21\text{ Ҷ}$).

3. Миқдори гармоеро ёбед, ки ҳангоми аз $90\text{ }^\circ\text{C}$ то $20\text{ }^\circ\text{C}$ паст шудани ҳарорати 20 кг пӯлод хориҷ мегардад. (Ҷавоб: $\approx 700\text{кҶ}$).

4. Ҳангоми 1 дақиқа сойиш додани ду қисми пӯлодини массаи ҳар якеаш 200 г ҳарорати онҳо то $30\text{ }^\circ\text{C}$ афзуд. Тавони миёнаи амали сойиш доданро ёбед.

5. Пораи сурбе аз баландии 400м 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? ($c=140\text{Ҷ/кг }^\circ\text{C}$). (Ҷавоб : $\sim 1,1\text{ }^\circ\text{C}$).

6. Тири сурбӣ аз дули силоҳ бо суръати 200 м/с парида афтид. Агар 84% энергияи кинетикии тир ба энергияи дохилии он табдил ёбад, вай чанд градус гарм мешавад? Ҷавоб: $20\text{ }^\circ\text{C}$).

7. 300 г равғани ҳарораташ $80\text{ }^\circ\text{C}$ -ро бо 100 г равғани ҳарораташ $20\text{ }^\circ\text{C}$ омехтанд. Ҳарорати интиҳоиро ёбед. (Ҷавоб : $65\text{ }^\circ\text{C}$).

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

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

10. Агар пораи 200-гиромии мисини ҳарораташ $210\text{ }^\circ\text{C}$ ба зарфи обдори алуминии калориметр, ки массааш 180г ва ҳарораташ $11\text{ }^\circ\text{C}$ аст, андохта шавад, ҳарорати интиҳоӣ он чӣ қадар мешавад? Массаи оби калориметрро 800 г гиред.

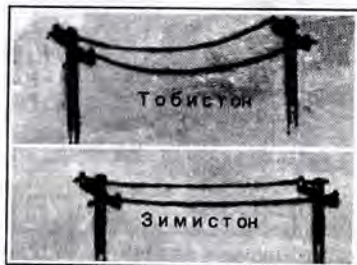
БОБИ 4. ВАСЕЪШУДИ ҲАРОРАТӢ

4.1 Васеъшуди хаттии ҷисмҳои сахт

Биёед, ҳодисаҳои 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 намегузарад (рас.4.1.1); симҳои телефон, симҳои барқрасони



Рас.4.1.1



Рас.4.1.2

сари симҷӯбҳо тобистон халта зада, зимистон кашида (таранг) мешаванд (рас.4.1.2) ва ғ.

Сабаби чунин рӯй - додҳо ба ҳарорат бастагӣ доштани андозаи ҷисмҳо мебошад. Вобаста ба ҳарорат молекулаҳои ҷисм нисбат ба ҳамдигар мавқеи муъайян ишғол мекунанд ва бо суръати мувофиқ ба ҳарорат бефосила чунбучул 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 вобастагӣ дорад?

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

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

Дар ин ҷо β зариб (коэффисиент)-и васеъшудӣ хаттӣ 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 :

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

Ҷадвали 4.1.1

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

Зариби васеъшудӣ хаттӣ ҷисмҳо ададан ба он гуна бузургии афзоиши дарозии ҷисм баробар аст, ки онро ҷисми дарозинаш 1 воҳид ҳангоми ба 1°C гарм кардан соҳиб мешавад, яъне агар $\ell = 1$ воҳиди дарозӣ ва $t = 1^\circ\text{C}$ бошанд, он гоҳ β ададан ба $\Delta \ell$ баробар мешавад. Ченаки β 1/град ($1/^\circ\text{C}$) аст. Зариби васеъшудӣ хаттӣ барои моддаҳои гуногун дар ҷадвали 4.1.1 оварда шудааст.

Зариби васеъшудӣ 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 1 м ва 2 м-ро аз ҳарорати 20 °C то 120 °C гарм карданд. Онҳо чӣ қадарӣ дароз мешаванд (рас.4.1.3) ?

Додаҳо :

$$l_1 = 1 \text{ м,}$$

$$l_2 = 2 \text{ м,}$$

$$t_1 = 20 \text{ °C,}$$

$$t_2 = 120 \text{ °C}$$

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

Ҳал: Қимати зароби васеъшудӣ мисро аз ҷадвали 4.1.1 гирифта ($\alpha = 0,000017 \text{ °C}^{-1}$), дар асоси формулаи

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

қимати Δl -ро барои милаи

$l_1 = 1 \text{ м}$ ва милаи $l_2 = 2 \text{ м}$ 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.

Масъалаи 2. Дарозии сими алюминии сари симчӯбҳо тобистон (ҳарорати сим 50 °C) нисбат ба зимистон (ҳарорати сим 0 °C) 0,25 м зиёд мешавад. Дарозии умумии симро 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

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

Масъалаи 3. Дарозии хаткашаки

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

Додаҳо :

$$t_1 = 50 \text{ °C}$$

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

$$t_2 = 0 \text{ °C,}$$

$$\Delta l = 0,25 \text{ м}$$

$$l_0 = ?$$

Додаҳо:

$$\begin{aligned}t_0 &= 0^\circ\text{C}, \\l_0 &= 100\text{ см}, \\t &= -15^\circ\text{C}, \\ \frac{t_1}{l} &= \frac{40^\circ\text{C}}{?}, \end{aligned}$$

Ҳал: Биёед бо l_0 дарозии ҷадвалро дар ҳарорати $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ва тағйироти дарозии ҷадвалро гоҳи тағйир ёфтани ҳарорат $\Delta t = t - t_0 = t$ бо $\Delta l = l - l_0$ ишорат кунем. Дар ин ҷо l -дарозии хаткашак 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

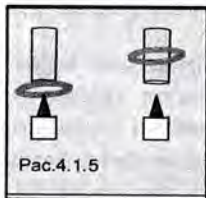
$$l = l_0 (1 + \beta t).$$

Додаҳо ро гузошта, ҳосил мекунем:

a) $l = l_0 (1 - 0,00012 \cdot 15) = 100 (1 - 0,00018) \text{ см} = 99,98 \text{ см};$

б) $l_1 = 100 (1 + 0,00048) \text{ см} = 100,048 \text{ см}.$

Ҳамин тавр, ҳангоми чен кардани андозаи ҷисмҳо васеъшудии ҳароратии хаттии ҷисмҳо ро ба назар гирифтани мебояд.



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 мебояд, то ки он озодона дар сари мила кашада шавад? ($\beta = 0,00012 \text{ 1/}^\circ\text{C}$).

Ҳал: Қутри сӯроҳии ҳалқа бо афзоиши ҳарорат ба таври хаттӣ меафзояд. Бино бар ин дар асоси формулаи (2) ҳосил мекунем:

$$\Delta l = 6,033 - 6,000$$
$$\Delta t = \frac{\Delta l}{\beta l_0} = \frac{6,033 - 6,000}{0,00012 \cdot 6} = 458,3^\circ\text{C},$$

яъне ҳалқаро камаш то ҳарорати $458,3^\circ\text{C}$ гарм кардан мебояд.

?

1. Васеъшудии ҳароратии хаттӣ чист?
2. Формулаи ифодакунандаи дарозшудии нисбиро шарҳ диҳед.
3. Оё афзоиши дарозии ҷисми гармкарданӣ ба дарозии ибтидоии ҷисм вобастагӣ дорад?

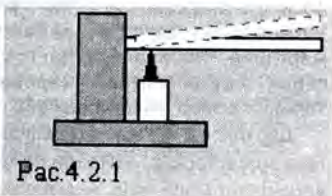
Машқи 4.1

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 васеъшудии хатии найча чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $\sim 2 \cdot 10^{-6}$)

2. Дарозии хаткашаҳои алюминӣ ва пӯлодин дар ҳарорати 0°C мувофиқан 159 см ва 160 см буд. Дар кадом ҳарорат дарозии ҳар ду сим яқхела мешавад? (Ҷавоб: 770°C).

4.2. Лавҳаҳои дуфилизи (биметалӣ)

Дар мавриди гарм кардани қисми саҳти якҷинса агар ҳама қисмҳои қисм як хел гарм шавад, онҳо як хел васеъ мешаванд ва қисм шакли худро нигоҳ медорад. Вале агар қисмҳои он қисм нобаробар

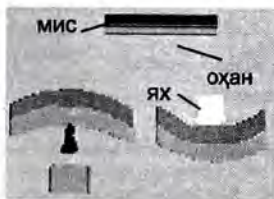


Рас.4.2.1

гарм шаванд, он қисм метавонад шакли худро тағйир диҳад, мисли он ки найчаи шишагине, ки як сараш маҳкам аст, гоҳи гарм кардан қач мешавад (рас. 4.2.1). Сабаб ин аст, ки поёни шиша нисбат ба болои он бештар дароз мешавад.

Васеъшудии хатии моддаҳо гуногун аст. Хосияти ҳархела будани зариби васеъшудии хатии маводи гуногун дар санҷиши

ҳарорат ва "идора" кардани он истифода мешавад. Ду тасмаи филизии якхелаеро, ки аз филизоти гуногун бурида, рӯйҳам часпонида шудаанд (рас.4.2.2), барои чен кардани ҳарорат ё барои низом додани кори олатҳои ҳароратӣ истифода кардан мумкин аст. Ин гуна лавҳаҳоро *лавҳаҳои дуфилизи* меноманд. Кори



Рас.4.2.2

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.4.2.3 тасвир шудааст. Ҷузъи асосии ин ҳароратсанҷро лавҳаи дуфилизи ташкил медиҳад, ки як нӯги он маҳкам аст ва нӯги дигараш бо ақрабақ пайваست мебошад. Ин ақрабақ ҳангоми гарму сард шудани ҳарорат тағйироти онро нишон медиҳад.

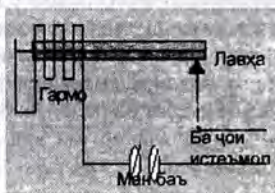


Рас.4.2.3

Дар рас.4.2.4 тарҳи содашудаи гармореле тасвир ёфтааст. Ҷузъи асосии гарморелеро низ лавҳаи дуфилизи ташкил медиҳад: ин лавҳа вазифадор аст, ки гоҳи аз ҳадди муъайян зиёд шудани ҳарорати муҳит ҷараёни барқро қатъ гардонад ва гоҳи паст шудани ҳарорат олатҳои гармоишро ба манбаъи барқ пайвандад.



Рас.4.2.4



Рас.4.2.5



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

Супориш:

Дар рас.4.2.5 термореле тасвир шудааст. Тарзи кори онро шарҳ диҳед.

4.3. Васеъшуди ҳароратии ҳаҷми ҷисмҳои сахт



Рас. 4.3.1

Дар васеъшуди ҳароратӣ бо зиёд шудани андозаи хаттии 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 ҳаҷми асту γ —зариби васеъ-

шуди ҳаҷмӣ, V — ҳаҷми ибтидоӣ ва Δt — тағйироти ҳарорат. Барои ҷисмҳои сахте, ки дар ҳама самтҳо ҳосиятҳои якхела зоҳир мекунанд, зариби васеъшуди ҳаҷмӣ γ ададан ба бузургии сечандаи зариби васеъшуди хаттӣ баробар аст:

$$\gamma = 3\beta.$$

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

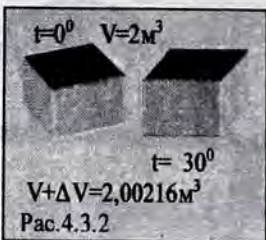
$$\Delta V = 3\beta V \Delta t.$$

Таҷриба нишон медиҳад, ки барои ёзиш додани (дароз кардани) ҷисми сахт ба он бо қувваи зиёди беруна таъсир расонидан мебояд. Масалан, барои ёзиш додани милаи пӯлодини буриши арзиаш 1 см^3 ба қадри $0,0005 \ell_0$ ба он бо қувваи 10000 Н таъсир расонидан лозим меояд. Аммо барои ҳама 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 ҷафс гузошташудаи дигар метавонад то 100000 Па 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.4.3.1), то ки он ҳангоми гарму сард шудани ҳаво дарозтару

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

Як аз моддаҳои, ки зарби васеъшудӣ хаттии ҳеле кам ($\beta = 0,000005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$) 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.



Як мисол. Ҳаҷми тахтасанги

Додаҳо :

$$V = 2 \text{ м}^3,$$

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

$$t = 30^\circ\text{C}$$

$$\beta = 0,000012 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = ?$$

бетонӣ ҳангоми 0°C будани ҳарорат 2 м^3 аст (рас.4.3.2). Агар ҳарорати он то 30°C зиёд шавад, ҳаҷми он чӣ қадар меафзояд?*

Ҳал: Васеъшудӣ ҳаҷми бетон

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

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

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

$$= 0,00216 \text{ м}^3 = 21600 \text{ см}^3$$

Додаҳо :

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

$$t_2 = 50^\circ\text{C}$$

$$V = 100 \text{ л.}$$

$$\Delta V = ?$$

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

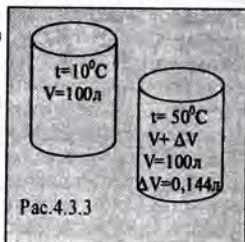
Ҳал: Васеъшудӣ ҳаҷми зарфро ин тавр меёбем (рас.4.3.3):

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

$$= 0,144 \text{ л}$$



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



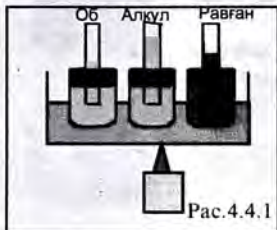
Машқи 4.3

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

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

4.4. Васеъшуди ҳаҷмии моеъҳо

Ба сабаби он ки моеъҳо ва газҳо шакли худро нигоҳ дошта наметавонанд, барои онҳо



васеъшуди хаттӣ маънӣ надорад. Санҷиш нишон дод, ки дар сурати кам будани тағйироти ҳаҷм ΔV (яъне кам будани ΔV нисбат ба ҳаҷми аввала V) таносуби

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

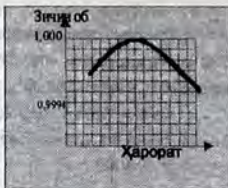
барои моеъҳо низ дуруст аст. Вале зариби васеъшуди ҳаҷмӣ θ барои моеъҳо нисбат ба ҷисмҳои сахт хеле зиёд мебошад. Моеъҳои гуногун вобаста ба

хосияти сохти молекулии атомҳои он 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. 4.4.1). Зариби васеъшуди ҳаҷмӣ барои баъзе моеъҳо дар қадв.4.4.1 оварда шудааст.

Қадв. 4.4.1

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

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.4.4.2). Ба ҳамин сабаб дар кӯлҳо ва ҳавзҳо танҳо сатҳи болоии об ях мебандад.



Рас.4.4.2

Масъалаи 1. Ҳаҷми карасин ҳангоми гарм кардан $\Delta V = 20\text{ см}^3$ афзуд (рас.4.4.3). Миқдори гармои сарфшударо ёбед ($\rho_k = 0,8\text{ г/см}^3$).



Рас. 4.4.3

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

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

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

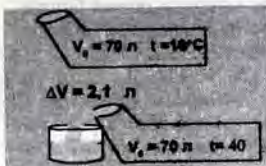
аст, бинобар ин

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

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 зариби васеъшудани он θ -ро аз ҷадвалҳои 3.2 ва 4.4.1 гирифта, ёбем: $Q = 33,6\text{ Ҷ}$.



Масъалаи 2. Зарфи ҳаҷмаш 70л лабрэзи карасини ҳарораташ 10 °С аст (рас.4.4.4). Бо таъсири шуоъҳои Офтоб карасин то ҳарорати 40 °С гарм шуд. Чанд литр карасин аз зарф берун мерезад?

Рас.4.4.1

Додаҳо :
 $V = 70 \text{ л}$,
 $t_1 = 10^\circ\text{C}$,
 $t_2 = 40^\circ\text{C}$
 $\Delta V = ?$

Ҳал: Ҳангоми аз ҳарорати 10 °С то 40 °С гарм шудан, ҳаҷми карасин ба бузургии

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

меафзояд. Қимати θ -ро барои карасин аз ҷадвали 4.4.1 гирифта, ҳосил мекунем:

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



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

Машқи 4.4

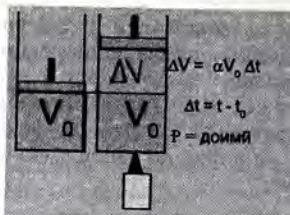
1. Ҳаҷми бензин ҳангоми гарм кардан 40см³ афзуд. Миқдори гармон сарфшударо ёбед ($\rho_0 = 0,71 \text{ г/см}^3$).
2. 100 см³ оби ҳарораташ 10 °С бо таъсири шуоъҳои Офтоб то ҳарорати 40°C гарм шуд. Ҳаҷми об чӣ қадар зиёд мешавад?

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 фаронсавӣ Гей-Луссак (1778-1850) вобастагии ҳаҷми газро ба ҳарорат бевосита дар таҷриба омӯхта, муқаррар кардааст, ки ҳангоми доимӣ будани фишори газҳо P , зарифи васеъшудани ҳаҷми газҳо

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

мебошад. Ва тағйироти ҳаҷми газ ΔV бо тағйироти ҳарорат



Рас. 4.5.1

Δt дар мавриди доимӣ будани фишор чунин бастагӣ дорад (рас.4.5.1):

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

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 ишора карда ($\Delta V = V_t - V_0$)

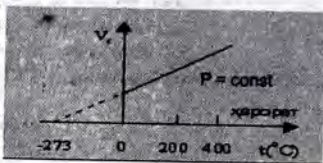
формулаи (1)-ро ба шакли зер нависем :

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

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.4.5.2 нигора (график)-и вобастагии ҳаҷми ҷисм ба ҳарорат тасвир ёфтааст.



Рас. 4.5.2

Ҳамин тавр, ҳангоми бо $^\circ\text{C}$ ифода кардани ҳарорат ҳаҷм дар ҳарорати $t = 0^\circ\text{C}$ сифр 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 (рас.4.5.3):

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

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

<p>Додаҳо :</p> <p>$V_0 = 5$ л,</p> <p>$t_1 = 0^\circ\text{C}$,</p> <p>$t_2 = 100^\circ\text{C}$</p> <p>$\alpha = 0,0036 \text{ 1/}^\circ\text{C}$</p> <p>$V = ?$</p>
--

Ҳал: Аз шартӣ 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:

$$V = 5 \text{ л} (1 + 0,0036 \cdot 100) = 5 (1,38) \text{ л} = 6,8 \text{ л}.$$

Масъалаи 2. Зарф дар ҳарорати 27 °С 100 л ҳаво дорад. Ҳарорати мутлақро ёбед, ки дар он ҳаҷми газ то ба 50 л дар фишори дойимӣ 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 мавриди ҳарорати T_1 ,

$$V_1 = V_0 \alpha T_1$$

ва дар ҳарорати T_2

$$V_2 = V_0 \alpha T_2$$

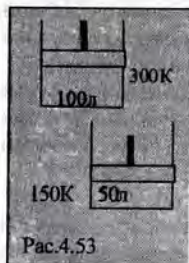
аст. V_2 - ро ба V_1 тақсим мекунем:

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

ба ин хулоса меоём:

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

Масъалаи 3. Ҳаҷми газ дар пуфак дар мавриди ҳарорат 7°С 3л аст. Ҳангоми -73 °С будани ҳарорат дар фишори дойимӣ 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,

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = 2,14\text{ л аст (рас.4.5.4)}.$$



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



Машқи 4.5

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

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

4.6. Вобастагии фишори газ ба тағйироти ҳарорат

Дар мавриди доимӣ 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 доимӣ мондани ҳаҷми газ тағйироти фишор ΔP ба тағйироти ҳарорат Δt ва фишори аввалаи ҷисм P_0 мутаносиб аст:

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

Дар ин ҷо α зариф (коэффициент)-и тағйироти 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 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 ба тағйироти ҳарорат $\Delta t = t - t_0 = t$ метавонем ба шакли зайл нависем:

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

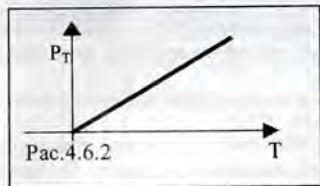
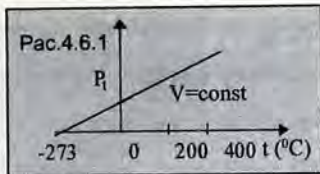
ё ин ки

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

Дар ин ҷо P_t фишори газ дар мавриди t будани ҳарорати газ аст. Формулаи (3) вобастагии фишорро ба ҳарорат дар мавриди бо градусҳои Селсий ($^\circ\text{C}$) овардани t ифода мекунад.

Нигора (график)-и ҳамбастагии фишор бо ҳарорат (бо градусҳои Селсий $^\circ\text{C}$) ҳангоми доимӣ мондани ҳаҷм дар рас.4.6.1 тасвир шудааст.

Дар мавриди бо миқёси Келвин ифода шудани ҳарорат дар



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

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

Нигораи вобастагии фишори газ ба ҳарорат дар мавриди доимӣ будани ҳаҷм дар рас.4.6.2 оварда шудааст.

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

Масъалаи 1. Фишори газ дар ҳарорати 27°C ба 5 атм баробар аст. Фишори ҳамон

газро барои ҳарорати 127°C ёбед (ҳаҷми газро доимӣ пиндоред).

Додаҳо:

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$P_0 = 5 \text{ атм,}$$

$$T_2 = 400 \text{ K}$$

$$P_1 = ?$$

Ҳал: Фишори газ дар ҳарорати T_1 ,

$$P_1 = \alpha P_0 T_1$$

асту дар ҳарорати T_2

$$P_2 = \alpha P_0 T_2.$$

мебошад. P_2 -ро ба P_1 тақсим карда, ҳосил мекунем:

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

?

1. Тағйироти фишор ба чӣ гуна бузургиҳо вобастагӣ дорад?
2. Фишори газ бо ҳарорати Селсий чӣ гуна алоқамандӣ дорад?
3. Фишори газ ба ҳарорати мутлақ чӣ вобастагӣ дорад?

Машқи 4.6

1. Дар ҳарорати 0°C фишорро 0,65 атм пиндошта, нигораи вобастагии фишори газро ба ҳарорат дар мавриди аз 0°C то 100°C гарм шудани он созед.

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

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 доимӣ будани фишор ва вобастагии фишор ба ҳарорат дар мавриди доимӣ будани ҳаҷм муойина гардид.

Фарояндҳои фарояндҳои доимӣ мондани фишори газ рӯй медиҳанд, фарояндҳои **изобарӣ** мегӯянд.

Рӯйдодҳо, 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 (1627-1691) ва олими фронтсавӣ Мариотт (1620-1684) вобастагии фишори газро ба ҳаҷм бевосита дар таҷриба омӯхта, аз ҳамдигар новобаста муқаррар карданд, ки дар **мавриди доимӣ будани ҳарорати газ T** фишори он ба ҳаҷми ишғолкардааш 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 асоси формулаи 4.7.1 ҳосил мекунем:

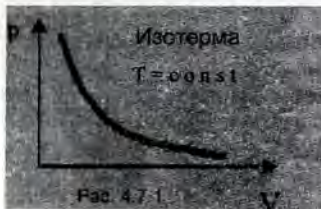
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (2)$$

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 ба ҳаҷми он дар мавриди собит мондани ҳарорат бузургии доимӣ мебошад.**

Нигораи изотерма, яъне ҳамбастагии фишор ба ҳаҷм барои мавриди собит мондани ҳарорат дар расми 4.7.1 оварда шудааст.



Масъалаи 1. Дар фишори 2 ат газ ҳаҷми 20 л-ро ишғол мекунад. Хангоми 5 ат будани фишор газ чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? ҳароратро дойимӣ пиндоред.

Додаҳо:

$$P_1 = 2 \text{ ат},$$

$$V_1 = 20 \text{ л},$$

$$P_2 = 5 \text{ ат}$$

$$V_2 = ?$$

Ҳал: Дар асоси формулаи (3)

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

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

$$V_2 = 8 \text{ л.}$$

Масъалаи 2. Ду зарф дорем, ки ҳаҷми яке 5л аст (ва дар дарунаш ҳаво дорад бо фишори 3 атм) ва ҳаҷми дигаре (холӣ) 1л аст. Дар сурати пайваст кардани зарфҳо фишори умуми онҳо чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:

$$V_1 = 5 \text{ л},$$

$$P_1 = 3 \text{ атм},$$

$$V' = 1 \text{ л}$$

$$P_2 = ?$$

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

$$V_2 = V_1 + V'$$

-ро ишғол мекунанд. Бино бар ин аз рӯи формулаи (3) барои фишори барқароршуда 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 мекунанд?

Машқи 4.7

1. Изотермаи $PV = 10 \text{ атм.см}^3$ -ро дар коғазе тасвир созед, ки ҳар як хоначаи он ҳамчун 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 мурвати мисин гарм бошанд, мурватро тоб дода даровардан осон аст. Чаро?

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

В) Ҳангоми гарм кардан сатҳи болти оҳанин кам шуда, сатҳи мурват 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 баланд 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 ҳарорати он то -25°C паст шавад, дарозии он 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? ($\beta = 0,000012 \text{ } 1/^\circ\text{C}$).

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

5. Зариби васеъшудии хаттии ҷисми 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 робита надорад.

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

6. Ҳаҷми параллелепипеди 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? ($\beta = 0,000009\text{ 1/ }^\circ\text{C}$).

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 мерезад? ($\theta = 0,00021\text{ 1/ }^\circ\text{C}$).

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 пиндоред.

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 доимӣ пиндоред ($\alpha = 1/273\text{ }^\circ\text{C}$).

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

Чанд масъала

1. Сими алюминии дарозиаш 100 м-ро аз ҳарорати $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ то $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм карданд. Дарозии он чӣ қадар тағйир ёфт? (Ҷавоб: 12,5 см).

2. Ба ниммеҳвари мошини сабукрав ғелак (подшипник) шинондан лозим аст. Қутри меҳвар 7,033 см асту қутри дохилии ҳалқа 7,000 см. Ҳалқаро то кадом ҳарорат гарм кардан мебояд? (Меҳвар ва ғелак оҳанинанд). (Ҷавоб: $414\text{ }^{\circ}\text{C}$).

3. Кураи пӯлодини ҳаҷмаш 250 см^3 -ро аз ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ то ҳарорати $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм карданд. Ҳаҷми он чӣ қадар меафзояд? (Ҷавоб: $13,5\text{ см}^3$).

4. Роҳи мошингарди бетонӣ аз тахтасангҳои дарозиашон 20 м сохта шудааст. Фосилаи байни тахтасангҳо бояд чӣ қадарӣ бошад, ки дар сурати тағйир ёфтани ҳарорат дар ҳудуди аз $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ то $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ роҳ пасто баланд нашавад?

5. Карасин дар ҳарорати $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳаҷми 1000 л-ро ишғол мекунад. Дар ҳарорати $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ чӣ? (Ҷавоб: 1050 л).

6. Дар маҳзан-вағони роҳи оҳан 50 000 л нафтро аз Архангелск (дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) ба Душанбе оварданд. Ҳарорати ҳаво дар Душанбе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ буд. Ҳаҷми нафт дар Душанбе чӣ қадар зиёд мешавад? (Ҷавоб: 1425 л).

7. Гази ҳарораташ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ва ҳаҷмаш 100 л-ро чанд градус сард кардан мебояд, ки ҳаҷмаш 50 л шавад? (Ҷавоб: $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$).

8. 10 л газро ба тағйири фишор аз ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ то $136\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм мекунанд. Газ пас аз гарм кардан чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? (Ҷавоб: 15 л).

9. Газ дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ фишори 2 атм ($1\text{ атм}=1,013\text{ Н/м}^2$) дорад. Агар газро то ҳарорати $68\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кунанд, фишори он чӣ қадар мешавад? (Ҷавоб : 2,5 атм).

10. Ҳаҷми газ дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 100л аст. Ин ҳаҷм дар ҳарорати $273\text{ }^{\circ}\text{C}$ чӣ қадар зиёд мешавад? Ҳаҷмро собит (дойимӣ) пиндоред. (Ҷавоб: 200 л).

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

5.1. Ҳолатҳои вогардишии моддаҳо

Тавре ки ба мо маълум аст, моддаҳо дар се ҳолати вогардишӣ (ҳолати агрегатӣ) вомехӯранд—моеъ, сахт, газ.

Ҳолатҳои вогардишӣ бо тарзи ҷойгирифти молекулаҳо алоқаманд мебошанд. Аз ҳамон як навъи молекулаҳо вобаста ба тарзи ҷойгирифти онҳо модда метавонад дар ҳолати сахтӣ, моеъ ва ҳолати газӣ пайдо шавад. Ях, об, бухор аз ҷумлаи мисолҳои аёнианд, ки аз ҳамон як нав 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 (концентрасияи молекулаҳо) n баробар аст:

$$\rho = m n.$$

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

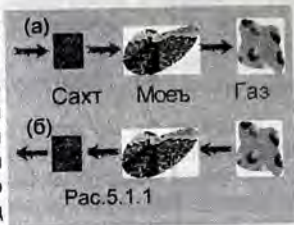
$$\frac{\rho_{\text{об}}}{\rho_{\text{х}}} = \frac{958,4\text{ кг/м}^3}{0,596\text{ кг/м}^3} = 1600$$

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 вогардишӣ ба ҳолати дигари вогардишӣ 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.5.1.1, а).



Ва, баръакси ин, гармо (энергия)-и моддаро гирифта, газро ба моеъ ва моеъро ба ҷисми сахт табдил додан мумкин аст (рас.5.1.1,б).

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

?

1. Ҳолати вогардишии модда ба кадом бузургиҳо алоқамандӣ дорад?
2. Дар мавриди маълум будани миқдори ҳаҷмии молекулаҳои моеъ миқдори ҳаҷмии молекулаҳои газро чӣ тавр муъайян кардан мебоҷад? миқдори ҳаҷмии молекулаҳои ҷисмро дар ҳолати сахтӣ чӣ?

Машқи 5.1

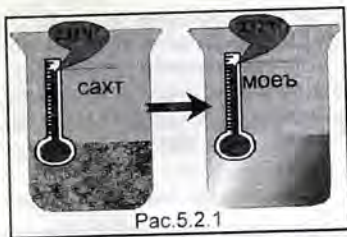
1. Миқдори ҳаҷмии молекулаҳои атомҳои алюминро муъайян кунед. Зичии алюминро $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ва массаи атоми онро $4,48 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ гиред. (Ҷавоб: $6 \cdot 10^{29} \text{ м}^{-3}$).

2. Миқдори ҳаҷмии молекулаҳои бухори симоб (Hg) дар ҳаво $3 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$ аст. Зичии онро ёбед ($m = 3,34 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$). (Ҷавоб: 10^{-9} кг/м^3).

5.2. Гудозиш

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

Табдили моддаро аз ҳолати сахт ба ҳолати моеъ гудозиш меноманд.



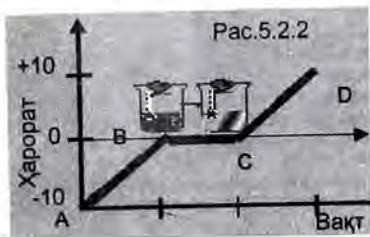
Рас.5.2.1

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 ташкил-

диҳандаи онҳо бетартибона ҷой гирифтаанд, яъне низоми муъайян надоранд. Барои ғудохтани 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 ғудохта мешавад, ҳарорати ғудозиш меноманд.

Ҳарорати ғудозиш барои моддаҳои гуногун ҳархела аст ва бо хосиятҳои физикии модда алоқамандӣ дорад. Масалан, нафталин дар ҳарорати 80°C , натрий дар 98°C , қалъагӣ дар 232°C , ях дар ҳарорати 0°C ва ғ. ғудохта мешаванд. Ҳангоми гарм кардани моддаи булӯрӣ ҳарорати он то ибтидои ғудозиши ҷисм меафзояд, вале дар ҳоли ғудозишашон ҳарорат баланд намешавад. Яъне дар ҳамон як ҳарорат ғудозиши ҷисмҳои сахт модда метавонад дар як вақт ҳам дар ҳоли сахтӣ бошад, ҳам дар ҳолати моеъ. Ҳарорати модда дар ин маврид собит мемонад (рас.5.2.1).



Рас.5.2.2

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

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

бо зиёд кардани мuddати гармоиш ҳарорати он то $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ меафзояд (рас.5.2.2, қитъаи А В). Дар ҷараёни пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорат $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ дойимӣ мемонад (қитъаи ВС). Баъди гудохт боз ҳарорат бо афзоиши мuddати гармкард меафзояд (қитъаи СД). Дар ҷадвали 5.2.1 ҳарорати гудозиш (сахтшуд)-и моддаҳои гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали 5.2.1

Модда	Ҳарорати гудозиш, $^{\circ}\text{C}$	Модда	Ҳарорати гудозиш, $^{\circ}\text{C}$
ангишт	3300	магний	650
волфрам	3370	руҳ	419
платина	1774	сурб	327
оҳан	1535	висмут	271
ҷўяни сафед	1200	арзиз (қалъагӣ)	232
мис	1083	калий	63
тилло	1063	ях	0
латун	1000	симоб	-39
нукра	961	оксиген	-219
биринҷӣ	900	ҳидроген	-253
алумин	658	ҳелий	-272
бензол	5,5	алкул (спирт)	-144

1. Гудозиш (гудохт) чист?
2. Ҳарорати гудозиш чист?
3. Яхи ҳарораташ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ро дар ҷӣ гуна шароит ба оби соҳиби ҳамин гуна ҳарорат табдил меёбад?

?

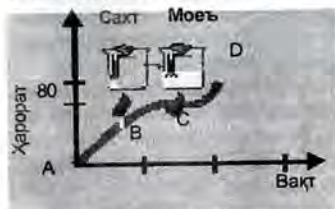
Супориш

1. Навъи моддаҳои гуногунро, ки ҳарорати гудозишашон аз $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ кам аст, номбар карда, сабаби дар рӯи Замин 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.

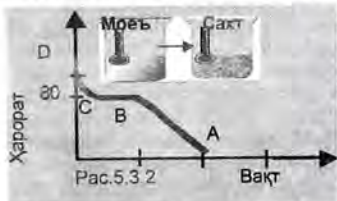


Биёед, барои муқоиса нигораи фароянди гудозишро хотирнишон кунем. Дар рас.5.3.1 нигораи гудозиши нафталин, яъне вобастагии ҳарорати нафталин ба муддати гармодихӣ тасвир шудааст.

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 гармодихӣ ҳарорати нафталини моеъ меафзояд (қитъаи CD).

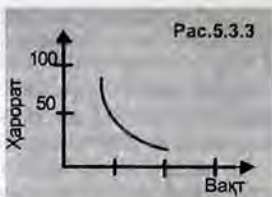
Акнун рафти сард шудани нафталинробинем (рас.5.3.2). Бо афзоиши муддати сардшуд дар аввал ҳарорати нафталин кам мешавад (қитъаи DC).

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.



Ҷисми булӯринсохтор дар ҳар ҳарорате, ки гудохта шавад, дар ҳамон ҳарорат сахт мешавад (расмҳои 5.3.1 ва 5.3.2 -ро муқоиса кунед).

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 бефосила дорад. Ин он гуна маънӣ дорад, ки ҷисмҳои аморфӣ ҳангоми гарм кардан бефосила мулоим шудан мегиранд. Дар рас.5.3.3 нигораи сахтшудӣ қир оварда шудааст.



Ҳамин тавр, аз вобастагии ҳарорати моддаҳои аморфӣ ба муддати гармодиҳӣ хулоса баровардан мумкин аст, ки ин моддаҳо ҳангоми сахт шудан ба ҳолати дигари вогардиш намегузаранд. Сахтшудӣ шиша, қир, канифол ва монанди инҳо фароянди ғализ шудани онҳо мебошад. Масалан, шишаро метавонем ҳамчун моеъи ғафс (ғализ) мавриди баррасӣ қарор диҳем.



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

5.4. Гармои хоси гудозиш

Ҳангоми гарм кардани ях ҳарорати он то $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ афзуда, баъд то пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорат дойимӣ мемонад. Амали дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм кардани ях онро ба оби ҳарораташ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ табдил медиҳад. Ин аз он далолат мекунад, ки энергияи дохилии яхи ҳарораташ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ назар ба энергияи дохилии оби $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 дохилии афзоиши энергияи потенциалиро боис

мегардад.

Ҳамин тавр, энергияи дохилии моддаи булӯринсохтор ҳамеша назар ба энергияи дохилии гудохтаи он дар ҳамон ҳарорат кам аст, яъне ҳолати ба низоми молекулаҳо назар ба ҳолати бетартибонаи онҳо энергияи камтареро соҳиб мебошад. 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 гудозишро бо ҳарфи L ишорат мекунанд.

Гармои хоси гудозишро бо воҳидҳои $Ҷ/кг$ ($ё$ кал/г, ккал/кг) ифода карда мешавад.

Гармои хоси гудозиши баъзе моддаҳо дар ҷадвали 5.4 оварда шудааст.

Ҷадвали 5.4

Модда	$L, Ҷ/К$	$L, ккал/кг$	Модда	$L, Ҷ/К$	$L, ккал/кг$
алумин	$3,9 \cdot 10^5$	92	бензол	$1,26 \cdot 10^5$	30
ях	$3,4 \cdot 10^5$	80	нукра	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 (қалъағӣ)	$0,59 \cdot 10^5$	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 дар ҳарорати гудозиш аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ табдил додани миқдори моддаи массааш m зарур аст, ин тавр ёфта мешавад:

$$Q = Lm.$$

Масъалаи 1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои ба об

табдил додани 10 кг ях (дар ҳарорати 0 °C) зарур аст ва онро бо Ч ва ккал ифода кунед.

Додаҳо :

$$m = 10 \text{ кг,}$$

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

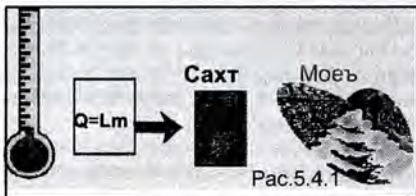
$$Q = ?$$

Ҳал. Миқдори гармое, ки барои ба об табдил додани ях лозим аст (рас.5.4.1):

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

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.5.4.2).

Додаҳо :

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

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

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

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

$$L_{\text{ях}} = 80 \text{ кал/г,}$$

$$m = 150 \text{ г}$$

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

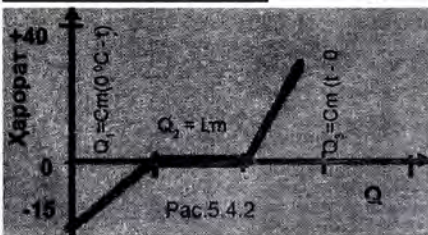
Ҳал: I. Миқдори гармое, ки барои оби ҳарораташ -15 °C-ро ба оби ҳарораташ 0 °C табдил додан зарур аст, чунин ёфта мешавад:

$$Q_1 = m_1 c_{\text{ях}} (0 \text{ }^\circ\text{C} - t_1) =$$

$$= 150\text{г} \cdot 0,5\text{кал/г }^\circ\text{C} \cdot 15 \text{ }^\circ\text{C} = 1125\text{кал.}$$

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

$$Q_2 = Lm = 12000 \text{ кал.}$$



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

$$Q_3 = c_{\text{об}} m (t_2 - 0) =$$

$$= 6000\text{кал}$$

мебошад.

Пас, ин аст гармои пурра:

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



1. Гармои хоси гудоziш чист?
2. Гармои хоси гудоziши мис $2,1 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг аст}$. Ин чй маъно дорад?
3. Дар ҳарорати гудоziш барои ба моеъ табдил додани 1 кг алюмин ба он чй қадар гармо додан мебояд? барои ба моеъ табдил додани ҳамин миқдор пӯлод чй?

Машқи 5.4

1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои 5 кг алюминро дар ҳарорати гудоziш ба моеъ табдил додан зарур аст. (Ҷавоб: 460 ккал).
1. Барои гудохтани 5 кг оҳани ҳарораташ $39 \text{ }^\circ\text{C}$ чй қадар миқдори гармо сарф кардан мебояд. (Ҷавоб: $3,45 \cdot 10^4 \text{ Дж}$).

5.5. Хориҷ гардидани гармо ҳангоми сахтшудани моддаҳо

Барои гудохтани модда, яъне барои аз ҳоли сахтӣ ба ҳоли моеъ гузаронидани модда ба он аз берун гармо додан мебояд. Баръакс, ҳангоми аз ҳоли моеъ ба ҳоли сахтӣ гузаштан модда ба миқдори муъайян гармо хориҷ мекунад ва бо ин восита энергия дохилии худро тағйир медиҳад, зеро дар ҳамаи сахтшудани модда энергияи кинетикии молекулаҳо кам мешавад ва сохти ҷойгирифтаи онҳо тағйир меёбад.

Чй тавре қайд кардем, энергияи дохилии моддаи булӯринсохтор дар ҳарорати гудоziш нисбат ба энергияи дохилии ҳамон модда дар ҳолати моеъ будани он кам аст. Таҷриба нишон медиҳад, ки дар ҳарорати гудоziш 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 гудоziш ва гармои хоси сахтшуд айнақдигаранд.

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

Масъалаи 1. Миқдори гарми (энергия)-ро ёбед, ки ҳангоми ба ях табдил ёфтани 200 г оби ҳарораташ $40 \text{ }^\circ\text{C}$ лозим меояд.

Додаҳо :

$$m = 200 \text{ г},$$

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

$$t_1 = 40^\circ\text{C},$$

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

$$L = 80 \text{ кал/г}$$

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

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

$$Q_1 = c_1 m (t_1 - t_2) = 8000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармое, ки оби Ҳарораташ 0°C Ҳангоми ба яхи Ҳарораташ 0°C

бадал шудан талаф медиҳад, ин аст:

$$Q_2 = L m = 16000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармои пурра ин қадар хоҳад буд (рас. 5.5.1):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 24000 \text{ кал.}$$

Масъалаи 2. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро 2,5 кг бензол Ҳангоми дар Ҳарорати сахтшуд аз ҳоли моеъ ба ҳоли сахтӣ гузаштан хорич мегардонад. Натиҷаро бо кҶ ва ккал ифода кунед (рас.5.5.2).

Додаҳо :

$$m = 2,5 \text{ кг}$$

$$Q = ?$$

Ҳал: Энергияе, ки Ҳангоми табдил ёфтани бензоли моеъ ба бензоли сахт хорич мегардад, ин қадар аст:

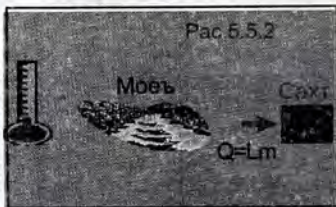
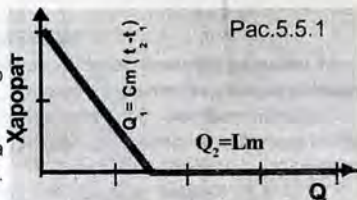
$$Q = L m.$$

Бузургии L-ро аз ҷадвали 5.4 (барои бензол) гирифта, ҳосил мекунем:

$$Q = 315 \text{ кҶ} = 75 \text{ ккал.}$$



1. Гармои хоси гудозиш аз гармои хоси сахтшуд чӣ фарқ дорад?
2. Гармои хоси гудозиши бензол ба $1.26 \cdot 10^5 \text{ Ҷ/кг}$ ё ккал/кг баробар аст. Ин бузургиҳо чиро ифода мекунанд?



1. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро 2кг пӯлоди моеъ дар ҳарорати сахтшуд хориҷ мекунад. (Ҷавоб: 40 ккал).
2. Миқдори гармоеро ёбед, ки дар мавриди табдил ёфтани 1кг алюминии моеъи ҳарораташ 708 °С 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, мустақами зиед дошта метавонанд. Хӯлаҳои ҳосил кардан имкон дорад, ки ҳарорати гудозишашон аз ҳарорати гудозиши фулузоти таркибашон кам бошад. Масалан, хӯлае, ки аз сурб (ҳарорати гудозишаш 327 °С) ва арзиз (ҳарорати гудозишаш 232 °С) таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши пасттар (170 °С) дорад. Хӯлаҳои алюмин ё мағний бо мис, оҳан, руҳ ва ғ., ки хеле сабук ва мустақам мебошанд, дар sanoъати ҳавопаймосозӣ истифода мешаванд. Хӯлае, ки аз ду ҳисса висмут, як ҳисса арзиз (қалъ) ва як ҳисса сурб таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши 95 °С дорад. Хӯлае, ки аз ду қисм сурб ва як ҳисса арзиз таркиб ёфтааст, ҳарорати гудозиши 180 °С дорад ва барои лаҳимкорӣ (кафшер кардан) истифода мешавад. Хӯлаҳои ҳосил кардан мумкин аст, ки муқовимати хоси электрикии хеле зиед (мисол, нихром) ё ин ки хосиятҳои магнитии 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 оби каме шӯр аст дар ҳарорати 0 °С ях, намебандад, зеро ки ҳарорати сахтшуди он поинтар аз 0 °С аст. Ҳарорати сахтшуди он моеъ ба миқдори моддаи маҳлулшаванда вобастагӣ дорад.

Агар намаки хӯрданӣ дар об аз ҷиҳати вазн 30%-ро ташкил диҳад, ҳарорати сахтшуди маҳлул - 21 °С мешавад.

в) **Рехтагарӣ.** Рехтагарӣ амали технологиест, ки гудохтани фулузоту хӯлаҳо, дар қолаб рехтани онҳо ва ҳосил кардани

молекулаҳои гази болои моеъ боз ба моеъ бармегарданд.

Падидаи аз бухор ба моеъ баргаштани молекулаҳоро 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 муайнӣ мекунем, ки як қисми ҳачми он об дорад ва қисми дигараш беҳаво аст. Молекулаҳои баландсуръат бухор шуда, ба фазои болои моеъ мебароянд ва қисме аз онҳо чиголида (конденсатсия) мешавад.

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.5.7.1).

Бухоршуди моддаҳо ба ҳарорат,

ба навъи модда ва ба масоҳати рӯи

кушодаи моеъи бухоршаванда

вобастагӣ дорад.

а) Бо афзоиши ҳарорати моеъ

суръати бухоршуд меафзояд.

Сабаб 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, ки энергияи кинетикиашон аз энергияи

потенциалии ҷозибавии молекулаҳо зиёд аст, меафзояд.

б) Суръати бухоршуд ба навъи модда вобастагӣ дорад.

Дар моеъҳои, ки дар онҳо қувваи ҷозибавии байни молекулаҳо

нисбатан кам аст, молекулаҳои пастсуръат низ аз сатҳи моеъ

канда шуда (боло ҷаҳида) метавонанд. Бино бар ин аз чунин

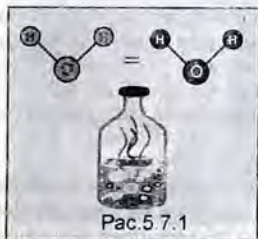
моеъ адади бештари молекулаҳо ба бухор мегузарад. Эфир,

атр, алкул (спирт) ҳамин гуна моддаанд.

в) Ҳар қадаре ки сатҳи моеъи бухоршаванда зиёдтар бошад,

адади ҳамон қадар бештари молекулаҳо имкони аз сатҳи канда

шудан пайдо мекунад.





1. Бухор чӣ тавр ҳосил мешавад?
2. Чиголиш (конденсатсия) чист?
3. Суръати бухоршуди моеъ ба кадом бузургӣҳо бастагӣ дорад?
4. Бухори сер чист?

5.8. Гармои хоси тавлиди бухор

Шумо медонед, ки ҳангоми гарм кардани моддаи саҳт ҳарорати он то дами ба ҳарорати гудозиш соҳиб гардидан меафзояд. Баъд он модда то дами пурра ба моеъ табдил ёфтани ҳарорати худро бетағйир нигоҳ медорад. Агар минбаъд гармоишро идома диҳем, ҳарорат боз ҳам меафзояд.

Биёед ба сифати моддаи саҳт 1кг яхи ҳарораташ -20°C -ро гирем ва вобастагии ҳароратро ба миқдори гармои ба модда доданд мавриди баррасӣ қарор диҳем ($c_{\text{ях}} = 0,5 \text{ ккал/кг }^{\circ}\text{C}$). 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 мебошад. 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:

$$Q_2 = L m = 80 \text{ ккал.}$$

Баъди пурра ба об табдил ёфтани ях ҳарорати он ҳангоми гармидиҳӣ аз 0°C то 100°C меафзояд. Миқдори гармои гирифтани об дар ин маврид ($c = 1 \text{ ккал/кг }^{\circ}\text{C}$) ин қадар аст:

$$Q_3 = c m \Delta t = 100 \text{ ккал.}$$

Минбаъд дар ҳарорати 100°C (ҳарорати ҷӯшиш, ниг. ҷадвали 5.11.2 дар с. 109) то дами пурра ба бухор мубаддал шудани об ҳарорат дойимӣ мемонад.

Хуб, мафҳуми гармои хоси тавлиди бухор, ки дар унвони ин мавзӯъ омадааст, чӣ маънӣ дорад?

Миқдори гармоеро, ки барои ба бухор табдил додани 1кг моеъ ба тағйири ҳарорат зарур аст, гармои хоси тавлиди бухор меноманд.

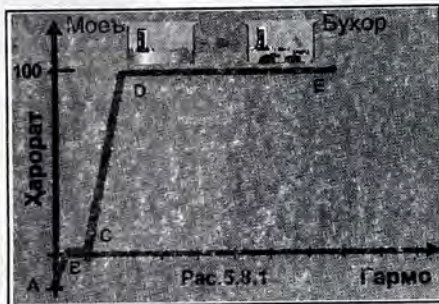
Агар гармои хоси тавлиди бухорро бо $L_{\text{бух}}$ ишорат кунем, миқдори гармои барои тавлиди бухор сарфшударо бояд ин тавр ёбем:

$$Q_4 = L_{\text{бух}} m.$$

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 хоси тавлиди бухор бо Ч/кг , ккал/кг , кал/г ифода карда мешавад. Бузургии гармои хоси тавлиди бухор барои об ин қадар аст: $L_{\text{бух}} = 539 \text{ ккал/кг}$

Дар рас.5.8.1 вобастагии ҳарорат ба миқдори гармои ба



моеъ додашуда тасвир ёфтааст. Дар расм қитъаи АВ афзоиши ҳарорати яхро бо афзоиши миқдори гармои ба он додашуда, қитъаи ВС гудозиши ях, қитъаи СД афзоиши ҳарорати обро бо аф-

зоиши миқдори гармои гирифтаи он ва қитъаи ДЕ тавлиди бухорро ифода мекунанд.

Дар ҷадвали 5.8.1 гармои хоси тавлиди бухори баъзе моеъҳо дар ҳарорати ҷӯшиш (бухоршуд) ва фишори атмосферӣ оварда шудааст.

Ҷадв. 5.8.1

Модда	$L_{\text{бух}}, \text{Ч/кг}$	$L_{\text{бух}}, \text{ккал/кг}$	Модда	$L_{\text{бух}}, \text{Ч/кг}$	$L_{\text{бух}}, \text{ккал/г}$
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			

Масъалаи 1. Миқдори гармоеро ёбед, ки барои ба бухор

оби ҳарораташ 20°C зарур аст.

Додаҳо :

$$m = 100\text{г}$$

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

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

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г},$$

$$\frac{L_{\text{бух об}}}{c_{\text{об}}} = 539 \text{ кал/г}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = ?$$

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. 5.8.2).

Масъалаи 2. Барои бухор кардани 500г алкул (спирт)-и ҳарораташ 28°C чӣ қадар гармо зарур аст? Ҳарорати ҷўшиши алкул 78°C аст (рас.5.8.3).



Додаҳо:

$$m = 500\text{г}$$

$$t_1 = 28^{\circ}\text{C},$$

$$t_2 = 78^{\circ}\text{C},$$

$$c_{\text{алк}} = 0,58 \text{ кал/г }^{\circ}\text{C},$$

$$\frac{L_{\text{бух алк}}}{c_{\text{алк}}} = 216 \text{ кал/г}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = ?$$

Ҳал: Миқдори гармое, ки то ҳарорати бухоршуд гарм кардани алкул зарур аст,

$$Q_1 = c_{\text{алк}} m \Delta t = 0,58 \cdot 500 \cdot 50 \text{ кал} = 14500 \text{ кал}$$

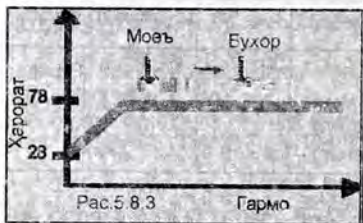
ин асту миқдори гармои тавлиди бухор

$$Q_2 = L_{\text{алк}} m = 216 \text{ кал/г} \cdot 500 \text{ г} = 108 \text{ ккал}$$

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 кардонидан зарур аст.



Додаҳо:

$$t_1 = -40 \text{ }^\circ\text{C},$$

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

$$m = 100 \text{ г},$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г.град},$$

$$L_{\text{бух}} = 539 \text{ кал/г},$$

$$c_{\text{бух}} = 0,5 \text{ кал/г.град},$$

$$c_{\text{як}} = 0,5 \text{ кал/г.град},$$

$$L_{\text{як}} = 80 \text{ кал/г}$$

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$$

Хал: Миқдори гармое, ки барои то ба ҳарорати гудозиш расонидани ях ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) лозим мебошад, ин аст:

$$Q_1 = c_{\text{як}} m \Delta t = 2000 \text{ кал.}$$

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:

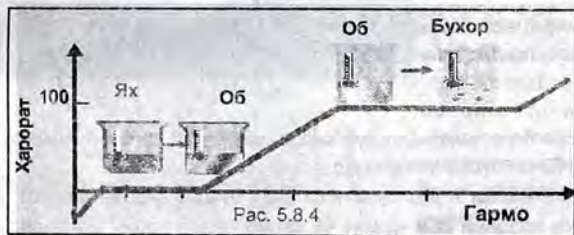
$$Q_4 = L m = 53900 \text{ кал},$$

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. 5.8.4):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 2000 \text{ кал} + 8000 \text{ кал} + 10000 \text{ кал} + 53900 \text{ кал} + 1000 \text{ кал} = 74900 \text{ кал.}$$



?

1. Гармои хоси тавлиди бухор чиро ифода мекунад?
2. Барои аз моеъ ҳосил кардани бухор чӣ қадар миқдори гармо сарф кардан мебояд? барои аз қисми сахт ҳосил кардани бухор чӣ?

Машқи 5.8

1. 1кг оби ҳарорати ибтидоиаш $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ҷӯшида, пурра бухор шуд. Дар ин маврид чӣ миқдор гармо сарф шудааст. (Ҷавоб: $-2,6 \cdot 10^4 \text{ }^\circ\text{C}$)
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. 5.9.1). 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 баландҳарорат пур карда шавад, 10 вагонро то масофаи 50 км бурда метавонад.



Рас. 5.9.1

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:

$$m = 200 \text{ г,}$$

$$t_1 = 120^\circ\text{C,}$$

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

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

$$L_{\text{бух}} = 539 \text{ кал/г}$$

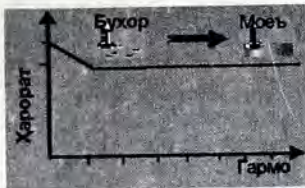
$$Q = (Q_1 + Q_2) = ?$$

Ҳал: Миқдори гармое, ки бухор гоҳи то ҳарорати бухоршуд сард шудани худ хориҷ мекунад, бояд ин қадар бошад:

$$Q_1 = c_{\text{бух}} \cdot m \cdot \Delta t = 2000 \text{ кал.}$$

Миқдори гармои чиголишро ин тавр меёбем:

$$Q_2 = L_{\text{бух}} \cdot m = 107800 \text{ кал} \approx 108 \text{ ккал.}$$



Рас. 5.9.2

Додаҳо:

$$m = 500 \text{ г,}$$

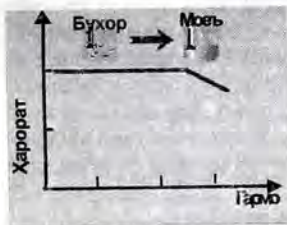
$$t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$c_{\text{об}} = 1 \text{ кал/г,}$$

$$L_{\text{бух}} = 539 \text{ кал/г } ^\circ\text{C}$$

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



Рас. 5.9.3

Пас, гармои умумӣ ин аст
(рас.5.9.2):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 110 \text{ ккал}$$

Масъалаи 2. Гармоеро ёбед, ки дар рафти ба оби ҳарораташ $50 \text{ }^\circ\text{C}$ табдил ёфтани 500г бухори ҳарораташ $100 \text{ }^\circ\text{C}$ хориҷ мешавад.

Ҳал: Миқдори гармои дар натиҷаи чиғолиш (конденсасия) хориҷшуда ин аст:

$$Q_1 = L_{\text{бух}} m = 269500 \text{ кал} \approx 270 \text{ ккал.}$$

Миқдори гармое, ки ҳангоми то ҳарорати $50 \text{ }^\circ\text{C}$ хунук шудани об хориҷ мешавад, ин қадар аст:

$$Q_2 = c_{\text{об}} m \Delta t = 25000 \text{ кал} = 25 \text{ ккал.}$$

Миқдори гармои умумие, ки дар ин маврид хориҷ мешавад, ин қадар хоҳад буд (рас.5.9.3):
 $Q = Q_1 + Q_2 = 295 \text{ ккал.}$



1. Миқдори гармои хоси бухоршуд ва гармои чиғолиш чӣ фарқ доранд?
2. Чаро энергияи дохилии бухор аз ҳамини моеъ зиёд аст?

Машқи 5.9

1. Ҳангоми чиғолида (конденсатсия) шудани 5кг бухори ҳарораташ $100 \text{ }^\circ\text{C}$ чӣ миқдор гармо хориҷ мешавад? (Ҷавоб: $11\,500 \text{ кҶ}$).
2. Барои аз 2кг бухори ҳарораташ $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 ҷаҳда шуда, боло мераванд ва ин боиси кам шудани суръати миёнаи онҳо мегардад. Азбаски ҳарорати моеъ бо суръати молекулаҳо баастагӣ 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 сусти ҳам дар назари шумо сард менамояд, зеро 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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳосил кардан мумкин аст. Дар тиб ин ҳосияти моддаҳои номбурдари барои то ҳароратҳои паст сард кардани пусти касал ва бо ин восита бехис гардондани он истифода мебаранд.

Рӯйдоди чиголиш (конденсация) фароянди баръакси бухоршуд мебошад. Дар ҷараёни чиголиши бухор ба миқдори муъайян гармо хориҷ мегардад. Дар ҳамаҷон як қимати ҳарорат гармои ҳангоми бухоршуд фурураванда баробари гармоест, ки ҳангоми чиголиш хориҷ мегардад, яъне миқдори гармои бухоршуда ба миқдори гармои чиголиш баробар аст.

Яхдон. Ҳодисаҳои 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 мубаддал гардондани 100 г

сифати чунин модда маъмулан фреон-12 (CF_2Cl_2), аммиак, ангидриди сулфид истифода мешаванд.

Дар рас. 5.10.1 тарҳи яхдони компрессорӣ оварда шудааст. Яхдон аз се ҷузъи асосӣ иборат аст: компрессор



Рас.5.10.1

(олати газфишорӣ) дар якҷоягӣ бо муҳаррики электрикӣ А, конденсори В ва бухоркунаки С.

Ғоҳи фишориш модда (масалан, фреон-12) дар найчаи морпечи конденсор (олати чиголанда) ба моеъ табдил меёбад ва як миқдор моеъ бо ҷумаки

идорашаванда К ба бухоркунак мегузарад. Ҳангоми поён омадани сумба (поршен)-и компрессор моеъ бошиддат бухор мешавад. Бухоршавӣ дар якҷоягӣ бо фурубурди энергияи дохилии морпечи бухоркунак ва маҳсулот ба амал меояд.

?

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°C шавад?
3. Дар мавриди чиголида (конденсатсия) шудани бухор гармо фуру бурда мешавад ё хориҷ мкшавад? дар маридаи бухоршуд чӣ?
4. Ҳодисаҳои чиголиш ва бухоршудро дар амали яхдони компрессорӣ шарҳ диҳед.
5. Барои чӣ дар аксари яхдонҳо фреон ё моддаҳои хосиятхошон ба фреон наздикро истифода мекунанд?

5.11. Ҷӯшиш

Ҳангоми гарм кардани об ё моеъи дигар дидан мумкин аст, ки дар қаъри зарфи моеъдор ва деворҳои он ҳубобчаҳои 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 мувозинат 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 аршимедӣ 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 ҳамон қимати ҳарорате ба амал меояд, ки дар он фишори бухори сер (ниғ. рас. 5.7.) ба фишори берунӣ баробар шавад. Хотирнишон мекунем, бухореро, ки бо моеъи худ дар мувозинат 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 Нг) дар ҳарорати 100 °С мечӯшад. Бо ибораи дигар, дар ҳарорати 100 °С фишори бухори сер ба фишори атмосферӣ баробар аст ва дар ин ҳол об мечӯшад. Шумо медонед, ки ҳарорати ҷӯшиши об дар баландиҳои кӯҳ нисбат ба сатҳи баҳр паст аст. Масалан, дар баландии тақрибан 4000м (ки дар он фишори ҳаво $p \sim 530$ ммНг аст) ҳарорати ҷӯшиши об 90 °С аст. Агар фишори берунӣ $p \sim 4,58$ мм Нг = 610 Па бошад, об дар ҳарорати 0 °С мечӯшад. Дар қадвали 5.11.1 вобастагии ҳарорати ҷӯшиш ба фишор оварда шудааст.

Ҳарорати ҷӯшиши моеъҳои ҳархела гуногун аст. Ҳарорати ҷӯшиши баъзе моеъҳо дар қадвали 5.11.2 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 °С мечӯшад:

Ҷадвали 5.11.1

Ҳарорат		Фишор		Ҳарорат		Фишор	
°C	мм Hg	Па	°C	мм Hg	Па		
- 50	0,030	4,02	40	55,3	7,97·10 ³		
- 10	1,95	2,6 · 10 ²	50	92,5	1,23·10 ⁴		
0	4,58	6,11·10 ²	60	149	1,99·10 ⁴		
5	6,54	8,71·10 ²	70	234	3,12·10 ⁴		
10	9,21	1,23 · 10 ³	80	355	4,73·10 ⁴		
15	12,8	2,33·10 ³	90	526	7,01·10 ⁴		
20	17,5	3,17 · 10 ³	100	760	1,09·10 ⁵		
25	23,8	4,24·10 ³	120	1489	1,99·10 ⁵		

Ҷадвали 5.11.2

Модда	Ҳарорат °C	Модда	Ҳарорат °C
Ҳелий	- 268	Симоб	357
Ҳидроген	- 253	Сурб	1740
Оксиген	- 183	Мис	2567
Аммиак	- 33	Оҳан	2750
Эфир	35		
Алкул (спирт)	78		
Об	100		

?

1. Моеъ дар чӣ ҳолат мечӯшад?
2. Чаро ҳарорати чӯшиши об дар баландиҳои кӯҳ 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

Читавре ки 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 зиндагии инсоният бо истифодаи самараноки энергияи дохилии манбаъҳои гуногуни сӯзишворӣ алоқаманд мебошад. Истифодаи самараноки энергияи дохилӣ ҳали масъалаи табдил додани энергияи дохилиро ба энергияи механикӣ талаб мекунад. Табдили энергияи дохилиро ба энергияи механикӣ метавонем бо мисоли хеле сода маънидод кунем (ра.5.12.1).



Рис.5.12.1

Даҳони зарфи то ним пури обро бо пӯк баста зарфро гарм мекунем. Мебинем, ки баъди чанд муддат аз оғози гармоиш пӯк бо 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 интиҳоӣ.

Ба сифати манбаъи гармо мо метавонем аз навъҳои гуногуни сӯзишворӣ — нафт, газ, энергияи кимиёӣ, нури Офтоб, гармоии 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 васеъшудии 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 тақрор 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 васеъшудии газ бо кадом бузургӣҳо алоқамандӣ дорад?

5.13. Муҳарриқҳо (моторҳо)-и 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. 5.13.1 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 зери сунба васеъ шуда, сунбаро ҳаракат дода, қор иҷро мекунанд. Бухори истифодашуда ва



Рас. 5.13.1

сардшуда ба воситаи даричаи баромад ба конденсатор дохил мешавад, ки он ба воситаи оби ҷорӣ сард карда мешавад. Дар конденсатор бухор ба об бадал мешавад.



Рас 5.13.2

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 5.13.2 тарҳи муҳаррики яксилindraи 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 руси маховик)-и К алоқаманд аст. Он гоҳ наварди дигаре, ки бо забонча пайваст аст, забончаро ба тарафи чап ҳаракат дода, канали ростро мекушояд. Бухори истифодашуда аз қисми чап бо 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 мебарорад (мечархонад). Гардона, дар навбати худ, қисмҳои гардандаи мошинҳои гуногун, аз ҷумла, муваллидҳо (генераторҳо)-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 ҷарҳзананда адо мекунад.

Тарҳи турбини бухорӣ дар рас.5.13.3 тасвир шудааст. Бухор аз деги бухор ба воситаи қубури бо цилиндр пайвастшуда ба



Рас.5.13.3



Рас.5.13.4

шайпураи қифмонанд дохил мешавад. Дар дохили силиндр чархи паррадор шинонда шудааст. Дар рас 5.13.4 як чархи корӣ тасвир шудааст. Бухор аз шайпура бо суръати баланд берун мешорад. Бухори аз шайпура хориҷшаванда ба парраҳо фишор оварда, турбинро гардиш медиҳад.

Турбинҳо ҷои истифода бисёр доранд (киштиҳо, нуругоҳҳои барқ ва ғ.) .

Солҳои охир турбинҳои газӣ низ истифода мешаванд.



1. Мошинҳои бухорӣ аз турбинҳои бухорӣ чӣ фарқ доранд?
2. Конденсатор чӣ вазифаро адо мекунад? шайпура чӣ?

5.14. Муҳарриқҳои дарунсӯз

Дар муҳарриқи дарунсӯз сӯзишворӣ бевосита дар дохили силиндр, яъне дар даруни муҳарриқ месӯзад. Ба сифати сӯзишворӣ бензин, карасин, нафт ё гази сӯзанда истифода мешаванд.

Муҳарриқи дарунсӯзи чортактаи карбураториро мавриди баррасӣ қарор медиҳем. Ин гуна муҳарриқ аслан чор ҷузъи асосӣ — карбуратор, сунба (поршен), силиндр, шарорадиҳандаи барқӣ ва ҷузъиёти бо инҳо алоқамандро дарбар мегирад. Як муҳарриқ метавонад чанд сунба (поршен) дошта бошад. Карбуратор сӯзишворӣ ва ҳаворо омезиш дода, як навъ омехтаи газмонанди зуддаргиранда 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 корхӯрдари адо мекунад (рас 5.14.1).

Муҳаррикҳои карбуратории чортакта аз он сабаб ин тавр ном гирифтаанд, ки дар онҳо сунба чор ҳаракати пайдарпайи такроршаванда мекунад: вуруди сӯзишворию омехта бо ҳаво ва фишориши он, гашти кории сунба ва хуруҷи газҳои корхӯрда:

1. Вуруди сӯзишворӣ. Поршен бо ёрии шатун бо наварди зону-зону пайваст карда шудааст. Ба наварди зонухам сарчархи вазнин (гардона, маховик) насб шудааст. Дар вақти гардиши наварди зону-зону поршен ба поён ҳаракат карда, дар болои силиндр фазои ҳавои тунук ба вучуд меояд. Дар якҷоягӣ бо ин ба воситаи дарича (клапан)-и вуруд омехтаи сӯзанда (буғи бензин ва ҳаво) ба даруни силиндр мақида мешавад. Ҳангоми ба нуқтаи поёнӣ расидани сунба ҳаҷми болои сунба бо омехтаи сӯзанда пур шуда, даричаи вуруд пӯшида мешавад (рас.5.14.1).



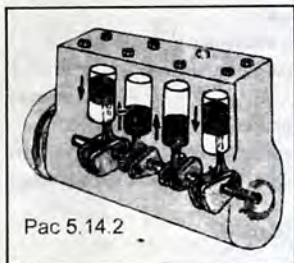
Рас 5.14.1

2. Фишориш. Дар гардиши минбаъда наварди зону-зону сунбаро ба боло ҳаракат дода (дар ин ҳолат ҳарду дарича пӯшида мебошанд) омехтаи сӯзандаро мефишорад (рас.5.14.1(2)). Дар нуқтаи болоии гашти дуҷум аз шарораи электрикӣ омехта дармегирад. Ҳарорати маҳсулоти газмонанди сӯзанда ба $1600 - 1800^{\circ}\text{C}$ мерасад.

3. Гашти корӣ. Ҳаҷми газҳое, ки аз сӯзиши омехтаи сӯзанда ба вучуд меоянд, васеъ шуда сунбаро ҳаракат дода, кори механикӣ иҷро мекунад (рас.5.14.1(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.5.14.1(4)).

Минбаъд гаштҳои номбурда такрор мешаванд. Ҳамин тавр, аз чор гашт (такт) фақат яктояш--гашти сеюм гашти корӣ мебошад. Буриши муҳаррики чорсилиндраи дарунсӯз дар рас 5.14.2 тасвир шудааст.



1. Мошинҳои дарунсӯз аз мошинҳои бухорӣ бо кадом ҷиҳати хуб фарқ мекунад?
2. Сӯзишворию 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 мекунад, ки он суди муҳаррик (ё коэффисиенти 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 аз сӯзишворӣ хориҷшударо 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 машинҳои 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 $T_6 = 500$ K ва ҳарорати интиҳӣ $T_n = 300$ K аст. Суди турбинро ёбед.

Ҳал: Додаҳо ро ба формулаи

$$\eta = \frac{T_6 - T_n}{T_6} 100\%$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$\eta \approx 40\%.$$

Додаҳо:

$$T_6 = 500 \text{ K,}$$

$$T_n = 300 \text{ K}$$

$$\eta = ?$$

?

1. Суди муҳаррикҳои ҳароратӣ чиро ифода мекунанд?
2. Чаро суди муҳаррикҳои ҳароратӣ ба як баробар буда ё ин ки аз як зиёд шуда наметавонанд?
3. Суди муҳаррикҳои ҳароратӣ бо ҳарорати ибтидоӣ ва интиҳӣ чӣ гуна бастагӣ дорад?

1. Муҳаррики дарунсуз барои иҷро кардани кори судманди $1,15 \cdot 10^3 \text{ Ч}$ 1кг бензин сарф мекунад. Суди ин муҳаррикро ёбед. (Ҷавоб: 25%).

2. Бухор ба турбини бухорӣ бо ҳарорати 480°C ворид мешаваду газҳои истифодашуда бо ҳарорати 336°C берун партофта мешаванд. Суди турбин чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 30%).

Масъалаҳои тестӣ

1. Зичии модда бо миқдори ҳаҷмӣ (концентратсия)-и молекулаҳо чӣ робита дорад?

А. Алоқамандӣ надоранд.

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 $0,25 \cdot 10^5 \text{ Ч/кг}$ баробар аст. Ин чӣ маъно дорад?

А. Барои гудохтани сурби массааш маълум $0,25 \cdot 10^5 \text{ Ч/кг}$ гармо зарур аст.

Б. Барои то ҳарорати гудозиш гарм кардани ва 1кг сурб $0,25 \cdot 10^5 \text{ Ч/кг}$ гармо зарур аст.

В. Барои гудохтани сурби массааш 1кг, ҳарораташ баробари ҳарорати гудозиш $0,25 \cdot 10^5 \text{ Ч/кг}$ гармо зарур аст.

С. Барои гудохтани сурби массааш 1кг ва ҳарораташ мӯътадил $0,25 \cdot 10^5 \text{ Ч/кг}$ 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 он 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. 2000Ҷ. Б. 200Ҷ. В. 2000кҶ. С. $2 \cdot 10^5$ 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. 1160кҶ. Б. 4660кҶ. В. 5660кҶ. С. 2660кҶ.

6. Бузургии гармои хоси гудозиш $L_{\text{гуд}}$ ва бузургии гармои хоси сахтшуд $L_{\text{сахт}}$ аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?

А. Айни ҳамдигаранд, дар ҳарду 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 ҳарду 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 мешавад? ($L=1,2 \cdot 10^5$ Ҷ/кг; $c=380$ Ҷ/кг $^\circ\text{C}$; $t_{\text{сахт}}=419^\circ\text{C}$).

А. 136кҶ. Б. 126 кҶ. В. 156кҶ. С. 166 кҶ.

8. Дар як истакон алкули ҳарораташ 20°C , дар истакони дигар оби ҳамонгуна 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 ҳарду ҳароратсанҷ яхела мекунанд.

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 чиголиш (конденсатсия)-и 25кг бухори ҳарораташ $100\text{ }^\circ\text{C}$ чӣ қадар гармо хориҷ мешавад?
А. 57500кҶ. Б. 575000кҶ. В. 5750кҶ. С.575кҶ.

Чанд масъала

1. Агар тамоми энергияи аз сӯзиши 20г карасин хориҷшаванда барои гарм кардани 44кг об сарф шавад, ҳарорати об, чӣ қадар тағйир меёбад? Гармои хоси сӯхти карасин $q=4,6 \cdot 10^7\text{ Ҷ/кг}$, гармигунҷоиши хоси об $c = 4200\text{ Ҷ/кг}^\circ\text{C}$ мебошанд. (Ҷавоб: $\approx 5\text{ }^\circ\text{C}$).

2. Дар асоси назарияи ҷумбишҳои молекулии сохти модда шарҳ диҳед, ки чаро дар лаҳзаи гудозиши ҷисм ва сахтшудии он ҳарорати ҷисм намеафзояд.

3. Ғулаҳои баробармассаи 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 $-10\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҷӯшондани он чӣ миқдор гармӣ зарур аст? (Ҷавоб: 31240кҶ)

5. Лавҳачаи сурбии ҳаҷмаш $88,5\text{ см}^3$ то ҳарорати гудозиш гарм карда шуд. Барои гудозиши сурбпора чӣ миқдор гармо лозим аст? (Ҷавоб: $2,5 \cdot 10^4\text{ Ҷ}$).

6. Барои гудохтани 10т оҳани ҳарораташ баробари ҳарорати гудозиш чӣ қадар гармо лозим аст? (Ҷавоб: $2,7 \cdot 10^9\text{ Ҷ}$).

7. Барои об кардани 100 кг яхи ҳарорати аввалааш $-10\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҷӯшонидани он чӣ миқдор гармо зарур аст? (Ҷавоб: 78100кҶ).

8. Дар ду косаи яхела дар як вақт ба миқдори баробар, аммо ба яке об ба дигаре рағғани ҳарораташон яхела рехтанд. Кадоми онҳо зудтар сард мешавад?

9. Чӣ миқдор гармӣ зарур аст, ки аз яхпораи массааш 8 кг ва ҳарораташ $-10\text{ }^\circ\text{C}$ бухори ҳарораташ $100\text{ }^\circ\text{C}$ ҳосил карда шавад? (Ҷавоб: 24648кҶ).

10. Муҳаррики дарунсӯз 5 кг бензин сӯхта, кори судманди $4,6 \cdot 10^4\text{ Ҷ}$ -ро иҷро кард. Суди муҳаррикро муъайян кунед. (Ҷавоб: 20%).

6.1. Барқаманд шудани ҷисмҳо

Чӣ тавре шумо огоҳ ҳастед (ниг. "Физика, 7"), ду ҷисме, ки дорои масса мебошанд, ба ҳамдигар бе тамос аз ин ё он масофа низ ба василаи қувваи ҷозиба таъсир расонида метавонанд. Ин қувва Моҳро



Рас. 6.1.1

дар гирди Замин, сайёраҳоро дар гирди Офтоб мегардонад. Вале қувваи ҷозиба қувваи ягонаи бе тамос ва аз дур таъсиркунанда нест. Мо чандин бор аз хусуси таъсири магнитӣ сухан рондем. Магнити начандон калон метавонад кашиши Замини калонҷуссаро бартараф карда, меҳи оҳаниро боло бардорад. Яъне таъсири *бетамоси* магнитӣ нисбат ба таъсири ҷозибавӣ зиёд аст.

Акнун боз бо як навъи қувваи аз ин ё он дурӣ таъсиркунанда — бо **қувваи электрикӣ** шинос мешавем.

Мегӯянд, ки файласуфи Юнони қадим Фалес таъсири қувваи электрикиро тақрибан 2600 сол пеш аз давраи мо мушоҳида кардааст. Агар каҳраборо ба матоъи пашмин молиш (сойиш) диҳем, хосияти ҷисмҷазбкунандагӣ пайдо карда, ҷисмҳои сабукро ба худ мекашад. Калимаи юнонии **электр** (электрон) маънои **каҳрабо** дорад. Каҳрабо ин зифти сахтшудаи дарахти сӯзанбарг аст (пайдоиши мафҳуми **электр** аз ҳамин ҷост)

Хосияти ҷисмҷазбкунандагиро на танҳо каҳрабои ба матоъи пашмин молиш хӯрда, балки чӯбчаи эбонитӣ ё хаткашаки пластмасии бо матоъ сойишхӯрда низ доранд (эбонит, каучукест, ки дар таркибаш омехтаи зиёди сулфур дорад).

Хосияти ҷисмҳои дигарро ҷазб кардани ҷисмҳои молишхӯрда **барқаманд** будани онҳоро ифода мекунад. Яъне **сабаби электрнокшавии ҷисмҳо соҳиби барқа (заряди электрикӣ) будани онҳо аст.**

Ҳамин тавр, бузургии нави физикӣ барқа (заряди электрикӣ) ба майдони истеъмом омад. Минбаъд хосияти барқаҳоро меомӯзем. Дар рафти электрнокшавӣ ҳамеша ду ҷисм иштирок мекунад: чӯбчаи каҳрабо — матоъи пашмин; эбонит — матоъи пашмин ё коғаз ва ҳоказо. Дар ҳамаи ин мавридҳо ҳарду ҷисм 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 мекунад
2. Чаро қисмҳои бо матоъ 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



Рас. 6.2.1

мумкин аст. Хаткашаки пластмассиро ба матоъи пашмин сойиш дода, аз мобайни он бо ресмон меовезем. Баъд хаткашаки пластмассии дигареро низ бо ин тарз барқаманд карда, ба хаткашаки овезон наздик мебарем ва мебинем, ки онҳо аз ҳамдигар тела мехӯранд (рас. 6.2.1). 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 мекунад) (рас. 6.2.2). Пас, маълум мегардад, ки навъи барқае, ки ҳангоми молиш додани чӯбча бо матоъи абрешимин ҳосил шудааст, аз барқаи хаткашаки ба матоъи пашмин молишхӯрда фарқ мекунад. Барқаҳои якхела



Рас. 6.2.2

(ҳамном) аз ҳамдигар тела мехӯранд ва барқаҳои гуногун (гуногунном) ҳамдигарро ҷазб мекунад. Яке аз ду навъи барқаро "барқаи мусбат" гуфтаанду дигареро



“барқои манфӣ”. Албатта, интиҳоби аломати барқаҳои манфӣ ва мусбат шартӣ мебошад. Расм шудааст, ки барқои қаламчаи ба матоъи абрешимин молишхӯрда мусбат гирифта шаваду барқои каҳрабо (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, чунонки гуфтем ба ҳамдигар ҷазб мешаванду барқаҳои якаломат аз ҳам тела меҳӯранд (рас.6.2.4).



Рас. 6. 2. 4.

Ҳангоми молиш додани ҷисмҳо дар яке аз онҳо як миқдор барқои мусбат пайдо мешаваду дар ҷисми дигар — ҳамон миқдор барқои манфӣ.

Ҷамъи алҷабрии барқаҳои манфӣ ва мусбат баробари сифр аст. Ин ифодаи қонуни бақои барқа мебошад.

Ҷисмҳои, ки бо роҳи молишдиҳӣ барқаманд мешаванд, муддате барқадор буда метавонанд. Аммо баъд онҳо оҳиста-оҳиста барқои худро ба молекулаҳои ҳаво дода, хунсо (бебарқа) мешаванд.



1. Ду хаткашаки пластмасии ба 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 якаломат 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,

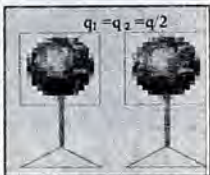


Рас. 6.3 1

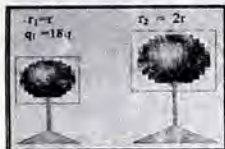
вале дигараш бебарқа аст, қисми бебарқа соҳиби барқа мешавад. Масалан, агар шумо ду кураи филизиро, ки яке барқаманд асту дигаре бебарқа (рас.6.3.1) бо ҳам расонед, мебинед, ки ҳардуи онҳо барқадоранд (рас.6.3.2). Агар радиуси кураҳои бо ҳам расида якхела бошад, он гоҳ барқои ҳарду кура якхела мешавад (рас.6.3.3). Агар радиуси



кураи филизии бебарқа нисбат ба радиуси кураи филизии барқадор ду бор зиёд бошад, он гоҳ кураи хурд дорои барқои 1/3 ҳиссаи барқои аввала ва кураи радиусаш калон дорои барқои баробар ба 2/3 ҳиссаи барқои аввала мешаванд. Яъне, агар бузургии барқои аввала q бошад, он гоҳ барқои кураи радиусаш r ба $q_r = 2/3q$ баробар мешавад. Умуман, барқои кураҳои радиусашон r_1 ва r_2 , барқаҳои онҳо q_1 ва q_2 -и дар тамос (расиш) бударо метавонем аз рӯи ифодаҳои зер муайян кунем:



Рас.6.3.3



Рас.6.3.4

$$q_{r1} = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_1 \quad (1)$$

$$q_{r2} = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} r_2 \quad (2)$$

Дар ин ҷо q_{r1} барқои кураи радиусаш r_1 баъди бо кураи радиусаш r_2 дар тамос будан асту q_{r2} — барқои кураи радиусаш r_2 .

Ҳамин тавр, ҳар қадаре, ки андозаи кура калон бошад, ба он ҳамон қадар барқои бештар мегузарад. Ҳамин аст, ки барқои қисмҳо танҳо ба Замин мешорад. Дар мавриди ба Замин расидани қисми барқаманд, қариб ҳама барқои қисм ба Замин мегузарад, зеро Замин назар ба ҳаргуна қисм андозаҳои миллионҳову миллиардҳо бор зиёд дорад.

Як мисол. Кураи филизии радиусаш r -и барқои аввалааш $18q$ -ро (рас.6.3.4) ба кураи радиусаш $2r$ расониданд. Кураҳои баъди расиш соҳиби чӣ қадар барқа мешаванд?

Додаҳо:

$$q_1 = 18q,$$

$$r_1 = r,$$

$$r_2 = 2r$$

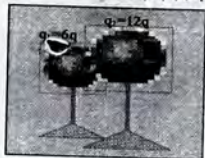
$$q_{r1} = ?$$

$$q_{r2} = ?$$

Ҳал: Дар асоси формулаҳои (1) ва (2) меёбем:

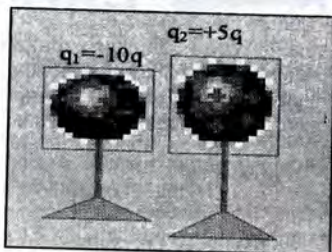
$$q_{r1} = \frac{18q}{3r} r = 6q; \quad q_{r2} = \frac{18q}{3r} 2r = 12q.$$

Ҳамин тавр, ҳангоми расиш кураи радиусаш $2r$ нисбат ба кураи радиусаш r ду бор зиёдтар барқадор мешавад (рас.6.3.5).

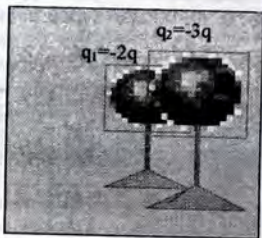


Рас.6.3.5

Як мисоли дигар. Ду кураи барқаманд, ки радиуси яке аз онҳо $2r$, барқашаш $-10q$, радиуси дигаре $3r$ ва барқашаш $+5q$ -ро бо ҳам расониданд (рас.6.3.6; ва 6.3.7). Барқои кураҳоро ёбед.



Рас.6.3.6



Рас.6.3.7

Додаҳо:

$$q_1 = 18q,$$

$$r_1 = r,$$

$$r_2 = 2r$$

$$q_{r1} = ?$$

$$q_{r2} = ?$$

Ҳал:

$$q_{r1} = \frac{-10q + 5q}{5r} 2r = -2q;$$

$$q_{r2} = \frac{-10q + 5q}{5r} 3r = -3q.$$

?

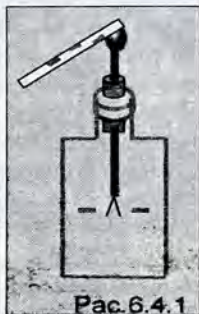
1. Ҳангоми расиши ду кураи барқаманд чӣ ҳодиса рӯй медиҳад?
2. Барқои ду кура ба радиусҳои онҳо чӣ ҳамбастагӣ дорад?

6.4. Электроскоп

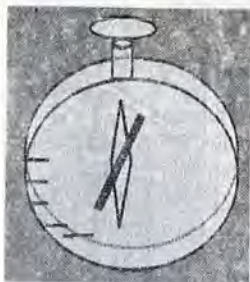
Калимаи *электроскоп* аз калимаҳои *юниони электрон* — *каҳрабо ва скоп* — мушоҳида кардан таркиб ёфтааст. Электроскоп асбобест, ки ба воситаи он ҳамтаъсири барқаҳоро мушоҳида кардан мумкин аст. Содатарин электроскопро ду варақаи тунуки алюминий ё тиллоие ташкил медиҳанд, ки дар милаи оҳанин овезонанд. Дар чунин электроскоп милаи оҳанин бо ёрии пӯки эбонитӣ ё каҳрабой дар даруни зарфи шишагин ҷойгир карда мешавад (рас. 6.4.1). Агар ба кураи электроскоп ҷисми барқаманде, масалан, хаткашаки пластмассиеро, ки ба матоъи пашмин молиш дода шудааст, расонем, мебинем, ки варақаҳо аз ҳамдигар дур мешаванд.

Сабаб чист, ки варақаҳо аз ҳам дур мешаванд? Барқаҳои дар хаткашаки пластмассӣ ҳосилшуда ба воситаи милаи оҳанин ба варақаҳои электроскоп расида, онҳоро барқанок мекунанд. Бо сабаби он ки ҳарду варақа якхела (манфӣ) барқаманд мешаванд, онҳо аз ҳамдигар тела меҳӯранд.

Ин таҷрибаро бо ёрии ҷӯбчаи шишагини мусбатбарқа намоиш додан мумкин аст. Дар ин маврид варақаҳои электроскоп соҳиби барқои мусбат шуда, аз ҳамдигар тела меҳӯранд (рас. 6.4.2).



Рас. 6.4.2



Рас. 6.4.3

Чи тавре дар боло гуфтем, ҳангоми ба ҳам расонидани кураҳои барқанок ва бебарқа кураи бебарқа низ соҳиби барқа мешавад. Аз ин рӯ агар ба кураи электроскопи барқаманд кураи бебарқаро расонем, барқаи электроскоп кам мешавад — дар ин сурат варақаҳои электроскоп ба ҳамдигар наздик меоянд. Агар кураи бебарқа 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 ҷойгир мешаванд.

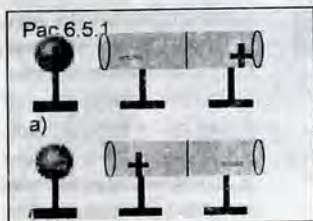
Ҳамин тавр, аз рӯи тағйироти кунҷи байни варақаҳои электроскоп зиёд ё кам шудани бузургии барқаро дидан мумкин аст. Дар расми 6.4.3. тарҳи намунаи электроскопи миқёсдор (шкаладор) тасвир шудааст. Электроскопҳои миқёсдорро *электромметр* меноманд.

Дар электромметрҳо ба ҷои варақаҳо ақрабаки сабуки гирди меҳвар 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 ҳангоми ба кураи электроскоп расонидани қисми барқанок варақаҳои он аз ҳамдигар дур мешаванд?
3. Чаро ҳангоми ба кураи электроскоп расонидани кураи бебарқа варақаҳои электроскоп ба ҳамдигар наздик мешаванд?
4. Дар сурати кураи электроскопро ба Замин пайваст кардан чӣ ҳодиса рӯй медиҳад?
5. Чӣ тавр бо ёрии электроскоп аломати барқаро муъайян кардан мумкин аст?

6.5. Илқо (индуксия)-и электростатикӣ



Рас. 6.5.2

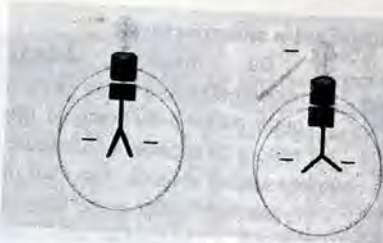
Ба ноқил чизеро норасонида, барқаҳои дохили онро аз ин ё он масофа (бе тамос) ба ҳаракат мебарорем. Аз ҷумла, агар ба ғулаи ноқил кураи мусбатбарқаеро наздик кунем, барқаҳои манфии дохили ноқил ба барқаҳои мусбати кура ҷазб шуда, барқаҳои мусбати он тела меҳӯранд. Дар натиҷа дар қисми ба кураи барқанок наздики ноқил барқаи манфӣ, дар қисми дур аз ҷӯбчаи ноқил барқаи мусбат ҷамъ мешаванд. Баръакс, агар шумо ба

ноқил кураи манфибарқаро наздик кунед, дар қисми ба ҷӯбча наздики ноқил барқаҳои мусбат ва дар қисми дури ноқил барқаҳои манфӣ ҷамъ меоянд (рас.6.5.1).

Ҳодисаи ҳангоми ба ноқил наздик кардани қисми барқанок дар он ноқил ҷудо шудани барқаҳои мусбат ва манфиро, ҳангоми ба ноқил наздик кардани қисми барқанок *илқо (индуксия)-и электростатикӣ* меноманд.

Падидаи илқои электростатикиро бо ёрии электроскоп камубеш таҳқиқ кардан мумкин аст. Барои ин электроскопро барқаманд (масалан, манфӣбарқанок) мекунем. Баъд ба он ҷӯбчаи барқамандеро наздик мебарем.

1) Агар ҷӯбча мусбат барқанок бошад (масалан, ҷӯбчаи шишагини ба матоъи абрешимин молишхӯрда), он гоҳ дар кураи электроскоп барқаҳои манфӣ ба вуҷуд меоянд ва бузургии барқа дар варақаи он кам мешавад. Бино бар ин варақаҳо ба ҳамдигар наздик меоянд (рас.6.5.2).



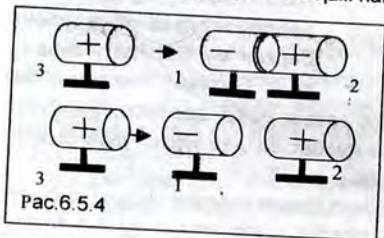
Рас.6.5.3

2) Агар чўбча (масалан, чадвали пластмассии ба матоъи пашмин молиш-хўрда) соҳиби барқои манфӣ шавад, он гоҳ дар кураи электроскоп барқаҳои мусбат пайдо мешаванд ва барқои ҳосилшуда варақаҳоро

аз ҳамдигар дур мекунад.

Ҳамин тариқ, дар ин гуна таҷриба шумо метавонед аломати барқаҳои ба кураи электроскоп наздикшавандаро муъайян кунед.

Масъала: Ба ду ғўлаи бо ҳам пайвасти филизии 1 ва 2,



Рас.6.5.4

ғўлаи 3-уми мусбат-барқаро наздик бурда, баъд ғўлаҳоро аз ҳамдигар ҷудо карданд. Ғўлаҳо соҳиби чӣ гуна барқ мешаванд?

Ҳал: Ҳангоми ба ғўлаҳои 1 ва 2 наздик бурдани ғўлаи барқаноки 3 дар ғўлаи 1 барқои манфӣ ва дар ғўлаи 2 барқои мусбати илқой (индуксионӣ)-и электростатикӣ ба вуҷуд меояд.

Ҳангоми аз ҳамдигар ҷудо кардани ғўлаҳо ғўлаи 2 мусбатбарқанок вале ғўлаи 1 манфибарқанок мешаванд (рас.6.5.4)



1. Илқо (индукция)-и электростатикӣ чист?
2. Ҳангоми бо чўбчаи ноқил наздик кардани кураи барқанок чӣ ҳодиса рух медиҳад?
3. Мавҷудияти барқаҳоро ба воситаи электроскоп чӣ тавр санҷидан мумкин аст?

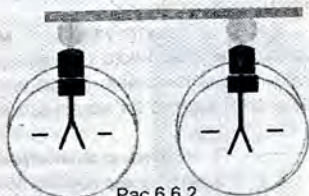
6.6. Ноқилҳо ва диэлектрикҳо

Моддаҳоро ба ноқилҳо ва диэлектрикҳо (ғайри-ноқилҳо) ҷудо мекунанд.

Ду электроскопро дар масофаи муъайян ҷой дода, яке аз онҳоро бо ҷўбчаи шишагин барқанок мекунем (рас.6.6.1). Электроскопи 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.6.6.2), яъне электроскопи дуюм барқанок мешавад. Ин таҷриба аз он шаҳодат медиҳад, ки



Рас.6.6.1



Рас.6.6.2

барқано бо ёрии сими мисин кўчида, электроскопи дуюмро барқанок мекунам. 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 расонидан, он бебарқа мешавад, чунки барқано ба воситаи ҷисми мо ба Замин мегузаранд. Аз ин рӯ нўғҳои сими мисинро ба воситаи ресмони абрешимӣ ба кураҳои электроскоп мерасонем.

Акнун таҷрибаро такрор намуда, электроскопҳоро бо абрешим ё ҷўбчаи шишагин пайваस्त мекунем ва мебинем, ки электроскопи дуюм барқаманд намешавад, яъне барқаноҳои электроскоп ба воситаи ресмони абрешимӣ намекуҷанд ва электроскопи дуюм барқанок намешавад. Ҳамин тариқ, барқано бо сими мисин бо осонӣ метавонанд бикўҷанд, вале бо ресмони абрешимин намекуҷанд.

Моддаҳоро, ки ба воситаи онҳо барқано бо осонӣ ҷой худро иваз мекунам, **ноқил** меноманд. Моддаҳоро, ки ин хосиятро надоранд, **диэлектрик** мегўянд.

Ҳамаи филизот (металлҳо), маҳлули намақҳо ва турушаҳо (кислотаҳо) ва инчунин газҳои тафсон ноқили хубанд. Фарфор (фағфур), қаҳрабо, шиша, эбонит, резин, абрешим, газҳои пастҳарорат ($15-20^{\circ}\text{C}$) мисоли диэлектрикҳои хуб мебошанд.

Қисмҳои, 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. Онҳо **нимноқил** мегӯянд.

Хосияти электргузаронии моддаҳо ба ҳарорат бастагӣ дорад. Диэлектрикҳо (изоляторҳо) дар ҳароратҳои баланд хосияти диэлектрикии худро гум мекунанд. Масалан, газҳои 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 вобастагӣ дорад?

6.7. Қонуни Кулон

Чи тавре аз гуфтори боло огоҳ ҳастем, қисмҳои барқаманд бо ҳамдигар таъсироти мутақобил мекунанд. Барқаҳои яқаломат аз яқдигар тела мөҳӯранду барқаҳои гуногуналомат ба ҳамдигар ҷазб мешаванд.

Барои дар бораи падидаҳои электрикӣ пайдо кардани тасаввуроти аниқтар, биёед масъалаи тавсифи миқдории ҳамтаъсироти қисмҳои барқанокро мавриди баррасӣ қарор диҳем. Пурсиш ба миён меояд, ки қувваи таъсиркунандаи байни барқаҳо ба чӣ бузургиҳо бастагӣ дорад? Агар масофаи байни қисмҳои барқаманд аз андозаи қисмҳо хеле зиёд бошад, муойинаи масъала сода мешавад. Дар ин маврид метавонем қисмҳои барқанокро ҳамчун барқаҳои нуқтагӣ пиндошта, сохтори фазоии барқаҳоро ба ҳисоб нагирем. Масъалаи ҳамтаъсироти ду барқаи нуқтагиро дар таҷриба олими

фаронсавӣ Шарл Кулон (1736-1806) соли 1785 пажӯҳида, қонуни ҳамтаъсироти онҳоро муқаррар кардааст. Ба ифтихори Кулон ин қонун бо номи ӯ ёд мешавад.

Кулон дар таҷрибааш барои ташхиси қувваи ҳамтаъсироти ду зарраи барқаманд тарозуҳои гардишхӯрандари истифода кардааст (рас.6.7.1). 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 мебошад. Дар сурати барқанок кардани сақочаҳо онҳо аз ҳамдигар тела мөхуранд ва шоҳин ба ин ё он кунҷ гардиш хурда, қувваи ҳамтаъсиротро нишон медиҳад. Ҳар қадаре ки қувваи таъсиркунанда зиёд бошад, шоҳин ба кунҷи ҳамон қадар зиёдтар гардиш мөхурад. Ш. Кулон аз санҷиши кунҷи



Рас. 6.7.1

гардиш ҳамтаъсироти қисмҳои барқамандро муъайян карда, ҳамбастагии қувваи таъсиркунандаро ба бузургии барқҳо ва масофаи байни онҳо омӯхтааст. Кулон муқаррар кард, ки қувваи ҳамтаъсироти ду қисми нуқтагии барқаманд дар ҳало (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 (коэффисиент)-и мутаносибиест, ки қимати он ба интиҳоби Манзумаи воҳидҳо (системаи воҳидҳо) вобаста мебошад.

Қувваи ҳамтаъсироти барқҳоро қувваи кулонӣ ё

қувваи электрикӣ мегӯянд.

Дар сурати якаломат будани барқаҳо онҳо аз ҳамдигар бо қувваи кулонӣ тела мехӯранд. Агар ду барқаи бо якдигар таъсиркунанда гуногуналомат бошанд, онҳо ба ҳамдигар бо ҳамон қувва кашида мешаванд.



1. Барқаҳои нуқтагӣ чӣ гунаанд?
2. Таҷрибаи Кулонро шарҳ диҳед.
3. Қувваи таъсири мутақобили барқаҳо ба чӣ гуна бузургӣҳои физикӣ бастагӣ дорад?

6.8. Воҳиди барқа

Мо дар бандҳои пешина бузургӣи 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. Бузургӣи қувваи ин ҳамтаъсирот аз рӯи формулаи (1) банди 6.7 ёфта мешавад. Формулаи қувваи қозиба (ҳамтаъсирот)-и ду қисми дорои массаҳои m_1 ва m_2 шаклан ба формулаи (1) монанд аст. Вале дар он ба ҷойи барқаҳо массаи қисмҳо омадаасту ба ҷойи бузургӣи k — собити қозиба $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.

Боз як тафовути дигар ин аст, ки барқаҳо ду навъанд ва қувваи ҳамтаъсироти барқаҳо ҳам қозибавӣ ва ҳам таладиҳанда буда метавонад: барқаҳои якаломат аз якдигар тела мехӯранду барқаҳои гуногуналомат қазб мешаванд, ҳол он ки дар мавриди ҳамтаъсироти ҷирмҳо ин қувваҳо ҳамеша қозибавӣ мебошанд.

Барои он ки ҳамтаъсироти барқаҳоро ҳисобпазир кунем, сараввал воҳид муқарар кардан мебояд. 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 (коэффисиент)-и k дар формулаи Кулон дар сурати истифодаи шудани Манзумаи байналмилалӣи воҳидҳо (СИ) бо $\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ифода карда мешавад. Қимати ададии k ин аст: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

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

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 кулони барқаҳоро ёбед.

Ҳал : Дар асоси қонуни Кулон

<p>Додаҳо:</p> <p>$q_1 = q_2 = 1 \text{ Кл},$</p> <p>$r = 2 \text{ м},$</p> <p>$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2/\text{Кл}^2$</p> <p>$F = ?$</p>
--

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{1 \text{ Кл} \cdot 1 \text{ Кл}}{4 \text{ м}^2} =$$

$$= 2,25 \cdot 10^9 \text{ Н}$$

мебошад. Ин қувва хеле бузург аст.

Масъалаи 2. Ду барқии 200 мк Кл ва 150 мк Кл дар масофаи 1,5 м ҷойгиранд. Онҳо бо чӣ гуна қувваи кулонӣ бо ҳамдигар таъсир мерасонанд?

<p>Додаҳо :</p> <p>$q_1 = 150 \text{ мкКл} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл},$</p> <p>$q_2 = 200 \text{ мкКл} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл},$</p> <p>$r = 1,5 \text{ м}$</p> <p>$F = ?$</p>

Ҳал: Дар асоси қонуни Кулон

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2/\text{Кл}^2 (1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл})(2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл})}{2,25 \text{ м}^2} =$$

$$= 120 \text{ Н}.$$

Ин қувва ба қувваи вазнинии баробар аст, ки ҷисми дорои массаи 6 кг бо он ба Замин таъсир меоварад.



1. Як кулон чӣ гуна воҳид аст?
2. Қимати зариби k дар формулаи Кулон бо кадом воҳидҳо ифода карда мешавад?

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 сақочаи барқаҳошон якхела аз масофаи 3 см ба якдигар бо қувваи $0,001\text{ Н}$ таъсир мерасонанд. Барқои ҳар як сақоро ёбед. (Ҷавоб: 10^{-8} Кл).

6.9. Майдони электрикӣ

Аз гуфтаҳои боло равшан аст, ки барқҳо (ҷисмҳои электрнок)-и бо ҳамдигар норасида низ аз дур (аз ин ё он масофа) таъсири мутақобил мекунанд. Пас, ин гуна пурсиш ба миён меояд: таъсир аз як ҷисми барқанок ба ҷисми дигар чӣ тавр дода мешавад?

Посуhi ин пурсиш чандон оддӣ нест. Дар асоси санҷишҳо муқаррар шудааст, ки таъсир аз як ҷисми барқаманд ба ҷисми дигар бе иштироки ҳаво мегузарад. Посухи асоснокро физикдони англис 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 ҷисми электрнок (ё зарраи барқаманд) дар атрофи худ майдони электрикӣ ба вуҷуд меоварад. Як ҷисм (зарра)-и барқаманд ба ҷисм (зарра)-и барқаманди дигар ба воситаи майдони электрикии ҷисмҳоро фарогиранда таъсир мерасонад.

Ҳамин тариқ, як барқа ба барқои дигар ба воситаи майдони электрикӣ таъсир мерасонад. Ба сифати барқои озмояишӣ барқои маълуме (q)-ро қабул карда, бо ёрии он метавонем майдони электрикии зодаи як ё чанд барқаро омӯзем. Барқои озмояиширо 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 чо 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 шадидияти 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 озмоишӣ таъсиркунанда F -ро бар бузургии барқои озмоишӣ 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 байналмилалӣи воҳидҳо (СИ) 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 хеле содда ифода кардан мумкин аст. Агар гӯем, ки барқои озмоишӣ 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

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2} \quad (3)$$

$$\text{аст } (k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}).$$

Масъалаи 1. Дар нуқтаи интихобкардаи майдон ба барқаи озмойиши бузургиаш 2 мкКл қувваи 0,4 Н таъсир мекунад. Шиддати майдони электрикии нуқтаи интихобшударо ёбед.

Додаҳо : $F = 0,4 \text{ Н}$, $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $E = ?$
--

Ҳал: Ба формулаи $E = \frac{F}{q}$

додаҳоро 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 $Q = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ баҳодод кунед.

Додаҳо : $r = 45 \text{ см} = 0,45 \text{ м}$ $Q = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $E = ?$

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

гузошта, ҳосил мекунем:

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{0,45^2 \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

?

1. Таъсири зарраҳои барқаманд чӣ тавр воқеъӣ мегардад?
2. Шиддати майдони электрикӣ чӣ гуна бузургист?
3. Шумо шиддати майдони электрикии барқаи нуқтагиро чӣ тавр тасаввур мекунад?

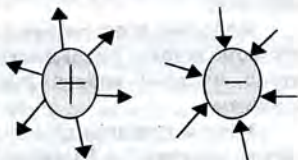
Машқи 6.9

1. Дар нуқтае, ки шиддати майдонаш ба 50000 Н/Кл баробар аст, ба барқаи 10 мкКл бо чӣ қадар қувва таъсир мерасонад? (Ҷавоб: 0.5 Н).

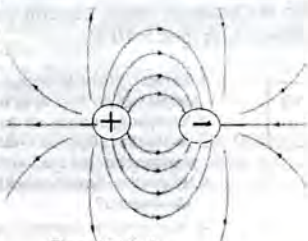
2. Шиддати майдони электрикиро дар масофаи 9 см аз барқаи $Q = 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ ҳисоб кунед. (Ҷавоб: $4 \cdot 10^4 \text{ Кл/м}^2$).

6. 10. Хатҳои қувваи майдони электрикӣ

Барои ба таври аёнӣ нишон додани тақсими фазои майдони электрикӣ хатҳои қуввагӣ ё худ хатҳои шиддати майдони электрикӣ (номи пешинааш: шадидияти майдони электрикӣ) истифода мешавад. Хатҳои қуввагӣ самти шиддатро дар нуқтаи дилхоҳи фазо нишон медиҳанд. Равиши хатҳои қуввагӣ бо қуввае ҳамсамт мешавад, ки он ба барқои мусбати озмоишӣ таъсир меорад. Намунаи хатҳои қуввагии барқои мусбат ва манфӣ дар рас.6.10.1 оварда шудааст: хатҳои қуввагӣ аз барқои мусбат сар мешаванду дар барқои манфӣ "фурӯ мераванд". Ин

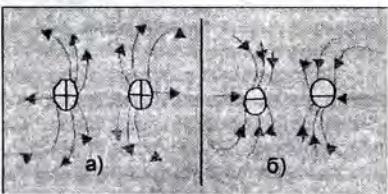


Рас. 6.10.1



Рас. 6.10.2

хатҳо самтҳои қувваи аз тарафи барқои мусбат ё манфӣ ба барқои мусбати озмоишӣ таъсиркунандаро нишон медиҳанд. Дар рас.6.10.2 хатҳои қуввагӣ дар якҷоягӣ бо ду барқои "зояндаи" он



Рас. 6.10.3

хатҳо тасвир шудаанд: мусбату манфӣ (ду барқои мусбат (рас.6.10.3, а) ва ду барқои манфӣ (рас.6.10.3, б)). Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ сарбаст нестанд. Онҳо, чунончи гуфтем, аз барқои мусбат ибтидо гирифта, дар "сари" барқои манфӣ интиҳо меёбанд.

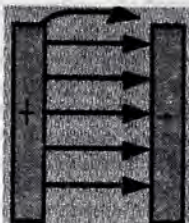
Бояд гуфт, ки дар наздикии зарраи барқаманд, ки он ҷо қувваи

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

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

Хатҳои қуввагии фазои байни ду лавҳаи ҳамворе, ки барқаҳои баробар, вале муқобилаломат доранд, майдони электрикии якҷинса ба вуҷуд меорад.

Дар ин маврид танҳо қанори лавҳаҳо камубеш қачӣ дошта метавонанд (рас.6.10.4).



Рас.6.10.4

?

1. Хатҳои қуввагии барқаҳои мусбат ва манфӣ аз қучо ибтидо мегиранд ва дар қучо интиҳо меёбанд?
2. Хатҳои қуввагӣ, ки аз қониби ду барқа, масалан, манфӣ — мусбат, мусбат — манфӣ, манфӣ — манфӣ ҳосил мегарданд, қӣ гуна «сохтор» доранд?
3. Қӣ гуна майдонро майдони электрикии якҷинса меноманд?
4. Майдони якҷинсаро қӣ тавр ҳосил мекунанд?

6.11. Атом. Сохти атом. Зарраҳои барқаманд дар атом

Сохти дохилии моддаҳо ро надониста, ба пурсишҳои «Чаро қисмҳои ҳангоми молишхӯрӣ барқаманд (заряднок) мешаванд?» ё «Чаро дар қисмҳои молишхӯрда барқаҳои гуногуналومات пайдо мешаванд?» посух додан имконпазир нест.

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

машхури англис Эрнест Резерфорд (1871-1937) ва шогирдонаш бо роҳи таҷрибавӣ муқаррар карданд, ки атом дар миёнҳои худ **ҳаста** (ё худ мағз)-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 мекунанд. 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 ҳаҷон 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 нисбатан пурра дар синфҳои 9-11 маълумоти пурратар хоҳед гирифт).

Дар шароити муқаррарӣ дар даруни атом адади зарраҳои барқаманди мусбат ва манфӣ ба ҳамдигар баробаранд ва бино бар ин атом хунсо (бепарқа) 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.

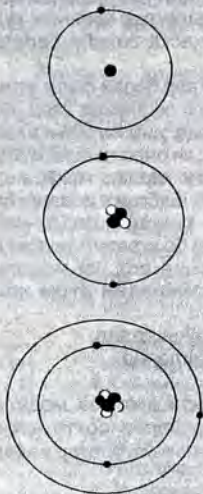
Хуб, бузургии барқои электрон чӣ қадар аст?

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

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

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



Рас.6.11.1

хосияти ҳастаи атомашон фарқ мекунад. Масалан, дар атрофи ҳастаи атоми ҳидроген ҳамагӣ як электрон, дар атрофи 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 электронҳои атомиро 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 зарраҳои хунсо ҳастанд.

Дар шароити муқаррарӣ, яъне ҳангоми хунсо будани атом адади протонҳо ба шумораи электронҳо баробар аст. Дар рас. 6.11.1 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, бинобар ин рақами тартибии инчунин ба адади протонҳо мувофиқат мекунад. Агар адади протонҳоро аз қимати адади массавии дар ҷадвали даврии то адади том яклухтшуда тарҳ кунем, шумораи нейтронҳоро ҳосил мекунем.

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

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



1. Модели сайёрагии атом чӣ гуна модел аст?
2. Чарост, ки атом дар шароити муқаррарӣ хунсо (бебарқа) мебошад?
3. Электрон чист?
4. Андозаи атом аз андозаи ҳаста чӣ қадар бузург 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 манфибарқаманди ҷисм баробар мебошад. Агар электронҳо аз як ҷисм ба ҷисми дигар гузаранд, яке аз ҷисмҳо манфӣ ва дигараш мусбат барқаманд мешаванд. Ҷисме, ки адади электронҳои он нисбат ба адади зарраҳои мусбатбарқаш 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 пластмасса бо матоъи пашмин хаткашак манфи барқа 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 электронҳои 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 мусбатбарқа мегардад.

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

бошад, онҳо барқои хаткашакро ҳамон қадар бештар кам мекунанд.

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

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

Додаҳо:

$$q = -1,6 \cdot 10^{-12} \text{ Кл,}$$

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

$$N = ?$$

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

$$q = Ne,$$

ки аз ин ҷо:

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

Масъалаи 2. Ду сақочаи 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.

Додаҳо :

$$F = 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ Н,}$$

$$r = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м,}$$

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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N = ?$$

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

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

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

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

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

Хуб, чаро ноқилҳо қобилияти хуби барқанақлқунандагӣ доранд?

Ноқилҳо дорои "барқаҳои озод" мебошанд, ки 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 пайваст 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, пластмасс ва м. ин.) нақли барқаҳо ба амал намеояд аниқтараш нақли барқаҳо ба миқдори кам ба амал меояд.



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

Машқи 6.12

1. Ҳангоми ба матоъи пашмин молиш додани сақои шишагин он сақо соҳиби барқани мусбати $q = +3,2 \cdot 10^{-11}$ Кл гардид. Шумораи электронҳои камшуда чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $2 \cdot 10^8$)

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

Масъалаҳои тестӣ

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

А. Ҳангоми молиш додани хаткашаки пластмассӣ бо матоъи пашмин он 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 молидашуда аз хаткашаки молишнодода дарозтар мешавад.

2. Ҳангоми ба ҳам наздик кардани ду хаткашаки пластмассии бо матоъи пашмин молидашуда чӣ ҳодиса рух медиҳад?

А. Хаткашакҳо бо якдигар таъсири мутақобил намекунанд.

Б. Хаткашакҳо ҳамдигарро тела медиҳанд.

В. Хаткашакҳо ҳамдигарро ҷазб мекунанд.

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

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

А. Варақаҳо ҷархела барқманд мешаванд.

Б. Варақаҳо якхела барқманд мешаванд.

В. Яке аз варақаҳо барқманд мешавад.

Г. Ҷисми барқанок хунсо (безаряд) мешавад.

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

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

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

В. Барқии электроскоп бе тағйир мемонад.

Г. Электроскоп тамоман бебарқа мегардад.

5. Ҳангоми бо сими филизӣ пайваст кардани ду электроскопи якхела—яке барқаманд дигаре бебарқа чӣ ҳодиса рух медиҳад?

А. Нисфи барқии электроскопи барқаманд ба электроскопи бебарқа мегузарад, варақаҳо аз ҳамдигар як хел

дур мешаванд.

Б. Ҳарду электроскоп бепарқа мешавад.

В. Нишондоди электроскопҳо бетағйир мемонад.

Г. Ҳамаи барқаи электроскопи барқанок ба электроскопи бепарқа мегузарад

6. Ҳангоми бо хаткашаки пластмассӣ пайвастанӣ ду электроскопи якхела — яке барқаманд ва дигаре бепарқа чӣ ҳодиса рух медиҳад?

А. Нисфи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бепарқа мегузарад.

Б. Нишондоди электроскопҳо бетағйир мемонад.

В. Ҳарду электроскоп бепарқа мешавад.

Г. Ҳамаи барқаи электроскопи барқаманд ба электроскопи бепарқа мегузарад.

Чанд масъала

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

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

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

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

5. Дар нуқтаи муъайяни майдон ба барқаи 4 нКл қувваи 0,04Н 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 $Q=9 \cdot 10^{-7}$ 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 $q=-1,6 \cdot 10^9$ Кл гардид. Шумораи электронҳои изофӣ чӣ қадар аст?

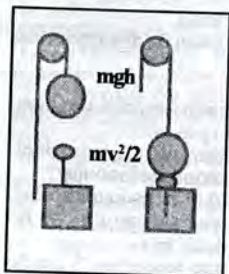
10. Ду сақочаи манфибарқа аз масофаи 20 см ба ҳамдигар бо қувваи $0,03 \cdot 10^{-4}$ Н таъсир мекунанд. Адади электронҳоро дар ҳар сақо ёбед.

БОБИ 7. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ

7.1. Энергияи потенциалии электрикӣ

Шумо аз боби "Энергия" огоҳ ҳастед, ки ҷисми массааш m , ки 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):

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



Ин ҷисм энергияи потенциалии худро ба энергияи ҳаракат (кинетикӣ) табдил дода ($mgh = mv^2/2$), масалан, метавонад, ки муқовимати байни меҳ ва тахтаро бартараф сохта, меҳи ба тахта халонидаро чуқуртар дарорад, яъне ҷисми массааш m -и то баландии h боло бардошташуда, бо сабаби ба он таъсир доштани қувваи ҷозибаи Замин, дорои энергияи потенциалии мебошад ва қобилияти кор иҷро кардан дорад (рас.7.1.1).

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

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

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

Энергияи потенциалии ҷозибавии ҷисмҳо бошад, ин аст:

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

Барои ҳамтаъсироти барқаҳо низ ҳамин тавр аст: қувваи ба яқдигар таъсиркунандаи ду барқаи бузургиашон q_1 ва q_2 ва масофаи байнашон r ба яқдигар ба ҳосили зарби барқаҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа мебошад (қонуни Кулон):

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

Энергияи потенциалии ҳамтаъсироти барқаҳо

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

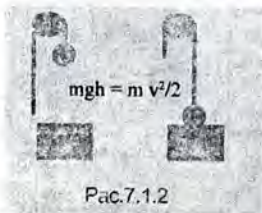
мебошад. Минбаъд энергияи потенциалии ҳамтаъсироти барқаҳои гуногуналوماتро манфӣ (-) ва энергияи потенциалии ҳамтаъсироти барқаҳои якаломатро мусбат (+) мепиндорем. Дар Манзумаи байналмилалии воҳидҳо (СИ) собити k чунин қиммат дорад:

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

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

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

Тафовути дигар дар он аст, ки қувваи таъсиркунандаи байни ду масса дар ҳама мавридҳо қувваи табиъати қозибавӣ дорад, ҳол он ки самти қувваи ҳамтаъсироти барқаҳо ба аломати барқаҳои таъсиркунанда вобастагӣ дорад: барқаҳои яқаломат тела меҳуранду барқаҳои гуногуналومات ба ҳамдигар



қазб мешаванд. Барқаҳо низ монанди массаҳо, агар аз ҳамдигар дар ин ё он масофа ҷойгир бошанд, тавассути ҳамтаъсироти кулонӣ дорои энергияи потенциалии мебошанд ва бинобар ин қобилияти кор иҷро кардан доранд. Энергияи

потенциалии ба энергияи кинетикӣ мубаддал шуда, метавонад кори фоиданок иҷро кунад (рас.7.1.2).

Як масъала. Энергияи потенциалии ҳамтаъсироти ду барқаеро ёбед, ки якеи онҳо $q_1 = 20 \text{ мк Кл}$ асту дигараш $q_2 = -10 \text{ мк Кл}$. Масофаи байни барқаҳоро $0,3 \text{ м}$ гиред.

Додаҳо :

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

$$q_1 = 20 \text{ мк Кл} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -10 \text{ мк Кл} = -10^{-5} \text{ Кл}$$

$$r = 0,3 \text{ м}$$

$$P = ?$$

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи энергияи потенциалии электрикӣ

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

гузошта, ҳосил мекунем:

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

Як масъалаи дигар: Барқаҳои электрикӣ дар қуллаҳои секунҷаи баробарпахлуи тарафҳои $v = 20 \text{ см}$ 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 ҳамтаъсири барқаҳоро барои ҳарсе барқа муъайян кунед.

Додаҳо :

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

$$P_A = ?$$

$$P = ?$$

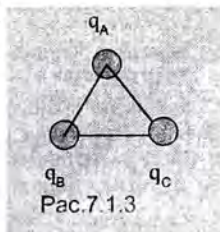
Ҳал: а) Энергияи потенциали дар нуқтаи А ба ҷамъи алҷабрии энергияи потенциалие баробар аст, ки онро барқаҳои дар нуқтаҳои В ва С ҷойгиршуда ба вуҷуд меоваранд:

$$P_A = -k \frac{q_A q_B}{v} - k \frac{q_A q_C}{v} = -4,5 \text{ Ч}.$$

б) Энергияи потенциалии электрикии маҷмӯи барқаҳо ба ҷамъи энергияҳои потенциалии электрикии ҷуфтҳои АВ, АС ва ВС баробар аст, яъне

$$P = -k \frac{q_A q_B}{v} - k \frac{q_A q_C}{v} + k \frac{q_B q_C}{v} =$$

$$= \frac{k}{v} (-q_A q_B - q_A q_C + q_B q_C) \approx -3,37 \text{ Ч}.$$



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



1. Масса ва барқа (заряди электрикӣ) аз рӯи кадом хосиятҳошон наздикӣ доранд?
2. Қувваҳои ҳамтаъсиrotи барқаҳо ва массаҳо аз ҳамдигар чӣ тафовут доранд?
3. Энергияи потенциалии электрикӣ чист?

✓ 7.2. Потенциалии электрикӣ

Ҳамин тавр, агар дар майдони электрикӣ барқа ҷойгир бошад, он дорои энергияи потенциалӣ аст. Нисбати энергияи потенциалӣ ба бузургии барқаи дар майдон ҷойгиршуда ба хосияти барқа вобастагӣ надорад. Ин имкон медиҳад, ки ба ғайр аз шиддати майдони электрикӣ бузургии дигари тавсифдиҳандаи майдон — мафҳуми *потенциалро* дохил кунем.

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

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

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

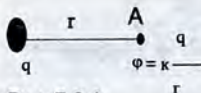
Дар ин ҷо φ_a бузургии потенциалии ҳосилкунандаи майдони электрикӣ мебошад.

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

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

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

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



Рас. 7.2.1

аст. Ҳамин тавр, потенциали дар масофаи r потенциали ҳосилкардаи майдони электрикии барқаи нуқтагии q ин аст (рас. 7.2.1):

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

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

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

Ин воҳид ба ифтихори олими италийӣ Алесандро Волта (1745 - 1827) чунин ном гирифтааст. Ҳиссаҳоидҳо ва воҳидҳои каратии 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 мекунад, потенциали мусбат мепиндоранду, потенциали офаридаи барқаи манфиро-потенциали манфӣ.

✓ **Масъалаи 1.** Потенциали нуқтае (А)-ро ёбед, ки он дар масофаи 30 см аз барқаи нуқтагии $q = + 50 \text{ мкКл}$ ҳосил мекунад.

Додаҳо :

$$q = 50 \text{ мкКл} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл},$$

$$r = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м},$$

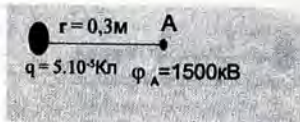
$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$\varphi_A = ?$$

Ҳал: Потенциали барқаи q дар нуқтаи А (рас.7.2.2)

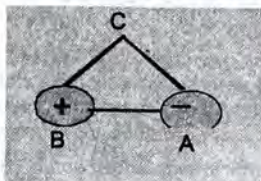
$$\varphi_A = k \frac{q}{r}$$

мебошад. Бино бар ин



Рас. 7.2.2

$$\varphi_A = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}}{\text{Кл}^2 \cdot 0,3 \text{ м}} = 150 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{Кл}} = 1500000 \text{ В}$$



Рас.. 7.2.3

Масъалаи 2. Потенсиали нуқтае (С)-ро ёбед, ки онро ду барқаи нуқтагии ҳамчен, вале гуногуналомати дар нуқтаҳои А ва В воқеъшуда (рас.7.2.3) ба вуҷуд меоваранд. Нуқтаи С аз нуқтаи А ва В як хел дурӣ дорад.

Додаҳо:

$$q_1 = -q_2,$$

$$r_1 = r_2 = r$$

$$\varphi = ?$$

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:

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

?

1. Потенсиали электрикӣ чист?
2. Потенсиали электрикии барқаи 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?

Машқи 7.2.

1. Потенсиали нуқтаеро ёбед, ки дар масофаи 60 см аз барқаи нуқтагии $q = 45$ мкКл ҷойгир аст. (Ҷавоб: 100кВ).
2. Бузургии барқаеро ёбед, ки дар дурии 3 см аз худ потенциали электрикии 1500кВ ҳосил мекунанд. (Ҷавоб: 5 мкКл).

7.3. Фарқи потенциалҳо — волтаж

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

Фарз кунем, ки майдони яқинсаро ду лавҳаи гуногунбарқа ба вуҷуд оварда бошад (рас.7.3.1). Агар дар наздикии лавҳаи мусбатбарқа ягон барқии воҳидии мусбатро ҷой диҳем (нуқтаи а), қувваи электрикӣ ба барқа таъсиркунанда онро ба тарафи лавҳаи манфӣбарқа (нуқтаи в) мекӯчонад, монанди он, ки бори массааш m зеро таъсири қувваи ҷозибаи Замин аз нуқтаи а ба в меафтад.

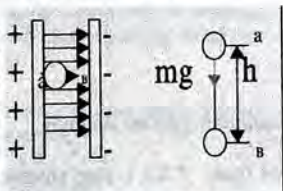
Кореро, ки барои кӯчондани барқии воҳидии мусбати q аз нуқтаи а то нуқтаи в иҷро мешавад, бо A ишора мекунем. Ин кор бо аломати минус ба фарқи энергияи потенциалии барқии q дар майдони электрикӣ дар нуқтаҳои в ва а баробар аст:

$$-A_{ан} = (\Pi_b - \Pi_a) = -(\Pi_a - \Pi_b). \quad (1)$$

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

$$\int U = \varphi_b - \varphi_a = -\frac{A_{ан}}{q} \quad (2)$$

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



Рас. 7.3.1

$$\varphi_b - \varphi_a < 0$$

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

$$-A_{aa} = (\Pi_a - \Pi_b) = -(\Pi_b - \Pi_a) \quad (3)$$

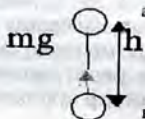
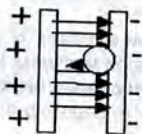
ичро мешавад ва бинобар ин фарқи потенциалҳои электрии нуқтаҳои a ва b

$$U = \varphi_a - \varphi_b = -\frac{A_{aa}}{q}$$

мешавад. Дар ин маврид

$$\varphi_a - \varphi_b > 0 \quad (4)$$

аст (рас. 7.3.2). Дар муқоиса, 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.



Рас. 7.3.2

Ҳамин тариқ, дар наздикии лавҳаи мусбатбарқа барқаи мусбати воридкардаи мо энергияи потенциалии зиёдтарин, вале дар наздикии лавҳаи манфибарқа энер-

гияи 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 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.

✓ Хамин тариқ, фарқи потенциалҳо ё худ фарқи энергияҳои потенциалӣ 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 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл аст).

Додаҳо :

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

$$U=5000 \text{ В}$$

$$E_k = ?$$

Ҳал: Тағйироти энергияи потенциалӣ электрон

$$П_a - П_b = qU = eU$$

аст. Энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ бадал мешавад:

$$E_k = П_a - П_b,$$

яъне

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

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

Додаҳо:

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

$$A = 6 \text{ Ҷ}$$

$$q = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

A

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

q

бузургии q -ро ёфта, додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

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

?

1. Чӣ гуна бузурги ро фарқи потенциалҳо меноманд?
2. Фарқи потенциалҳои барқии нуқтагӣ дар масофаи 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. Фарқи потенциалҳои электрикиро бо кори дар майдони ҷозиба иҷрошуда муқоиса кунед.
5. Воҳиди фарқи потенциалҳо чӣ гуна аст?

Машқи 7.3

1. Ҳангоми кӯчониши барқии $q = 6,7 \cdot 10^{-8}$ Кл аз як нуқта ба нуқтаи дигар кори $2 \cdot 10^{-4}$ Ҷ иҷро шудааст. Волтажи байни ин ду нуқтаро ёбед. (Ҷавоб: 30В)
2. Кореро ёбед, ки барои кӯчониши барқии 1 мкКл дар мавриди 1000В будани волтажаш иҷро мешавад, ҳисоб кунед. (Ҷавоб: 10^{-3} Ҷ).

7.4. Ҳамбастагии волтаж ва шиддати майдони электрикӣ

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

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 якҷинсаро мавриди баррасӣ қарор медиҳем, ки онро фарқи потенциалҳои ду лавҳа ҳосил мекунад (рас.7.4.1).

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

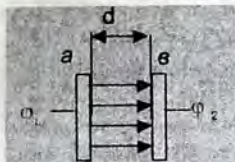
$$A_{ab} = qU = q(\varphi_a - \varphi_b) \quad (1)$$

мебошад. 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.7.4.1

Қимати F -ро аз формулаи (7.4.3.) ба (7.4.2) 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 ибораи дигар, шиддат ба самти камшавии потенциал равона аст. Воҳиди шиддати майдони электрикиро дар СИ бо воҳиди *вольт бар метр* (В/м) ифода мекунанд.

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 нуқтае, ки дар рӯи шиддати майдони якҷинса ҷойгир аст, ба 4 кВ баробар аст. Масофаи байни нуқтаҳо 10 см мебошад. Шиддат чӣ қадар аст?

Додаҳо:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 4 \text{ кВ} = 4 \cdot 10^3 \text{ В},$$

$$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$E = ?$$

Ҳал: Ба формулаи

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

Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

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

?

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

Машқи 7.4

1. Волтажи нуқтаҳои А ва В-и майдони якҷинса ба 1 кВ баробар асту масофаи байни нуқтаҳо—ба 5 см. Шиддат чӣ қадар аст? (Ҷавоб: $2 \cdot 10^4$ В/м).
2. Волтажи байни нуқтаҳои 1 ва 2-ро, ки аз ҳамдигар дар масофаи 10 см дар рӯи хати куввагии майдони якҷинса ҷойгир аст, ёбед. Шиддати майдонро 50 кВ/м гиред. (Ҷавоб: 5кВ).

7.5. Шарти ҳосил шудани ҷараёни электрикии дойимӣ

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

Ҳаракати банизоми барқҳо (зарядҳои электрикӣ)-ро ҷараёни электрикӣ меноманд.

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

Хуб, ҳаракати самтнок ва банизоми барқҳоро бо кадом роҳ воқеъи гардондан мумкин аст?

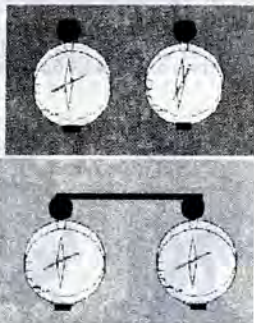
Ҳаракати банизом ва самтноки барқҳоро метавонем, масалан, дар сурате воқеъӣ гардонем, ки ҷисми барқанокро ба воситаи ноқил бо ҷисми бебарқа пайваст кунем. Масалан, шумо метавонед, ҳангоми пайваст кардани электрометри мусбатбарқии А бо электроскопи бебарқии В ҳаракати барқҳоро мушоҳида кунед. Вале ин рӯйдод бо зудӣ қатъ мешавад, ҷараёни электрикӣ то дами баробар гардидани потенциали электрометрҳои А ва В ба амал меояд ва вақте ки потенциалҳо баробар шаванд, ҷараён қатъ мегардад (рас.7.5.1).

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

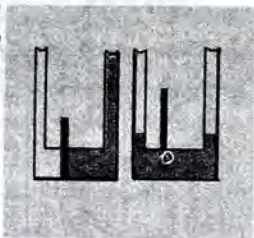
қисми рости он пури моеъ ва қисми чапаш холӣ аст, боз кунем, моеъ аз қисми моеъдор ба қисми бемоеъ мешорад. Шориши моеъ то муддати баробар гардидани баландии сатҳи моеъ дар ҳарду қисми найча (яъне баробар гардидани энергияи потенциалии бар воҳиди масса ростоянда дар қисмҳои найча) давом карда, баъд қатъ мегардад (рас. 7.5.2).

Ҳамин тариқ, ҳангоми пайваст кардани ду қисми гуногунпотенциал дар байни онҳо то дами баробар гардидани бузургии потенциали қисмҳо ($\varphi_1 = \varphi_2$) чараёни электрикӣ қорӣ хоҳад буд. Ҳосил кардани чараёни электрикӣ дойимии 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. 7.5.3 тасвир шудааст.

Агар манбаъи чараёнро бо занҷири беруна (истеъмолкунанда) пайваст кунем, дар он бо таъсири майдони электрикӣ чараёни электрикӣ ҳосил мешавад, барқҳо (зарядҳо)-и мусбат аз нуқтаҳои, ки потенсиа-лашон зиёд аст, ба нуқтаҳои потенциалашон кам ҳаракат мекунанд (роҳи АВ). Дар дохили манбаъи чараён бошад, барқҳо бо таъсири қувваҳои беруна (муқобили қувваи электростатикӣ) бо роҳи ВА мекӯчанд. Кӯчиши барқҳо дар дохили ман-

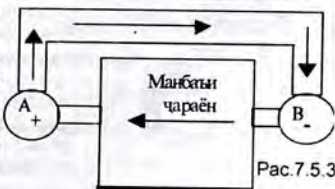


Рас.7.5.1



Рас.7.5.2

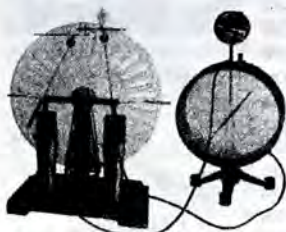
ЗАНҶИРИ ЭЛЕКТРИКӢИ БЕРУНА



Рас.7.5.3

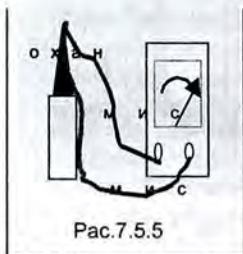
баъи чараён бояд фарқи зарурӣ ва дойимии потенсиалҳоро нигоҳ дорад.

Ҳамин тариқ, масъалаи ҳалталаби ихтироъи манбаъҳои чараёни электрикӣ ба миён меояд.



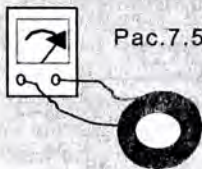
Рас.7.5.4

Навъҳои гуногуни манбаъҳои чараёни электрикӣ мавҷуданд, ки дар онҳо барои 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. 7.5.4.). Чунин мошинҳо ҳангоми ҷархиши бефосила барқҳои мусбат ва манфиро ҷудо карда, дар яке аз кураҳои



Рас.7.5.5

ба лавҳа пайваस्तшуда (ноқил) изофати электронҳо ва дар лавҳаи дигар норасоии онҳоро "таъмин" месозанд. Ду сими гуногунмоддаро лаҳимкорӣ (кафшер) карда, баъд ҷои пайвастро гарм кунем, аз ҳисоби энергияи дохилӣ чараёни электрикӣ ҳосил мешавад (рас.7.5.5). Сохт ва кори *термопараҳо* бар истифодаи ҳамин ҳодиса асос ёфтааст.



Рас.7.5.6

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 (фотоэффакт) номидаанд, ки дар амалия ҷои истифода бисёр дорад (рас. 7.5.6). Дар батареҳои галванӣ ва анбораҳо (аккумуляторҳо) чараёни электрикӣ бефосила аз ҳисоби энергияи кимиёӣ ҳосил мешавад.



1. Мафхуми ҷараёни электрикӣ чиро ифода мекунад?
2. Ҷараёни электрикӣ чӣ тавр ҳосил кардан мумкин аст?
3. Барои ҳосил кардани ҷараёни электрикӣ доимӣ чӣ бояд кард?

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, ҳодисаи ғайриҷашмдоштеро мушоҳида кард: ҳангоми ба панҷараи оҳанин расидани кафи пойи қурбоққае, ки аз сутунмӯхрааш дар ҳамин панҷара ба воситаи чангаки мисин овезон буд, Галванӣ дид, ки мушакҳои қурбоққа кашиш меҳӯранд (рас. 7.6.1). Галванӣ ин ҳодисаро бо мавҷудияти барқҳо (зарядҳои электрикӣ) дар организми зинда (мушак ва системи асаби қурбоққа) алоқаманд мепиндошт. Аммо Волта сабаби кашишхӯрди мушакҳои қурбоққаро бо пайваст шудани филизоти гуногуннавъ ва пайдо шудани ҷараёни электрикӣ алоқаманд донист. Дар заминаи ақидаи Волта метавон гуфт, ки ҳангоми ба ҳам расондани симҳои гуногунмодда, аз ҷумла, мис ва оҳан, дар онҳо ҷараёни электрикӣ ҳосил мешавад. Бузургии ҷараёни ҳосилшуда хеле кам аст, он қадар ночиз аст, ки онро электромметр "ҳис" намекунад, аммо мушакҳои қурбоққа нисбат ба электрометрҳо ҳассостаранд ва пайдоиши ҷараёни

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

Маъмулан манбаъҳои энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергияи кимиёӣ таъмин мешавад, ба ифтихори Галванӣ *батареи Галванӣ* меноманд.

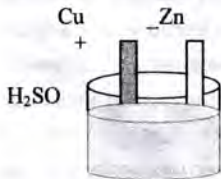


Рас. 7.6.1

Батареи Волта аз ду лавҳа (электрод)-и аз моддаҳои гуногун, масалан, руҳ (Zn) ва мис (Cu) ё худ ангишт (карбон), ки дар маҳлули турушаи сулфат (H_2SO_4) ҷойгир карда шудаанд, иборат мешавад (рас.7.6.2).

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 мегузарад. Дар натиҷа электроди руҳин манфибарқанок мешавад. Ба монанди ҳамин, вокуниши 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 иҷро мекунад. Ба сабаби он ки электродҳо соҳиби барқии ҳархела мегарданд, дар байни онҳо фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд. Бузургии фарқи потенциалҳои байни электродҳо 1,1 В-ро ташкил медиҳад.



Рас.7.6.2

Хангоми 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 муъайян рӯй медиҳад.

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

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

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

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

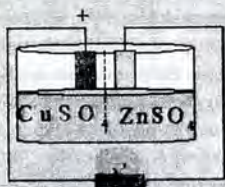


1. Дар натиҷаи тамос додани кадом ноқилҳо дар батареяи Волта фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд?
2. Сабаби пайдоиши фарқи потенциалҳоро дар батареяи Волта шарҳ диҳед.

Супориш:

Дар лабораторияи мактаб лавҳаи мисин ва руҳинро ба маҳлули турушаи сулфат андохта батареяи Волта сохта, фарқи потенциалҳои электродҳоро бисанҷед.

7.7. Батареи Даниел



Рас. 7.7.1

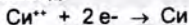
Дар баъзе мавридҳо ба сифати манбаъи ҷараёни электрикӣ батареи Даниел истифода мешавад. Сохти батареи Даниел дар рас. 7.7.1 тасвир ёфтааст. Дар ин батареи электроди мусбат — лавҳачаи мисини ба зоҷи кабуд (маҳлули даҳанифаранг, CuSO_4) ғӯтонида шудаасту электроди манфӣ — лавҳаи руҳӣ ба зоҷи сафед (ZnSO_4).

Маҳлулҳо бо пардаи сӯроҳ-сӯроҳ ҷудоанд. Дар қисми ростии батареи атомҳои руҳ аз электроди руҳӣ ба маҳлули зоҷи сафед дар шакли иони дубарқа (Zn^{2+}) мегузарад. Дар ин маврид ҳар як атоми руҳ дутоғӣ электрони худро ба электрод медиҳад:



Ин рӯйдод боиси манфибарқа гардидани электроди руҳӣ мегарданд.

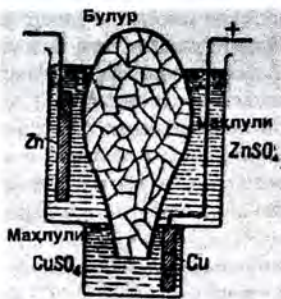
Дар қисми чапи батареи Даниел ионҳои дубарқаи мис Cu^{2+} (дар электроди мисин) ду электрон қабул карда, ба атоми хунсо (бепарқа) бадал мешаванд:



Ҳамин тариқ, дар натиҷаи ҳал шудани руҳ ва ба электрод нишастани атомҳои мис дар

байни электродҳо фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд ва он метавонад занҷири беруна (истеъмолкунанда)-ро бо ҷараёни электрикӣ таъмин кунад.

Бояд гуфт, ки дар натиҷаи ҳамтаъсири электрод ва



Рас.7.7.2.

маҳлул дар қисми рости батареи Даниел изофати ионҳои Zn^{2+} , дар қисми чапи он изофати ионҳои SO_4^{2-} ба миён меоянд. Ионҳои гуногунбарқои Zn^{2+} ва SO_4^{2-} ба ҳамдигар ҷазб шуда, аз пардаи сӯрох-сӯрох гузашта, дар қисми чапи батаре зочи сафед $ZnSO_4$ ҳосил мекунанд. Бо сабаби ба электроди мисин нишастани ионҳои Si^{2+} ва ба тарафи рост гузаштани ионҳои SO_4^{2-} миқдори $SiSO_4$ дар тарафи чап оҳиста-оҳиста кам мешавад. Аз ин рӯ дар сурати муддати зиёд кор кардани батареи Даниел миқдори зочи кабуд $SiSO_4$ дар қисми чапи парда кам шуда, фарқи потенциалҳо метавонад то бузургии сифрӣ кам гардад. Барои зиёд кардани мӯҳлати кори батареи Даниел ба он захираи зочи кабудро ворид кардан мебоянд. Барои ин булӯр (кристалл)-и дорои захираи зочи кабудро дар зарфи махсус ҷой медиҳанд (ниг. рас.7.7.2.). Электродҳои руҳӣ ва мисин ва маҳлулҳоро на дар паҳлуи ҳамдигар, балки дар ҳоли болову поён ҷой медиҳанд. Дар ин гуна батаре ба монетаи сӯрох-сӯрох зарурат наметавонад, зеро зичии зочи кабуд назар ба зочи сафед зиёд аст. Ҳамин тариқ, дар сурати ба занҷири беруна (истеъмолкунанда) васл кардани батареи Даниел электронҳо ба воситаи он аз электроди манфӣ сӯи электроди мусбат (аз электроди руҳӣ ба мисин) ҳаракат мекунанд. Аммо дар даруни маҳлул ионҳои манфии SO_4^{2-} (ки ба сабаби майли анод доштан анион ном гирифтаанд) дар тарафи электроди мисин ҷойгир буда, ба сӯи электроди руҳӣ ҳаракат мекунанд; ионҳои мусбат — катионҳои мис (Si^{2+}) ва руҳ (Zn^{2+}) аз тарафи электроди руҳӣ ба катоди мисин мераванд (номашон аз ҳамин ҷост). Гардиши даври барқҳо ҳам дар занҷири беруна ва ҳам дар дохили манбаъ ба ҳамин тарз сурат мегирад.

Масъалаи 1. Ҳангоми дар батареи Даниел ҷорӣ будани 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 бунёдӣ)-ро $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл гиреду массаи атоми мисро $1,02 \cdot 10^{-22}$ г.

Додаҳо:

$$q = 25600 \text{ Кл,}$$

$$m = 8,48 \text{ г,}$$

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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N = ?$$

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

$$n = ?$$

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

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

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

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

в) Барқии иони мисро ба барқии 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 хориҷ мегардад. Барои дар маҳлули зоҷи кабуд дар электрод нишастани ин миқдор атоми мис $2,34 \cdot 10^5$ Ҷ энергия сарф кардан мебояд.

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

б) фарқи потенциалҳои байни электродҳои муайян кунед.

Додаҳо:

$$N = 6,23 \cdot 10^{23}$$
$$q_{\text{Cu}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл,}$$
$$E_1 = 4,4 \cdot 10^5 \text{ Ч,}$$
$$E_2 = 2,34 \cdot 10^5$$
$$q = ?$$
$$\varphi_2 - \varphi_1 = ?$$

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

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

б) Фарқи қимати энергияҳои хориҷшуда ва сарфшуда, яъне захираи энергияе, ки ҳангоми ҳал шудани $6,23 \cdot 10^{23}$ атом ҷудо

мешавад (хориҷ шудани энергия ҳангоми ба ZnSO_4 табдил ёфтани руҳ ва фуру рафтани энергия ҳангоми ҷудо шудани атомҳои мис аз маҳлули CuSO_4):

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

аст. Фарқи потенциалҳои дар байни электродҳо пайдошуда

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

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

$$A = \Delta E$$

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

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

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 потенциалҳо аз кадом ҳисоб ба вучуд меояд?

3. Сохти кори батареи Даниелро шарҳ диҳед.

?

7.8*. Батарей хушк

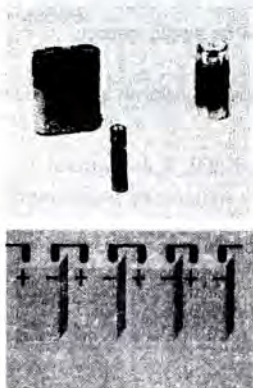
Дар амалия аксаран батареҳои хушк истифода мешаванд. Электроди мусбат (анод)-и ин гуна батарео лавҳа (ё мила)-и ангиштӣ (карбонӣ) ташкил медиҳад (рас.7.8.1).



Милаи ангиштӣ андаруни ҳалтачаи катонӣ (суфӣ), ки аз хокаи омехтаи дуоксиди манган ($75\% \text{MnO}_2$) ва ангишт (25%) пур аст, гузошта шудааст. Дар навбати худ ҳалтачаи катонӣ дар зарфи руҳии электролитдор ҷойгир аст. Ба сифати электролит ҳамираеро истифода мебаранд, ки аз орду маҳлули оби навшодир (NH_4Cl , хлориди аммоний) тайёр карда шудааст.

Зарфи руҳӣ инчунин вазифаи электроди манфӣ — катодро адо мекунад. Электронҳои мусбат ва манфӣ аз ҳамдигар бо ойиқ (изолятор) ҷудоанд. Зарфи руҳӣ бо катон печонида шуда, рӯяш зифт (қатрон смола) андуда шудааст.

Кори батареи хушк ба кори батареи Даниел шабоҳат дорад. Дар ҳамтаъсири 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

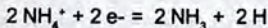


Рас.7.8.2

(хлориди аммоний NH_4Cl) дар натиҷаи дар об таҷзия (диссоциация)



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



Электроди ангиштӣ бо ин роҳ соҳиби барқои мусбат мегардад. Чанд батареи хушкро ба якдигар васл карда (рас.7.8.2), 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 барқанок мешаванд?
4. Батареҳоро чӣ тавр васл мекунад?

7.9 . Анбора (аккумулятор)

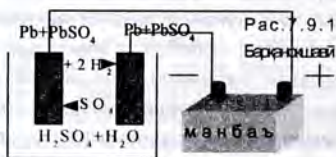
Калимаи **аккумулятор** маънои *гул кардан дорад*. Аз ин рӯ онро ба тоҷикӣ **анбора** гуфтан мебошад.

Биёед, аввалан ба рӯйдоди қутбиш (поляризация), 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, онро ба асбоби электрҷенкунанда пайваст мекунем. Асбоб ҳеҷ чизро нишон намедиҳад. Асбобро аз электродҳо канда, ба манбаъи ҷараён, масалан, батареҳои Галванӣ пайваст мекунем. 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

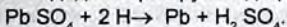
пайваст карда, мебинем, ки асбоб чорй шудани чараёни электрикиро нишон медиҳад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки электродҳо соҳиби фарқи потенциалҳо шудаанд. Электроде, ки дар он оксиген ҳамъ шудааст электроди мусбат асту электроде, ки дар он ҳидроген ҳамъ омадааст, - электроди манфӣ. Чунин манбаъҳо кӯтоҳамаланд ва то дами аз байн рафтани қабати ҳидрогенӣ ва оксигенӣ кор мекунанд. Ҳодисаи дар натиҷаи электролиз ҳосил шудани фарқи потенциалҳоро *қутбиш* (поляризация) ва фарқи потенциалҳои пайдошударо фарқи потенциалҳои *қутбишӣ* (поляризациясионӣ) меноманд.

Соли 1860 олими фаронсавӣ Г.Планте нишон дод, ки фарқи потенциалҳои қутбиширо чун манбаъи чараён истифода кардан мумкин аст. Манбаъҳоеро, ки дар онҳо падидаи қутбиш истифода мешавад, *анбора* меноманд.

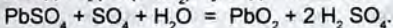
Анбори содатаринро ду электроди сурбии ба маҳлули турушаи сулфат (H_2SO_4) ғӯтонида ташкил медиҳад. Чи тавре шумо аз гуфтаҳои боло медонед, агар ба маҳлули электролит ду электроди якхела, масалан, ду электроди сурбӣ ғӯтонем, дар байни оно ҳеҷ гуна фарқи потенциалҳо ба вуҷуд намеояд. Ва дар ҳолати бебарқа 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 ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^-$) рӯй медиҳад. Ҳидрогени аз маҳлули турушаи сулфат ҷудошуда электроди ба қутби манфии манбаъи беруна пайвасташударо ба шакли хубобчаҳои газӣ (ҳидрогенӣ) мепӯшонанд. Ионҳои ҳидроген (H^+) электродро то ба ҳолати сурби филизӣ барқарор мекунанд, яъне дар



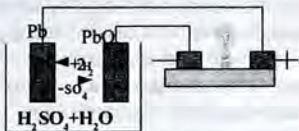
ин сурат падидаи зерин рӯй медиҳад:



Электроди ба қутби мусбат пайвастшуда зери таъсири SO_4^- ба 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.7.9.1).



Рас.7.9.2 Бебарқа шудани анбора

Тавассути рӯйдодҳои зикршуда дар байни электродҳо фарқи

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

Агар анборҳои барқанокро ба занҷири беруна пайваст кунем (рас.7.9.2), дар он аз анод PbO_2 сӯи катод Pb ҷараёни электрикӣ ҷорӣ мешавад ва анбора барқҳои худро оҳиста-оҳиста гум мекунад. Дар дохили анбора ионҳои SO_4^- сӯи катод ва ионҳои 2H^+ сӯи анод ҳаракат мекунанд.

Мо сохти кори анборҳои содатаринро мавриди баррасӣ қарор додем. Ин гуна анбораҳо тавони кам доранд. Одатан анбораҳои сурбиро аз чанд лавҳаи мусбат ва манфӣ тартиб медиҳанд (рас. 7.9.3) ва лавҳаҳо дар маҳлули 15-20% -и турушаи сульфат ҷой медиҳанд.

Барои афзун гардонидани тавони анбора электродҳои онро ба шакли панҷараи лавҳаҳои сурбӣ месозанд. Сохти лавҳаи мусбат (анод) дар рас. 7.9.4 тасвир шудааст. Барои сохтани онҳо дар ибтидо панҷарае месозанд ба шакли шони занбӯр. Лавҳаҳои манфӣ аз сурби тозаи филизӣ иборат мебошанд. Ғайр аз анбораҳои сурбӣ навъҳои дигар, аз ҷумла,



Рас.7.9.3



Рас.7.9.4

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 барқанок 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 карданашон аз ҳисоби манбаъи беруна — динамомашинаҳо барқанок шуда, дар киштиҳои зеробӣ барои ба ҳаракат даровардани механизмҳо истифода мешаванд. Онҳоро барои равшан кардани вагонҳои қатораҳо, барои ба кор даровардани моторҳо (муҳаррикҳо)-и мошинҳо ва ғ. низ ба кор истифода мекунанд.

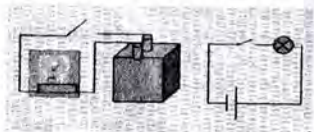


1. Тарзи амали анбора (аккумулятор) аз қори батареҳои галванӣ чӣ тафовут доранд?
2. Анбораҳо чӣ тавр барқанок карда мешаванд? инро дар мисоли анбори содатарин шарҳ диҳед.
3. Анбораҳои сурбӣ чӣ гуна сохта доранд?
4. Анбораҳо дар қучоҳо истифода мешаванд?

7.10. Занҷири электрикӣ ва қисмҳои он

Минбаъд мо истилоҳи занҷири электрикиро зуд-зуд истифода мекунем.

Манбаъи қараён, қалид ва истеъмолкунанда(гон), ки бо ҳамдигар ба воситаи ноқилҳо пайваст шудаанд, занҷири электрикиро ташкил медиҳанд.



Рас. 7.10.1

Ба ҷумлаи манбаъҳои қараён батареҳои галванӣ, нуругоҳҳои барқ (электростансияҳо), анбораҳо

Аломатҳои шартӣ баъзе ҷузъиёти электрикӣ

1. Батарея галванӣ ё худ
анбора (аккумулятор)

2. Силсилаи батареяҳо ва
анбораҳо

3. Пайвасти сымҳо

4. Буриши сымҳо

5. Калид

6. Чароғҳои электрикӣ

7. Занҷи электрикӣ

8. Резистор

9. Ҷузи гармкунанда

10. Муҳарриқи гармоғӯҳақ

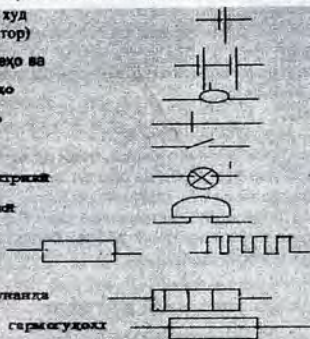


Рис.7.10.2

(аккумуляторҳо), генераторҳои электрикӣ ва м.ин. дохил мешаванд. Моторҳо (муҳаррикҳо)-и электрикӣ, чароғҳои барқӣ, мошинҳои ҷомашӯӣ, яхдонҳо, асбобҳои электрикӣ ва м.ин. *истеъмолкунанда* номида мешаванд. Ба сифати мисол дар рас.7.10.1 занҷири электрикӣ тасвир шудааст, ки аз манбаи чараён, калид ва чароғ 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. 7.10.2 овардем.

Дар занҷир он гоҳ чараён ҷорӣ мешавад, ки (он занҷир) сарбаст бошад. Дар сурати сарбаст набудани занҷир (аккумулятор) зарраҳои барқаманд аз ҷое ба ҷое ҳаракат намекунанд. Калид ё, ҷӣ тавре мегӯянд, васлак агар пайваст (баста) набошад, чараён дар занҷир қатъ мегардад. Дар сурати пайваст кардани калид занҷир сарбаст шуда, дар он чараён ҷорӣ мешавад.



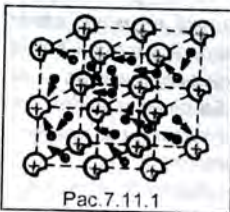
1. Занҷири электрикиро чӣ гуна асбобҳову олатҳо ташкил медиҳанд?
2. Шумо чӣ гуна манбаъҳои ҷараён ва истеъмолкунандагонро медонед?
3. Шартҳои дар занҷири электрикӣ қарор будани ҷараёнро дар чӣ мебинед?

Супориш

1. Тарҳи занҷири электрикиро кашед, ки он ду калид, ду ҷароғак ва як манбаъи ҷараёнро дар бар гирад ва дар он ҳар як ҷароғакро алоҳида - алоҳида даргирондан ва хомӯш гардонидан имкон дошта бошад.
2. Тарҳи пайвасти занҷири электрикиро тартиб диҳед, ки аз манбаъи ҷараён, ду калид ва занги электрикӣ иборат бошад ва дар он аз ду ҷои 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



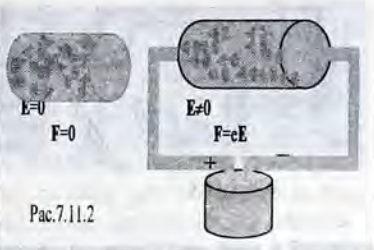
Рас.7.11.1

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 ҷағрафӣ шудани худ электронҳои валентӣ буданд ва робитаашонро 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.7.11.1). Ҷамъи барқҳои ҳамаи электронҳои озод аз рӯи бузургӣ ба ҷамъи барқҳои мусбати ҳамаи ионҳои шабака баробар аст. Аз ин рӯ дар шароити муқаррарӣ филизот хунсо (бебарқа) мебошад. Вақте ки шохаҳои батарея ё анбора (аккумулятор) ба воситаи ягон ноқил, масалан, ба воситаи ягон лампаи электрикӣ пайваस्त карда шаванд, электронҳои озоди ноқил бо низоми муъайян ба

ҳаракат мебароянд.

Ҳаракати электрон-хоро андаруни ноқил шиддати майдони электрикӣ (номи пешнавш, шадидияти майдони электрикӣ) низом мебахшад, ки онро фарқи потенциалҳои манбаи ҷараён ба вуҷуд



Рас.7.11.2

меорад. Дар майдони электрикии соҳиби шиддати E ба электрони барқаш e ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) қувваи $F = eE$ таъсир меоварад (рас. 7.11.2).

Ҳамин тариқ, ҷараёни электрикиро дар филизот ҳаракати бонизоми электронҳо ҳосил мекунад. Суръати миёнаи электронҳои ҷараёнзо чандон бузург нест. Ин суръат нисбат ба суръати миёнаи ҳаракати ҳароратӣ хеле кам мебошад. Масалан, электронҳое, ки ҷараёни дар рӯзгори ҳаррӯза истифодашавандаро барқой мебаранд, суръати тақрибан $0,1 \text{ мм/с} = 10^{-4} \text{ м/с}$ доранд. Вале шиддати майдони электрикӣ бо суръати рӯшноӣ ($300\,000 \text{ км/с}$) 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.

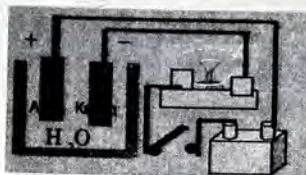
?

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

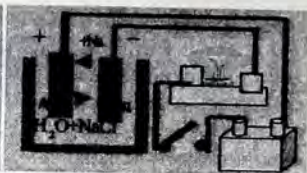
7.12. Ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо

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

Барои равшанӣ андохтан ба ин масъала ба таҷрибаи мӯреорем. Дар зарфи пури оби тоза ду электрод — ду лавҳаи



Рас.7.12.1



Рас.7.12.2

ангишти ё руҳи меғтонем ва занҷирро ба воситаи лампаи электрикӣ сарбаст мекунем (рас. 7.12.1). Дар ин маврид чароғаки электрикӣ дар намегирад. Акнун ба оби тоза қадре намаки ош (NaCl) ҳамроҳ мекунем ва мебинем, ки чароғак хандон мешавад. Сабаб дар чист?

Маълум аст, ки сабаби хандон шудани чароғ чорӣ шудани чараёни электрикӣ мебошад. Ин он гуна маъно дорад, ки пайдоиши чараён бо ҳосил шудани зарраҳои барқаманд (заряднок) дар маҳлул алоқаманд мебошад.

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

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

Майдони электрикӣ ба зарраи дорои барқии q бо қувваи $F = qE$ таъсир меоварад. Дар ин маврид ионҳои мусбат (Na^+) сӯи катод ва ионҳои манфӣ (Cl^-) сӯи анод кӯчиш мекунанд (рас.7.12.2). Ҳамин тариқ, дар маҳлул чараёни электрикӣ чорӣ мешавад ва лампаҳои электрикиро фурузон мекунанд.

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 (SiSO_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 сурхчатоби мис намудор мешавад.



1. Барои чӣ оби тоза ҷараёни электрикиро намегузаронад?
2. Электролит чист?
3. Дар электролитҳо ҷараёни электрикӣ чӣ тавр ҳосил мешавад?

7.13. Қувваи ҷараён

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

$$q = Ne \quad (1)$$

(e - барқаи як электрон).

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



М.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 мебоянд.

Ҷараёне, ки бузургӣ ва самти он бо мурури вақт бетағйир мемонад, ҷараёни электрикӣ доимӣ ном гирифтааст. Қувваи ҷараёни электрикӣ бо воҳиди 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 (1795-1836) ампер (A) номидаанд. ✓

✓ Дар амалия инчунин ҳиссаҳои воҳидҳои каратии қувваи ҷараён: миллиампер (мА), микроампер (мкА), килоампер (кА) низ истифода мешаванд: ✓

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

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

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

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

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

Қувваи ҷараён бузургии векторӣ (бузургии бурдорӣ) мебошад ва он ба ғайр аз қимати ададӣ самт низ дорад.

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

Интихоби самти қувваи ҷараён шартӣ аст. Таърихан ба сифати самти ҷараён самте пазируфта шудааст, ки ба рафти барқҳои мусбат мувофиқат мекунад. Бинобар, ин зарраҳои манфибарқа, масалан, электронҳои озод дар филизот муқобили самти ҷараён (муқобили самти шиддати майдони электрикӣ), яъне муқобили рафти зарраҳои мусбатбарқа ҳаракат мекунанд (рас.7.13.1).



Рас.7.13.1

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

Додаҳо:

$$t = 1 \text{ дақ} = 60 \text{ с,}$$

$$I = 500 \text{ мА} = 0,5 \text{ А}$$

$$q = ?$$

Ҳал: Додаҳо дар формулаи

$$q = I t$$

гузошта, ҳосил мекунем:

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

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

Додаҳо:

$$t = 0,5 \text{ с,}$$

$$N = 5 \cdot 10^{18}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$I = ?$$

Ҳал: Бузургии барқаи аз буриши арзии ноқил гузаштаре ин тавр меёбем:

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

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

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

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

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

Ҳал: Бузургии барқои қоришуда

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

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

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



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

Машқи 7.12

1. Аз мӯяки лампаи электрикӣ дар муддати 2с $3 \cdot 10^{18}$ электрон мегузарад. Қувваи ҷараёни шабака чӣ қадар аст? (Ҷавоб: 0,24А).
2. Қувваи ҷараёнро барои лампаи электрикие ёбед, ки аз мӯяки он дар муддати 10 дақ 600Кл барқа гузаштааст. (Ҷавоб: 1А).
3. Дар занҷире, ки ҷараёни 24 мА дорад, дар муддати 1 дақ чӣ миқдор барқа мегузарад?

7.14/ Қонуни Ом барои қитъаи занҷир. Муқовимати ноқил . ✓

Аз бандҳои пешин шумо медонед, ки қараёни электрикӣ дар ноқилҳо ҳаракати банизоми барқҳои озод (бо таъсири майдони электрикӣ) мебошад. Бузургии *шиддати майдони электрикӣ*¹ бо фарқи потенциалҳои нӯғҳои ноқил ва қувваи қараён I ба *волтажи майдони электрикӣ*² вобастагӣ доранд. Аммо ин вобастагӣҳо чӣ гуна шакл доранд?



Ч.Ом (1787-1854)

Ом дар таҷриба исбот кард, ки қувваи қараёни электрикӣ дар ин ё он ноқил қоришаванда I ба волтажи нӯғҳои ноқил U мутаносиби роста мебошад. Масалан, агар ноқилеро дар занҷири дорои волтажи 9 В пайваस्त кунем, дар он қараёне қорӣ мешавад, ки нисбат ба ҳамин хел ноқили ба батареи волтажаш 4,5 В пайвастшуда ду бор зиёдтар хоҳад буд.

✓Хамин тариқ, қувваи қараён I ба волтажи нӯғҳои ноқил мутаносиб аст:

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

Ин ҷо зариф (коэффисент)-и мутаносиби к-ро дохил намуда, ин тавр менависем:

$$I = k U. \quad (2)$$

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

Бузургии нисбат ба электрноқилият чаппаро муқовимати ноқил ном додаанд ва онро чунин менависанд:

$$R = \frac{1}{k} \quad (3)$$

Инро дар формулаи (2) гузошта, ҳосил мекунем:

1. Номии пешинааш: *шадидияти майдони электрикӣ*.

2. Номии пешинааш: *шиддати майдони электрикӣ*.

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

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

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

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

гузошта, ҳосил мекунем:

$$R = \frac{U}{I} = 20 \text{ Ом.} \checkmark$$

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

Ҳал: Дар заминаи истифодаи формулаи қонуни Ом

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

чунин натиҷа ҳосил мекунем:

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

?

1. Қувваи ҷараён бо волтаж чӣ тавр ҳамбастагӣ дорад?
2. Қувваи ҷараён ба муқовимати ноқил чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Воҳиди муқовиматро шарҳ диҳед.

Машқи 7.14

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

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

Супориш

3. Ба нӯғҳои ноқили муқовиматаш 2,5 Ом чӣ қадар волтаж додан мебояд, ки аз он ноқил ҷараёни қуввааш 3А ҷорӣ шавад? (Ҷавоб: 75В).

Нигора (график)-и вобастагии қувваи ҷараёнро ба шиддати байни нӯғҳои ноқил созад:

а) ҳангоми 12В будани волтаж ва 3А будани қувваи ҷараён;

б) ҳангоми 24В будани волтаж ва 3А будани қувваи ҷараён.

Натиҷаҳоро таҳлил карда, хулоса бароред.

7.15. Муқовимати хос

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

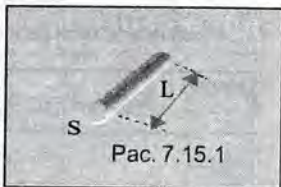
Дар асоси омӯзишҳои таҷрибавӣ нуктаҳои зайл дарк шудааст:

1. Аз ду ноқили якхела аз ҳамон як модда сохташуда ва 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 дарозиҳои 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 гуногундоранд, яъне муқовимати ноқил ба навъи модда бастагӣ дорад. ✓ Хамин 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 матаносиби ρ бузургӣест, ки ба навъи модда бастагӣ дорад ва хосияти электргузариши моддаро ифода мекунад. Онро муқовимати хос меноманд. ✓

Барои муқаррар кардани воҳиди муқовимати хос формулаи 7.15.1 -ро ба шакли зайл менависем:

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

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

$$\frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad \checkmark$$

Дар амалия масоҳати буриши арзии ноқилро бо mm^2 ифода ✓

Ноқил	Муқовимати хос	
	Ом.мм ² /м	Ом.м ² /м
Нукра	0,016	1,6 · 10 ⁻⁴
Мис	0,017	1,7 · 10 ⁻⁴
Тилло	0,024	2,4 · 10 ⁻⁴
Алумин	0,029	2,9 · 10 ⁻⁴
Оҳан	0,1	10 ⁻³
Никелин (хӯла)	0,4 - 0,44	4 - 4,4 · 10 ⁻³
Манганин (хӯла)	0,42	4,2 · 10 ⁻³
Константан (хӯла)	0,4 - 0,51	4 - 5,1 · 10 ⁻³
Нихром (хӯла)	1,1	1,1 · 10 ⁻²
Фехрал (хӯла)	1	10 ⁻²
Хромал	1,3	1,3 · 10 ⁻²

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

Бузургии муқовимати хос барои баъзе моддаҳо дар ҳарорати 20°C дар чадвали 7.15.1 оварда шудааст.

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

Бузургии чаппаи муқовимати хос, яъне

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

электргузaronандагии хоси моддаро ифода мекунад.

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

Додаҳо :

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

$$S = 0,1 \text{ мм}^2,$$

$$L = 200 \text{ м}$$

$$R = ?$$

Ҳал: Формулаи

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

истифода карда, меёбем:

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

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

Додаҳо :

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

$$L = 100 \text{ м},$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2,$$

$$U = 10 \text{ В}$$

$$J = ?$$

Ҳал: Аз рӯи қонуни Ом қувваи ҷараён

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

мебарояд. Бузургии муқовимати ноқил

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

аст. 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 тавр бастагӣ дорад?
2. Муқовимати хос чиро тавсиф медиҳад?
3. Муқовимати хос бо чӣ гуна воҳид ифода карда мешавад?
4. Муқовимати хосро аз рӯи кадом формула баҳодод кардан мумкин аст?
5. Электрғузaronии хос чиро ифода мекунад?

Машқи 7.15

1. Сими константани дарознаш 2 м ва масоҳати буриши арзиш $0,5 \text{ мм}^2$ муқовимати 2 Ом дорад. Муқовимати хоси константан чӣ қадар аст?

(Ҷавоб: $0,5 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$)

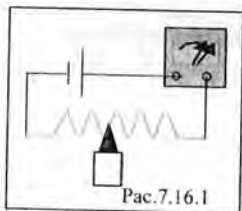
2. Муқовимати сими мисини буриши арзиш $0,425 \text{ мм}^2$ 4 Ом аст. Дарозии симро ёбед. (Ҷавоб: 100 м)

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 кристалӣ) мегардад ва ин омил сабаби зиёд шудани муқовимат дар ҳаракати самтноки электронҳо мешавад.

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

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



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

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

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

Ин ҷо R_0 -муқовимат дар ҳарорати t_0 асту R - ҳамон муқовимат дар ҳарорати t . Зариби ҳароратии муқовимати ноқилҳои гуногун дар ҷадвали 7.16.1 оварда шудааст.

Зариби ҳароратии муқовимат назар ба филизот барои хӯлаҳо хеле зиёд мебошад. Аз ин рӯ эталонҳо, ҷаъбаҳои муқовиматҳо

Ҷадвали 7.16.1

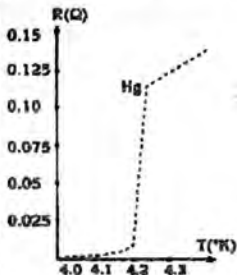
Ноқил	$\alpha, \text{град}^{-1}$	Ноқил	$\alpha, \text{град}^{-1}$
Пулод	0,0050	Константан	0,00005
Волфрам	0,0046	Манганин	0,000015
Алумин	0,0042	Рух	0,0039
Нукра	0,0040	Сурб	0,0041
Мисс	0,0040	Платина	0,0025
Никелин	0,0003	Симоб	0,0027
Нихром	0,0003		

ва м.ин.-ро аз хӯлаҳо месозанд.

Дар элекролитҳо ва нимноқилҳо бо афзоиши ҳарорат бузургии муқовимат меафзояд.

Вобастагии муқовимати ноқил ба ҳарорат дар амалия ҷойи истифода 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 ҳарорати 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. 7.16.2). Ин ҳодиса **абарноқилият** ном гирифтааст.



Рас.7.16.2

Мисоли 1. Ноқили мисинеро, ки ҳарорати ибтидоиаш $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ва муқовиматаш 100 Ом буд, то дами ба 126 Ом баробар шудани муқовимати он гарм карданд. Зариби ҳароратро $\alpha = 0,0043\text{ град}^{-1}$ гирифта, ҳарорати интиҳои ноқилро ёбед.

Додаҳо :

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

$$R_0 = 100 \text{ Ом},$$

$$R = 126 \text{ Ом},$$

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

$$t = ?$$

Ҳал: Дар асоси формулаи

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

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

мебошад. Додаҳоро гузошта, меёбем:

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

Масъалаи 2. Дар ҳарорати $1020 \text{ }^\circ\text{C}$ муқовимати ноқили алюминий 208 Ом аст. Муқовимати ибтидоии ноқил ҳангоми $20 \text{ }^\circ\text{C}$ будани ҳарорат чӣ қадар буд?

Додаҳо :

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

$$R = 208 \text{ Ом},$$

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

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

$$R = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

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

R_0 -ро ёфта, ҳосил мекунем:

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

?

1. Муқовимати ҳосил ноқилҳои филизӣ ба ҳарорат чӣ гуна вобастагӣ дорад?
2. Зариби ҳароратии муқовимат чиро ифода мекунанд?
3. Муқовимати электролитҳо ва нимноқилҳо ба ҳарорат чӣ гуна бастагӣ дорад?
4. Абарноқилият гуфта чиро мефаҳманд?

7.17. Резистор. Реостат

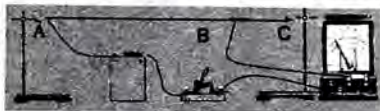


Рас.7.17.1

Дар техникаи муосир муқовиматҳои бузургиашон ҳархела ва бо технологияи махсус сохташуда, ки резистор номгузори шудаанд бисёр истифода мешаванд (калимаи латинии *resisto* маънои муқовимат мекунам дорад). Оддитарин резистор бунлодест (асосест), ки дар он ноқили муқовимати хосаш зиёд печонида шудааст. Намуди берунаи баъзе резисторҳо дар рас.7.17.1 нишон дода шудааст. Резисторҳои низ истифода мешаванд, ки муқовимати онҳо дар зарурат дар ҳудуди муъайян тағйир додан осон аст.

Резисторҳои муқовиматашон танзимшавандаро реостат меноманд. Дар радио ва ТВ барои баланду паст кардани садо ҳамин гуна резисторҳо истифода мекунанд, дар мошинҳои 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.

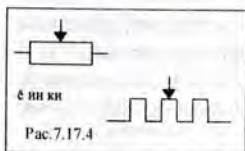
Хонандагони арҷманд! Шумо метавонед худхотон ин гуна реостат сохта, ба воситаи он тағйироти қувваи ҷараёнро вобаста ба дарозии сим (муқовимати сим) бисанҷед. Барои ин сими, масалан, нихромии дарозияш муъайяно ба нӯги сими мисин ба шакли ҳалқаи дар рӯи сими нихромӣ лағжанда (В) пайваст кунед. Як нӯги сими нихромӣ (А)-ро ба қутб (гирак)-и манфии батарея пайвандеду нӯги сими мисинро ба қутби манфии амперметр (олати санҷиши қувваи ҷараён). Қутби мусбати батареяро ба воситаи калид ба қутби мусбати асбоб пайваст кунед (рас. 7.17.2.).



Рас.7.17.2



Рас.7.17.3



Рас.7.17.4

Баъд калидро пайваста ва давакро 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.7.17.3 оварда шудааст. Дар тарҳҳо реостатҳо бо рамзҳои махсус ишорат карда мешаванд (рас.7.17.4).

Масъала. Реостати иборат аз сими никелинии дарозияш 21 м ва

буриши арзиаш $0,2 \text{ мм}^2$ -ро, ки бар цилиндри сафолин печонда шудааст, ба манбаъи ҷараёни волтажаш 24 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат $1/3$ ҳиссаи сими никелиниро ба манбаъи ҷараён пайвандад, аз реостат чӣ қадар қувваи ҷараён ҷорӣ мешавад?

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

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

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

аст. Азбаски $R = \rho \frac{L}{S}$

ва $L = \frac{d}{3}$ мебошанд, пас:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ В} \cdot 3 \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом мм}^2}{\text{м}} \cdot 21 \text{ м}} = 1,7 \text{ А}$$



1. Реостат чӣ вазифаро адо мекунад?
2. Чаро дар реостатҳо симҳоро истифода мекунанд, ки муқовимати хоси онҳо зиёд аст?
3. Сохти реостати давақдор ва амали онро шарҳ диҳед.

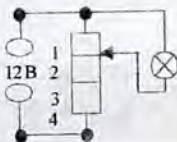
Машқи 7.17

1. Реостате, ки аз сими нихромии дарозинаш 20 м ва буриши арзиаш $0,4 \text{ мм}^2$ сохта шудааст, чӣ қадар муқовимат дорад? (Ҷавоб: $\sim 27,3 \text{ Ом}$).

2. Реостате иборат аз сими фехралии дарозинаш 21 м ва буриши арзиаш $0,2 \text{ мм}^2$ -ро, ки дар цилиндри сафолин печонда шудааст, ба манбаъи ҷараёни волтажаш 24 В пайвастанд. Агар даваки ин гуна реостат 0.22 қисми сими никелиниро ба манбаъи ҷараён пайвандад, аз реостат чӣ қадар қувваи ҷараён мешавад? (Ҷавоб: 0,85 А).

Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб диҳед монанди расми 7.17.5 ва волтажи лампаро барои мавқеъҳои 1,2,3,4 бо вольтметр бисанҷед.



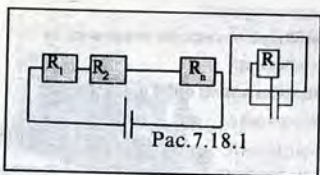
Рас.7.17.5

7.18. Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо

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

Агар ду ё чанд муқовимат (резистор, истеъмолкунанда) пасиҳам пайваст шуда бошанд, аз онҳо ҷараёни якхела мегузарад — дар ин сурат мегӯянд, ки муқовиматҳо бо ҳам пайдарпай пайваст шудаанд (рас. 7.18.1).

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



Биёед, занҷири сода-таринеро муойина кунем, ки ҳамагӣ ду муқовиматро дарбар дорад (рас.7.18.2 а ва б); дар рас. 7.18.2, б ишорати А—амперметр (олати санҷиши қувваи ҷараён) ва V—вольтметр (олати санҷиши волтаж) мебошад.

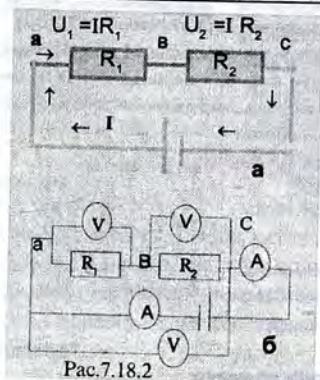
Дар асоси қонуни Ом барои қитъаи занҷир волтажи байни нуқтаҳои а ва в

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

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

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

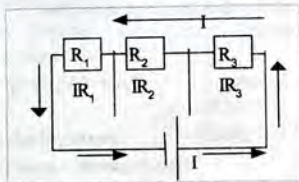
аст. Ҳамин тариқ, дар мавриди пай дар пай пайвасти кардани муқовиматҳо

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

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

в) бузургии муқовимати умумӣ ба ҷамъи ҳарду муқовимат (резистор)-и занҷир (дар мавриди мисолшуда) баробар аст (рас. 7.18.1).

Масъалаи 1. Се резистори муқовиматшон мувофиқан $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 15 \text{ Ом}$ ба манбаъи 9 В пайдарпай пайвасти шудаанд (рас. 7.18.3). Муқовимати пурра, қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ва волтажи нӯғҳои резисторҳои алоҳидаро ёбед.



Рас. 7.18.3

Ҳал: Муқовимати пурраи резисторҳо

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

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

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

мебошад. Бузургии волтажҳо дар нӯғҳои ноқил инқадарӣ аст:

$$U_1 = I R_1 = 1,5 \text{ В};$$

$$U_2 = I R_2 = 3 \text{ В};$$

$$U_3 = I R_3 = 4,5 \text{ В}.$$

Додаҳо :

$$R_1 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$U = 9 \text{ В}$$

$$R = ?$$

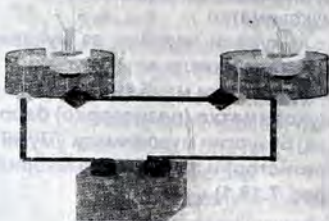
$$I = ?$$

$$U_1 = ?$$

$$U_2 = ?$$

$$U_3 = ?$$

Масъалаи 2. Ду чароғаки электрикии якхела бо ҳам пай дар пай ба манбаъи волтажаш 12 В пайваста шудаанд (рас. 7.18.4). Ҳангоми пайвастани калид аз занҷир қувваи ҷараёни $I = 0,5 \text{ А}$ қорӣ мегардад. Муқовимати шохаҳои занҷирро ёбед.



Рас.7.18.4

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,

$$R_1 = R_2 = 12 \text{ Ом} \text{ мебошад.}$$

?

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

Маҷқи 7.18

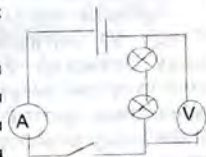
1.Резистори муқовиматаш 4,1 Ом бо мӯяки лампае, ки муқовиматаш 6,9 Ом мебошад, пайёнапай пайваст шудааст, муқовимати умумии онҳоро ёбед. (Ҷавоб: 11 Ом).

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

Супориш

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

Лавозимот: Манбаъи ҷараён, се лампаи ҷарогаки киссағӣ, амперметр, чанд сим. Аввал занҷири электрикиро тартиб диҳед, ки дар он ду лампа пайёнапай пайваस्त шуда бошад (рас.7.18.5). Баъд дар ҳамаи занҷир се лампаро пайёнапай пайваस्त кунед.



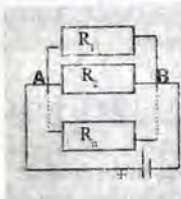
Рас.7.18.5

7.19. Пайвасти мувозӣ (пайвасти параллелӣ)-и резисторҳо

Дар пайвасти мувозӣ яке аз нӯғҳои муқовиматҳо (резисторҳо) ба як нуқта (масалан, нуқтаи А-и рас.7.19.1), нӯғҳои дигари муқовиматҳо (резисторҳо) 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 пайваस्त бошанд, он гоҳ қувваи ҷараёни электрикии ба гиреҳи занҷир дохилшаванда I бояд ба



Рас.7.19.1

қувваи ҷараёнҳои аз гиреҳ бароянда I_1 ва I_2 баробар бошад (ниг. рас. 7.19.2):

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

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

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

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

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

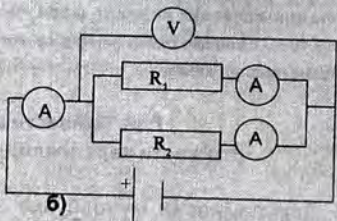
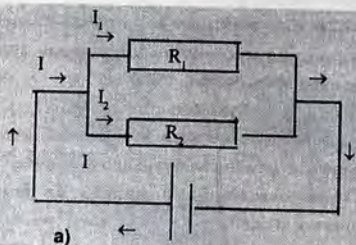


Рис.7.19.2

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

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

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

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

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

Азбаски $U_1 = U_2 = U$ аст, пас барои $1/R$ ин гуна формулаи содда 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 бузургии муқовимати умумӣ назар ба муқовимати ҳар яке аз резисторҳои алоҳида ду бор кам аст. Агар мо се резистори якхеларо ба таври мувозӣ пайваст кунем, муқовимати умумии онҳо назар ба муқовимати резисторҳои алоҳида се бор кам мешавад. Умуман, қонуни зикршуда барои миқдори дилхоҳи резисторҳо риоя мешавад ва дар мавриди ба таври мувозӣ пайвастании n резистор муқовимати умумӣ ин қадар хоҳад буд:

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

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

резистор баррасӣ 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 чомашӯй, чароғҳои электрикӣ ва ғ. ба волтажи 220 В мувофиқ гардонидани шудаанд. Агар шумо ба волтажи 220 В асбобҳои истеъмолкунандаи 127 В ё пасттарро пайваст кунед, онҳо аз кор мебароянд (месӯзанд).

Масъалаи 1. Ду чароғи барқии муқовиматашон $R_1 = 440$ Ом ва $R_2 = 660$ Ом-ро ба таври мувозӣ ба шабакаи дорои волтажи 220 В пайваст карданд (рас.7.19.3). Қувваи ҷараёни аз тариқи ҳар чароғ ҷоришаванда, қувваи ҷараёни воридшаванда ва муқовимати умумии шабакаро ёбед.

Додаҳо:

$$R_1 = 440 \text{ Ом,}$$

$$R_2 = 660 \text{ Ом.}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$R = ?$$

$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

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

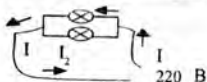
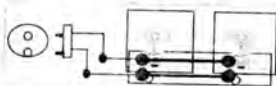
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ В}}{440 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А}$$

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

мебошанд. Қувваи ҷараён дар симҳои ҷараёновар

$$I = I_1 + I_2 = 0,83 \text{ А}$$

аст. Он гоҳ муқовимати умумӣ ин



Рас.7.19.3

қадар хоҳад буд:

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

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

Додаҳо:

$$\begin{aligned} r &= 120 \text{ Ом,} \\ n &= 4 \\ R &= ? \end{aligned}$$

Ҳал: Додаҳоро дар формулаи

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

гузошта, ҳосил мекунем:

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

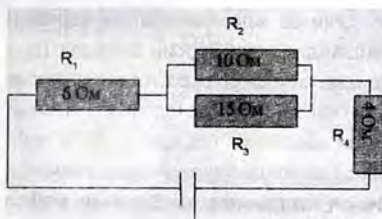
Масъалаи 3. Муқовимати умумии занҷири дар рас. 7.19.4 тасвиршударо ёбед.

Додаҳо :

$$\begin{aligned} R_1 &= 6 \text{ Ом,} \\ R_2 &= 10 \text{ Ом,} \\ R_3 &= 15 \text{ Ом,} \\ R_4 &= 4 \text{ Ом} \\ R &= ? \end{aligned}$$

Ҳал: Дар ин занҷир ду резистор R_3 ва R_2 ба таври мувозӣ пайваст 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.719.4

аст. Азбаски муқовиматҳои R_1 , R , R_4 , пайдарпай пайваст 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.



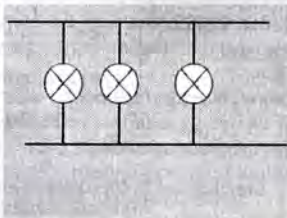
1. Чй гуна пайвасти резисторхоро пайвасти мувозй (пайвасти параллелй) меноманд?
2. Кадом бузургии электрикй барои ҳама муқовиматҳои мувозан пайвастшуда ҳамон як қимат дорад?
3. Муқовимати резисторҳои ҷудогонаи мувозан пайвастшударо доништа, муқовимати умумиро чй тавр ёфтан мумкин аст?

Машқи 7.19

1. Порчаи сими никелинии ($\rho = 0,4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$) дарозиаш 42 м ва буриши арзиаш $0,2\text{мм}^2$ —ро ду ним карда, ҳарду нимаро ба якдигар ба таври мувозй (параллел) пайвастанд. Муқовимати умумй чй қадар аст?

(Ҷавоб : 21 Ом).

2. Муқовимати ҳар яке аз лампаҳои якхелаи дар расми 7.19.5 тасвирёфта 60 Ом аст. Муқовимати умумии лампаҳо чй қадар аст? (Ҷавоб: 20 Ом).



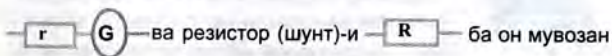
Рас.7.19.5

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 магнитӣ бо ноқили (ғалтаки) ҷараённок асос ёфтааст. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараённок (аз ҷумла тарзи кори галванометр) дар боби оянда мавриди баррасй қарор мегирад. Ин ҷо ҳаминро хотирнишон карданием, 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,

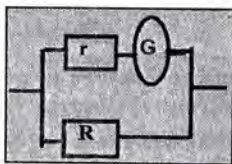
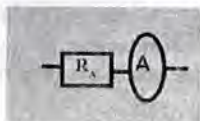
галванометри миқёс (шкала)-аш 50 мкА бевосита имкони санҷидани ҷараёни электрикӣ бузургиаш аз 1 мкА то 50 мкА дорад. Вале барои чен кардани қувваи ҷараёни зиёдтар аз ин паралелан ба галванометр резистор (ноқил)-и муқовиматаш муъайяно пайваст кардан мебоҷад (паралелан пайваст кардан, маъноӣ ба ду қисми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

Ҳамин тавр, 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



ҷудо пайвастшуда иборат аст, яъне

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



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

Дар рӯи лавҳаи амперметр, одатан ҳарфи A мегузоранд, ки ҳарфи аввали калимаи "амперметр" аст. Амперметре, ки дар таҷрибаҳои мактабӣ истифода мешавад, дар рас. 7.20.1 тасвир ёфтааст. Барои чен кардани қувваи ҷараён амперметрро дар ягон қитъаи занҷири электрикӣ пайдарпай пайваст мекунад.



a



b

Рас.7.20.1

Дар рас.7.20.2 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 пайваستшуда иборат аст, як хел мебошад. Ҳамин аст, ки ду амперметри паёпай пайвастшуда қувваи ҷараёни якхеларо нишон медиҳанд. Амперметр ба занҷир ба воситаи ду ноқили интихोие пайваста мешавад, ки онҳоро, чи 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.7.20.2

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

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

Ҳал: Қисми ҷараёни воридшуда ба воситаи симҳои галванометр ва қисми дигараш ба воситаи шунт ҷорӣ мешавад (рас.7.20.3):

$$I_A = I_{\omega} + I_r$$

Қувваи ҷараёни ба воситаи муқовимат (шунт) ҷоришаванда

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

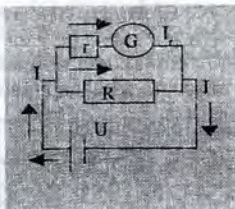
мебошад. Азбаски шиддати нӯғҳои муқовимат ва гираҳои

галванометр якхелаанд, пас,

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

ё ин ки

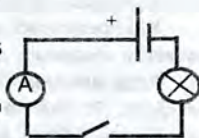
$$R = \frac{I_r r}{I_{\omega}} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot 30 \text{ Ом}}{0,99995 \text{ A}} \approx 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$



Рас.7.20.3

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

Супориш



Рас.7.20.4

Занҷири электрикӣ тартиб дода, қувваи ҷараёни дар он ҷоришавандаро бисанҷед (рас.7.20.4).

Лағзимот: Манбаъи ҷараён, лампаҳои ҷароғаки кисағӣ, амперметр, чанд сим.

7.21. Волтметр (волтсанҷ, волтажсанҷ)

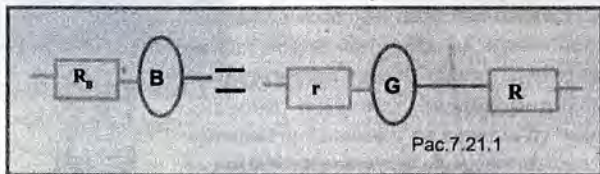
Фарқи потенциалҳо ё худ волтаж бузургии тавсифдиҳандаи майдони электрикӣ мебошад. Ҷараёни электрикӣ танҳо дар сурати ғайрисифрӣ будани волтажи нӯғҳои ноқил ҳосил мешавад.

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:

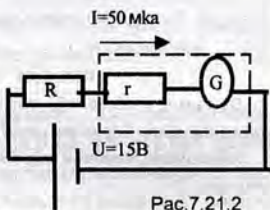
Волтметр = галванометр + резистор

Вале дар волтметр галванометр паёпай бо резистор пайваста мешавад (рас.7.21.1):



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 $r = 30 \text{ Ом}$ доред. Бигзор волтметре сохтан зарур бошад, ки волтажи то 15 В -ро чен карда тавонад. Ин он гуна маънӣ дорад (рас.7.21.2), ки дар мавриди 15 В будани волтаж аз галванометр бояд ҷараёни на беш аз 50 мкА гузарад. Барои баҳодод кардани бузургии муқовимати резистори занҷири галванометр занҷире тартиб медиҳем, ки он аз манбаъи ҷараёни бузургии 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 занҷирро ($U = IR$) истифода бурда, 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.7.19.3

ба сабаби кам будани муқовимати галванометр метавонем онро ба эътибор нагирем. Дар тарҳҳои электрикӣ вольтметр бо V ишорат мешавад (рас.7.21.3)

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 потенциалҳои нӯғҳои қитъаи занҷирро чен кунад. Аз ин рӯ гираҳои вольтметрро ба ҳамон нуқтаҳои занҷир пайваст мекунанд, ки фарқи потенциалҳои байни онҳоро чен кардан зарур аст, яъне вольтметрро дар занҷир ба таври мувозӣ (параллел) пайваст кардан 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?

Ҳал: Аз рӯи қонуни Ом қувваи ҷараёни ҷоришаванда

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

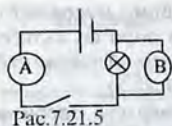
мебошад. Додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

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

Додаҳо :
 $U = 6 \text{ В,}$
 $R = 300 \text{ кОм}$
 $I = ?$

?

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 ҷараёно бисанҷед (рас. 7.20.5).
Лағозимот: Манбаъи ҷараён, лампаи ҷароғаки кисағӣ, амперметр, вольтметр, чанд сим.

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 кӯчиши барқаи воҳидиро дар майдони электрикӣ ифода мекунад (ниг банди 7.3). Ва барои муъайян кардани кори кӯчониши 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. *16. 7.4.4*

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

$$A = I \cdot U \cdot t$$

асоси қонуни Ом волтажи нўғҳои 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 (СИ) корро бо ҷоул, волтажро бо *вольт*, қувваи ҷараёнро бо *ампер*, муқовиматро бо *Ом*, вақтро бо *сония* ифода мекунанд. Бино бар ин навишта метавонем:

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

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

Додаҳо:

$$U = 220 \text{ В},$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

$$t = 10 \text{ дақ} = 600 \text{ с}$$

$$A = ?$$

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

$$A = I U t.$$

Пас кори ҷараён ин қадар аст:

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

Масъалаи 2. Қувваи ҷараёни аз тариқи мотор (муҳаррик)-и электриики 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 электриики 80%-и кори пурраи ҷараёни электриикиро ташкил медиҳад:

$$A_c = \text{суди } A = 0,8 A.$$

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

$$A = U I t$$

мебошад, пас кори судманд ин қадар аст:

$$A_c = 0,8 I t = 0,8 \cdot 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} \cdot 3600 \text{ с} = 1890800 \text{ Ҷ} \approx 1891 \text{ кҶ}.$$

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:

$$U = 220 \text{ В},$$

$$R = 440 \text{ Ом},$$

$$t = 10 \text{ дақ} = 600 \text{ с}$$

$$A = ?$$

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?

Машқи 7.22

1. Аз сими мӯяки лампаи барқии мошини сабукрав ҳангоми 12 В будани волтаж ҷараёни қуввааш 3,5 А мегузарад. Ин лампа дар муддати 2 дақ чӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавоб: 5040 Ҷ).

2. Лампаи электрикии муқовимати сими мӯякаш 254 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 — Ленс

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

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

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

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

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

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

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

$$1 \text{ кал} = 4,186 \text{ Ҷ}$$

$$(1 \text{ Ҷ} = 0,24 \text{ кал})$$

✓ **Масъалаи 1.** Печа (спирал)-и 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:

$$U = 220 \text{ В,}$$

$$t = 1 \text{ ст} = 3600 \text{ с}$$

$$I = ?$$

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

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

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

Додаҳо:

$$R = 20 \text{ Ом,}$$

$$I = 1 \text{ А,}$$

$$t = 1 \text{ ст} = 3600 \text{ с}$$

$$Q = ?$$

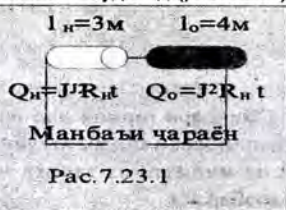
Ҳал: Додаҳо ро дар формулаи қонуни Ҷоул--Ленс

$$Q = I^2 R t$$

гузошта, ҳосил мекунем:

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

Масъалаи 3. Сими никелинии дарозиаш 3 м ва буриши арзиаш 1,5 мм² ва сими оҳаннии буриши арзиаш 1,0 мм² ва дарозиаш 4 м бо ҳам пайдарпай пайваст шудаанд (рас.7.23.1). Ҳангоми (дар занҷир) ба манбаъи ҷараён пайваст кардани онҳо дар кадом сим бисёртар миқдори гармо ҷудо мешавад? Дар мавриди яхела будани дарозӣ ва буриши арзии симҳо чӣ? Муқовимати хоси сими никелин $\rho_n = 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ асту сими оҳанин $\rho_o = 0,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.



Додаҳо:

$$L_n = 3 \text{ м,}$$

$$S_n = 1,5 \text{ мм}^2,$$

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

$$L_o = 4 \text{ м,}$$

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

$$S_o = 1,0 \text{ мм}^2$$

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

$$Q_o$$

Ҳал: Азбаски симҳои никелинӣ ва оҳанин бо ҳамдигар пайдарпай пайваस्त шудаанд, Ҳангоми дар занҷир бо манбаи ҷараён пайвастани симҳо аз тариқи онҳо қувваи якхелаи ҷараён 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. Чарост, 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?

✓ 1. Қувваи ҷараён дар дастгоҳи кафшер дар лаҳзаи кафшер кардан 7000А 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 гармойиш, 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 меояд:

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

Азбаски

$$A = IU t$$

аст, ҳосил мекунем:

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

ё ин ки бо назардошти 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 ҳосилаҳои он *киловатт* (кВт) ва *мегаватт* (МВт) истифода мешаванд.)

Бо назардошти он ки дар СИ воҳиди қувваи ҷараён ампер (А) асту воҳиди волтаж — волт (В) ва воҳиди вақт — сония (с), воҳиди тавони ҷараёни электрикиро ин тавр ифода кардан мёбояд:

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



Рас.7.24..1

Масъалаи 1. Олати

гармойиши электрикӣ ба шабакаи 220 В пайваст шудааст (рас.7.24.1) ва тавони 2,2 кВт дорад. Ёбед:

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

б) муқовимати печаи он олат;

в) миқдори гармои дар тӯли 0,25 ст ҷудошударо.

Ҳал: а) Аз формулаи $N = IU$ (2) қувваи ҷараёнро меёбем ва додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

$$I = \frac{N}{U} = 10 \text{ А.}$$

Додаҳо:
$U = 220 \text{ В,}$
$N = 2,2 \text{ кВт,}$
$t = 0,25 \text{ ст}$
$I = ?$
$R = ?$
$Q = ?$

б) Барои муъайян кардани муқовимати печа аз қонуни Ом истифода мебарем. 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

$$Q = IU t = 1980 \text{ кҶ}$$

аст.

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

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

Ҳал: а) Аз r -и формулаи қонуни Ом барои қитъаи занҷир қувваи ҷараёнро меёбем:

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

б) Тавони электрикии асбоб ин аст:

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

Додаҳо :
$U = 220 \text{ В,}$
$R = 50 \text{ Ом}$
$I = ?$
$N = ?$

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

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

Ҳал: а) Миқдори гармоеро, ки барои ҷўшондани 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:

Додаҳо:
$N = 2 \text{ кВт,}$
$m = \rho V = 3 \text{ кг,}$
$t_1 = 20 \text{ °С,}$
$t_2 = 100 \text{ °С,}$
$c = 4200 \text{ Ҷ/кг}$
$Q_1 = ?$
$t = ?$

$$Q = N t.$$

Дар мавриди ба ҷӯшондани об пурра сарф шудани миқдори гармӣ дар олати гармидиҳандаи электрикӣ ҷудошуда ин қадар вақт зарур аст:

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

Тавони олатҳои гуногуни электрикӣ (бо кВт)

Лампаи фонуси кисагӣ	0,001
Яҳдон	0,110 - 0,16
Чароғҳои электрикии муқаррарӣ	0,015 - 0,2
Дарзмоли электрикӣ	0,3 - 1
Матори электровоз	4000
Гидрогенератори неругоҳи Норақ	27000000
Турбогенератор	50000 - 1200000

?

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

Машқи 7.24

1. Тавони лампаи электрикиро муъайян кунед, ки ҳангоми 6 В будани волтаж қувваи ҷараён дар лампа 200 мА бошад. (Ҷавоб: 1,2Вт).
2. Манқали электрикӣ (плита)-е дорем, ки барои волтажи 220 В ва қувваи ҷараёни 5А таъйин шудааст. Тавони манқалро ёбед. (Ҷавоб: 1,1кВт).

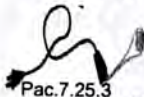
7.25. Асбобҳои тафсониши электрикӣ



Рас.7.25.1



Рас.7.25.2



Рас.7.25.3



Рас.7.25.4



Рас.7.25.5

Чи тавре, ки аз банди 7.23 огоҳ ҳастед, ҳангоми аз ноқил гузаштани ҷараёни электрикӣ ноқил гарм мешавад. Ин ҳодиса дар амалия истифодаи бисёр дорад — ҷароғҳои равшаной, дарзмоли барқӣ, обҷӯшонаки барқӣ, манқалҳои барқӣ, ва ғ. (Рас.7.25.1, 2, 3, 4, 5).

Дар рас.7.25.1 ҷароғи тафсониши электрикӣ тасвир шудааст. Қисми гармидиҳандаи ҷароғро маъмулан мӯяки волфрамӣ ташкил медиҳад. Волфрами филизӣ дергудоз аст: ҳарорати гудозиши он $3387\text{ }^{\circ}\text{C}$ мебошад. Дар ҷароғи барқӣ мӯяки волфрамӣ то ҳарорати $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ метафсад. Нӯғҳои мӯяк ба ду симе, ки онҳо аз байни колбаи шишагин гузаштаанд, васл шудаанд.

Симҳо дар навбати худ, яке ба қисми филизии печи ҷароғ ва дигаре ба қисми филизии марказӣ, ки аз ҳамдигар ба воситаи ойиқ (изолтор) ҷудоанд, пайваस्त шудаанд. Колбаи шишагине, ки дар дохили он мӯяқҳои волфрамии ҷароғ ҷойгиранд бояд беҳаво, вале бо миқдори муъайяни нитроген ё баъзе газҳои инертӣ (газҳои нофаъол — криптон ё аргон) бошад, зеро волфрам метавонад дар ҳало (вакуум) ба зудӣ бухор шавад — дар натиҷа мӯяк хароб мегардад (молекулаҳои гази дохили колбаи шишагин монеаи бухор шудани атомҳои волфрам мешаванд). Аввалин лампаҳои тафсонишро ихтироъкори амрикоӣ Т.Эдисон ва ихтироъкори рус А.Н.Лодигин эҷод кардаанд.

Масъалаи 1. Муқовимати мӯяки чароғи тафсонии тавонаш 100 Вт, мутобиқ ба 220 В -ро ёбед.

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

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

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

аст, пас,

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

ё ин ки

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

Масъалаи 2. Миқдори гармоеро ёбед, ки ҳаф сония дар мӯяки чароғи тавони чараёни электрикиаш 200 Вт чудо мешавад. Ин миқдор гармо 500 г обро дар чанд вақт меҷӯшонад? Ҳарорати ибтидоии обро 20°C гиред.

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

Ҳал: Бо назардошти он ки $A = Q$ ва

$$N = \frac{A}{t} \text{ аст, ҳосил мекунем:}$$

$$Q_1 = N t = 200 \text{ Ҷ.}$$

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

$$Q = c m (t_2 - t_1) =$$

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

Азбаски дар як сония 200 Ҷ миқдори гармо чудо мешавад, пас, об дар муддати

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

Дар манқалҳои электрикӣ, дарзмоли электрикӣ, обҷӯшонак ва олотҳои м. ин. ноқилҳои муқовимати хосашон зиёдро истифода мекунанд. Барои сохтани қисми гармидиҳандаи асбобҳои электрикӣ хӯлаи никел, оҳан, манганро, ки "нихром" номида шудааст, ба кор мебаранд. Муқовимати хоси нихром $\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ аст (ниг. ҷадв. 7.15.1) 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.

Додаҳо:

$$\begin{aligned} N &= 2,2 \text{ кВт}, \\ U &= 220 \text{ В}, \\ S &= 0,3 \text{ мм}^2, \\ \rho &= 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} \\ L &= ? \end{aligned}$$

Ҳал: Бо назардошти он ки

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

аст, меёбем:

$$R = \frac{U^2}{N} \text{ ё ин ки}$$

$$L = \frac{U^2 S}{\rho N} = \frac{(220)^2 \cdot 0,3 \text{ м}}{1,1 \cdot 2200} = 4 \text{ м.}$$

?

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

7.26. Расиши кӯтоҳ. Муҳофизак. Ҳисобгирак

Ҳар гуна занҷири электрикӣ мутобиқ ба қимати муъайяни қувваи ҷараён сохта мешавад. Агар ҷараён беш аз меъёр ҷорӣ шавад, ноқилҳо метавонанд то ҳароратҳои баланд гарм шуда, 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 ($Q = I^2 R t$). Ин рӯйдодро **расиши кӯтоҳ** меноманд. Расиши кӯтоҳ ҳангоми бо ҳам расондан (пайваस्त кардан)-и нӯгҳои ноқилҳои занҷир (масалан, ҳангоми бо ҳам расидани симҳои лучи ҷараёндор) рух медиҳад. Ҳодисаи расиши кӯтоҳ бо сабаби то ҳароратҳои баланд гарм шудани ноқилҳо хатарнок мебошад, зеро манбаъи электрикиро аз кор бароварда ё сабабгори сӯхтор гардида метавонад.

Барои пешгирӣ кардани фалокатҳои хатарнок, аз ҷумла, сӯхторҳо, **муҳофизакҳои электрикӣ** ном олатеро истифода меkunанд, 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 миқдори гармои дар занҷир ҷудоша-



Рас.7.26.1



Рас.7.26.2

ванда дар ҳамон қисм ҷудо мешавад; "кори" муҳофизакҳо бар ҳамин рӯйдорд асос ёфтааст. Дар аксари муҳофизакҳо қисми асосиро симҳои зудгудоз ташкил медиҳанд. Ин гуна муҳофизакҳо ро муҳофизакҳои сӯзанда меноманд (рас. 7.26.1).

Ғафсии симҳои зудгудоз тавре интиҳоб карда мешавад, ки онҳо гоҳи ба қимати муъайян расидани қувваи ҷараён бисӯзанд. Муҳофизакҳо низ истифода

мешаванд, ки ҳангоми то ҳадди муъайян афзудани қувваи ҷараён (худ насӯхта) занҷири 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.7.26.2). 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 дониста, аз рӯи формулаи $A = = Nt$ кори ҷараёни электрикиро бо осонӣ метавонем баҳодод кунем. Чи тавре ки гуфтем, воҳиди тавон *ватт*, воҳиди кор ҷоул ва воҳиди вақт *сония* аст. Вале дар амалия истифода кардани воҳиди Вт.с (*ватт-сония*) чандон муносиб нест. Барои ба ҳисоб гирифтани кори ҷараёни электрикӣ воҳидҳои *ватт.соъат* ва *киловатт.соъат* истифода мешаванд:

$$1 \text{ Вт.ст} = 3600 \text{ Ҷ,}$$

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

Масъалаи 1. 5 ҷароғи электрикии тавонашон 100- ваттӣ ҳар шабонарӯз 12 ст кор мекунад. Кори ҷараёни электрикиро барои муддати 30 рӯз муъайян кунед. Агар арзиши 1 кВт.ст даҳяк сомонӣ бошад, дар ин муддат энергияи сарфшуда чӣ қадар арзиш хоҳад дошт?

Додаҳо:

$$P = 100 \text{ Вт,}$$

$$t = 12 \text{ ст.} \cdot 30 = 360 \text{ ст,}$$

$$N = 5,$$

$$A = ?$$

$$\text{Арзиш} = ?$$

Ҳал: Кори як чароғи электрикӣ

$A = Nt = 100 \text{ Вт} \cdot 360 \text{ ст} = 36 \text{ кВт.ст}$ мебошад. Аз ин рӯ кори 5 чароғ $36 \text{ кВт.ст} \cdot 5 = 180 \text{ кВт.ст}$ аст. Пас, арзиши умумии барқи истифодашуда ин қадар хоҳад буд:

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

?

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

Машқи 7.26

1. Лампаи электрикӣ тавонаш 100 Вт дар тамоми муддати кори худ, ки тақрибан 1000 ст аст, чӣ қадар энергияи электрикӣ истеъмоли мекунанд. (Ҷавоб: 100 кВт.ст).

2. Панҷ лампаи электрикӣ тавонашон 100-ваттӣ рӯзе 10 ст фурузон бошанд, дар муддати 30 рӯз чӣ қадар энергия истеъмоли мекунанд? (Ҷавоб: 150 кВт.ст).

Масъалаҳои тестӣ

1. Энергияи потенсиалии ду барқаро ёбед, ки якеи онҳо $q_1 = 20 \text{ мкКл}$ асту дигараш $q_2 = -20 \text{ мкКл}$. Масофаи байни барқаҳоро 0,6 м гиред.

А) -6Ҷ. Б) 6Ҷ. В) -5Ҷ. С) 5Ҷ.

2. Воҳиди потенсиалии электрикӣ дар СИ ин аст:

А) $1 \text{ В} = 1 \text{ Ҷ/Кл}$. Б) $1 \text{ мВ} = 1 \text{ мҶ/Кл}$. В) $1 \text{ кВ} = 1 \text{ кҶ/Кл}$. С) 1 Ҷ/м .

3. Фарқи потенсиалҳо чиро ифода мекунанд?

А) Кори кӯчониши массаро дар майдони электрикӣ.

Б) Кори кӯчониши барқаро аз як нуқта ба нуқтаи дигар дар майдони электрикӣ.

В. Кори иҷрошударо.

С. Кори иҷрокардаи майдони магнитиро.

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

А) $8 \cdot 10^{-1}$ 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 барқе, ки дар воҳиди вақт аз буриши арзии ноқил мегузарад.

6. 1 ампер (А) чиро ифода мекунад?

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

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

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

4) Ҳосили зарби 1 Кл-ро ба сония.

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

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 0,1 мм² аст. ($\rho_0 = 0,0170$ мм²/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 муъайян афзоиш ёфтани муқовимати ноқилро.

С) Тағйироти ҳароратии муқовимати воҳидиро.

12. Реостат чист?

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

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

3) Резистори воҳидии танзимшавандаро.

4) Резистори муқовиматаш танзимшавандаро.

13. Амперметр чист?

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

2) Олатест барои чен кардани миқдори электронҳо

3) Олатест барои чен кардани қувваи ҷараёни манбаъ.

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

14. Занҷири электрикӣ аз ду резистор паёпай пайвастшудаи муқовимати ҳар кадомаш 63 Ом иборат аст. Муқовимати умумӣ чӣ қадар аст?

A) 126 Ом . B) 36,5 Ом . B) 106 Ом . C) 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.

A) 75 Ом . B) 125 Ом . B) 175 Ом . C) 300 Ом .

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

A) 7 Ом . B) 21 Ом . B) 17 Ом . C) 30 Ом .

17. Кадоми аз формулаҳо кори ҷараёни электрикиро ифода мекунад:

A) $A = IUt$. B) $A = I^2Ut$. B) $A = IU^2t$. C) $A = URt$.

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

A) 132 кҶ . B) 38,1 кҶ . B) 264 кҶ . C) 132 Ҷ .

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

A) $Q = I^2Rt$. B) $Q = U^2 Rt$. B) $Q = A/t$. C) $Q = IR^2 t$.

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

A) 1 кҶ . B) 5 кҶ . B) 2 кҶ . C) 3 кҶ .

21. Олати гармодиҳандаи электрикӣ тавонаш 1,5 кВт ҳар шабонарӯз 8 ст кор мекунад. Кори ҷараёни электрикиро барои

муддати 30 шабонарӯз 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) 300кВт.ст; 7,5 сомонӣ. С) 180 кВт.ст; 4,5 сомонӣ.

Чанд масъала

1. Энергияи потенциалии ду ҷисми массаҳояшон 1-килоӣ ва барқашон 1 кулониро ҳисоб карда, баъд онҳоро муқоиса кунед.

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

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

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

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

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

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

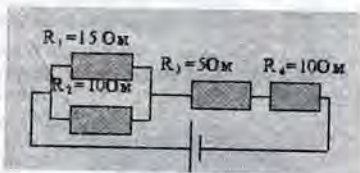
8. Сими константани дарозиаш 16 м ва буриши арзиаш 1 мм^2 чӣ қадар муқовимат дорад? (Ҷавоб: 8 Ом).

9. Дар ҳарорати 1022°C муқовимати ноқили мисӣ 12 Ом аст. Муқовимати ибтидоии ноқил ҳангоми 22°C будани ҳарорат чӣ қадар аст? ($\alpha = 0,0043 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$). (Ҷавоб: 40 Ом).

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

11. 18 Лампаи муқовиматашон 12,2 Ом ба волтажи 220 В паёпай пайваст шудаанд. Муқовимати пурра, қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ва волтажи байни гиракҳои лампаҳои алоҳидаро ёбед.

(Ҷавоб: ≈ 220 Ом; ≈ 1 А; ≈ 12 В).



Рас.7.1м

12. Ба шабакаи барқ

ҷор ҷараёнаки муқовимати мӯякашон 100 Ом пайвастанд. Муқовимати умумии қитъаи занҷирро ёбед. (Ҷавоб: 25 Ом).

13. Муқовимати умумии занҷири дар расми 7.1м тасвиршударо ёбед. (Ҷавоб: 21 Ом)

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

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

16. Лампаи электрикӣ волтажаш 60 В муддати 1с дар ҳолати пайваста буд. Лампа дар сурати аз он ҷорӣ будани ҷараёни қуввааш 5 А чӣ қадар гармо хориҷ кард? (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 ҷараён дар муддати 1 ст 1080 кҶ гармо хориҷ мекунад. Муқовимати манқалро ёбед. (Ҷавоб: 48 Ом).

19. Ҷаро симҳои ҷараёнбарии лампаи электрикӣ чени мӯяки лампа гарм намешаванд?

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

8.1. Хосияти магнитии моддаҳо. Магнити дойимӣ.

Кашфи хосияти магнитии моддаҳо таърихи қадимӣ дорад ва



Рас.8.1.1

решаҳои он ба давраҳои тамаддуни атиқа мерасад. Маҳз дар Магнезия ном маҳал (Осиёи Сағир) мавҷудияти маъдани кӯҳие ошкор гардид, ки маводи он хосияти ҷисмҳои оҳаниро ҷазб кардан дошт (рас.8.1.1). Номии "магнит" (оҳанрабо) ва мафҳумии "магнетизм" аз номии ҳамин маҳал пайдо шудааст. Маъданҳои дар табиъат бо хосияти магнитӣ дучоршаванда маъмулан маъданҳои магнетит мебошанд ва ифодаи кимиёиашон FeO_4 аст. Умуман, хусусиятҳои магнитӣ аз ҳама бештар дар моддаҳои оҳандор мушоҳида мешавад. Ғайр аз оҳан боз моддаҳои дигар, ба монанди кобалт, никел, бериллий низ хосиятҳои магнитӣ зоҳир мекунанд.



Рас.8.1.2

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

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



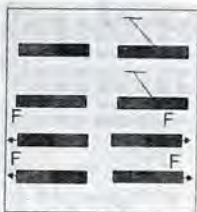
Рас.8.1.3

чанубро нишон медиҳад (рас.8.1.2). Бинобар ин яке аз қутбҳои магнитро қутби шимол (N), дигарро қутби ҷануб (S) меноманд (дар рас.8.1.3 магнитҳои тасмашакл ва наълшакл тасвир шудаанд).

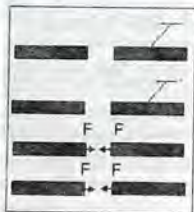
Қутбнамо (компас) дар ҳамин асос амал мекунад: ақрабаки қутбнамо аз магнети дойимие иборат аст, ки дар гирди меҳвараш озодона ҷарх зада метавонад. Шумо медонед, ки ду ҷисми барқаманд бо якдигар таъсири мутақобил мекунад. Ду магнитро агар ба ҳамдигар наздик кунем, онҳо монанди ҷисмҳои барқаманд таъсири мутақобил мекунанд. Агар ба қутби шимоли яке аз ду магнит қутби шимоли магнети дигарро наздик кунем, онҳо аз ҳамдигар тела меҳӯрад, яъне қутбҳои ҳамгун аз ҳамдигар тела меҳӯранд (рас.8.1.4). Вале агар ба қутби шимоли як магнит қутби ҷануби магнети дигарро наздик кунем, магнитҳо ба сӯи ҳамдигар ҷазб мешаванд, яъне қутбҳои гуногун ба ҳамдигар кашида мешаванд (рас.8.1.5).

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

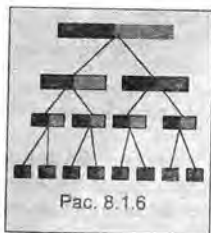
Ҳодисаи хеле аҷиб ва муҳим ҳангоми шикастани магнит мушоҳида мешавад. Агар магнитро аз мобайн ду пора кунем, ҳаргиз тавре намешавад, ки як қутб аз қутби дигар ҷудо гардад, балки дар ин маврид ду магнети алоҳидаи дорои қутбҳои шимол ва ҷануб ҳосил мекунем. Агар яке аз он магнитпораҳоро боз ду тақсим кунем, боз ҳам ду магнети қутбдор ҳосил мекунем ва ғ. (рас.8.1.6). Ин таҷриба аз он далолат мекунад, ки магнит аз магнитчаҳои хеле хурд иборат аст



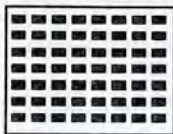
Рас. 8.1.4



Рас. 8.1.5



Рас. 8.1.6



Рас.8.1.7



Рас.8.18

ва онҳо тавре ҷойгузин шудаанд, ки қутбҳои ҳамгунашон бо низоми муъайян ҷой мегиранд (рас. 8.1.7).

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.8.18). 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 вучуд дорад, ки дар он моддаи магнитӣ хосиятҳои магнитии худро пурра гум мекунад. Он ҳароратро **ҳарорати Кйурӣ** ё нуқтаи Кйурӣ мегӯянд (ба ифтихори кошифи ин падида Пйер Кйурӣ (1839 - 1906).



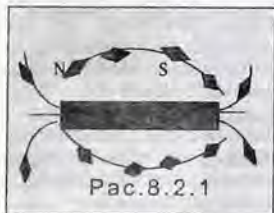
1. Моддаҳои, ки хосияти магнитӣ доранд, номбар кунед.
2. Магнити доимӣ чист? Қутби магнитӣ чист?
3. Ҳамтаъсири ду магнитро шарҳ диҳед.
4. Чӣ тавр магнит хосияти магнитияшро гум мекунад?

8.2. Майдони магнитӣ

Чи 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

ба вучуд меоварад. Дараҷаи ҳамтаъсиrotи 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

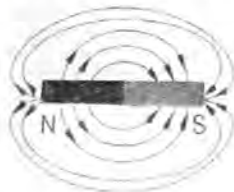


вучуд меояд, дар атрофи магнит низ майдоне ба вучуд меояд, ки *майдони магнитӣ* ном гирифтааст. Қуввае, ки бо он як магнит ба магнители дигар таъсир мекунад, натиҷаи таъсири майдонҳои магнитии магнитҳо мебошад.

Тавсифи миқдории майдони магнитӣ бузургии вектории илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B

мебошад. Дар аввал, биёед, самти вектори B ва хатҳои қуввагии майдони магнитӣро мавриди баррасӣ қарор диҳем.

Ба сифати равиши майдони магнитӣ шартан самти қутби шимолӣ ақрабаки қутбнамо қабул шудааст. Аз ин рӯ самти майдони магнитӣ (самти индуксияи майдони магнитӣ)-ро дар нуқтаи додашуда метавонем ҳамчун *равиши қутби шимолӣ*



Рас.8.2.2

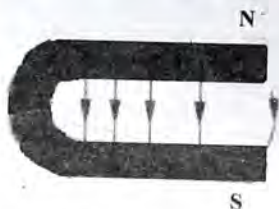
қутбнамои дар он нуқта ҷойгиршуда, муъайян кунем. Ба иборати дигар, сӯе, ки қутби шимолӣи ақрабаки қутбнамо нишон медиҳад, бо самти илқо (индуксия)-и магнитӣ мутобиқат мекунад. Дар ҷойҳои гуногуни атрофи магнит чанд қутбнамо ҷойгир карда, дидан мумкин аст, ки онҳо нисбат ба магнит мавқеъи муъайян мегиранд (рас.8.2.1).

Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ хатҳоеанд, ки ақрабақҳои магнитӣ ба рафти онҳо ҷойгир мешаванд. Аз натиҷаи чунин таҷриба маълум мешавад, ки хатҳои илқои майдони магнитии магнители дойимӣ аз



қутби шимол баромада, ба қутби ҷануб мебароянд (рас.8.2.2).

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 оҳанрезаҳо на бетартибона, балки ба қадди хатҳои махсусе саф мекашанд, ки онҳо аз як қутб ба қутби дигар мераванд. Намунаи ин гуна манзараи хатҳои қуввагӣ дар рас. 8.2.3 тасвир шудааст.



Рас.8.2.4

Хатҳои магнитиро бо ҳамин роҳ метавонем барои магнитҳои наълшакл низ муқаррар намоем. Мисоли манзараи майдони магнитӣ барои магнители наълшакл дар рас. 8.2.4 омадааст.



Хатҳои қуввагии майдони магнитӣ барои қутбҳои ҳамгун ва гуногуни рӯ ба рӯи якдигар ҷойгиршуда дар расми 8.2.5 оварда шудаанд. Ҳамин тариқ, хатҳои қуввагии магнитӣ бар хилофи хатҳои қуввагии электрикӣ ҳамеша сарбаст мебошанд.



Рас.8.2.5



1. Магнитҳо чӣ тавр таъсири мутақобил мекунанд?
2. Буди майдони магнитӣ дар чӣ зоҳир мегардад?
3. Майдони магнитиро бо кадом бузургӣ тавсиф мекунанд?
4. Равиши хатҳои илқои 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 магнети дойимии тасмашакл мебошад. Мавқеъгирии ақрабаки қутбнамо бо таъсири хатҳои қувваи майдони маг-



Рас.8.3.1

нитии Замин ба амал меояд. Азбаски қутби шимоли ақрабаки қутбнамо сӯи ҷануб нигаронида мешавад, пас, ин аз он шаҳодат медиҳад, ки қутби шимоли магнети Замин дар ҷануби он воқеъ аст. Ҳамин аст, ки қутби шимоли қутбнамо сӯи қутби ҷануби магнети Замин ва қутби ҷануби қутбнамо сӯи қутби шимоли магнети Замин "нигоҳ мекунанд".

Пурсиш: Оё қутби ҷуғрофии Замин бо қутби магнети Замин ҳамҷоанд?

Посух: Санҷиш нишон медиҳад, ки қутби ҷуғрофии Замин ва қутби магнети Замин аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Дар рас. 8.3.1 майдони магнети Замин тасвир шудааст. Дар асоси маълумоти с. 1965 дар нимкураи шимолии Замин координатҳои қутби ҷанубии магнети Заминро арзи шимолии $75^{\circ}36'$ ва тӯли ғарбии 101° (шимолӣ Канада) ташкил медиҳад. Қутби шимоли магнети 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 магнети Замин чӣ мақом дорад?

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

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 Замиро фақат дар тақриби аввал чун магнито дойимӣ пиндоштан равост. 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 хуруҷҳои хуршедӣ алоқаманд аст. Дар давраи ин хуруҷҳо майдони магнитии зарраҳои барқаманди сӯи Замин оянда майдони магнитии Замиро тағйир дода метавонад.

?

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

8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор

Соли 1820 Ханс Кристиан Эрстед (1777-1851) муқаррар кард, ки агар ақрабаки кутбнамо дар назди ноқили ҷараённок ҷой

дода шавад, вобаста ба самти ҷараён нисбат ба ноқил ҷой иваз карда, мавқеи муъайяне мегирад, яъне агар ноқили ба манбаи ҷараён пайвастаро дар болои меҳвари ақрабаки кутбнамо ҷой дода (рас.8.4.1), занҷирро пайвасти кунем, мебинем, ки ақрабаки кутбнамо аз мавқеи аввалаи худ ба як тараф майл меҳӯрад. Дар рас.8.4.2 майли ақрабаки бо хати самтдор нишон дода шудааст. Дар мавриди иваз кардани



Эрстед (1777-1851)

қутбҳои манбаъи ҷараён ақрабаки қутбнамо ба тарафи муқобил майл меҳӯрад (рас.8.4.3). 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 он мавқеъи муъайян 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 гайр аз майдони электрикӣ майдони магнитӣ низ мавҷуд мебошад.

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

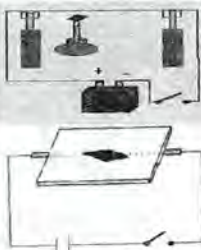
Ҳамин тариқ, ошкор гашт, ки дар атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ мавҷуд аст ва ин майдони магнитӣ бо ҳаракати барқҳо алоқаманд мебошад.

Савол пайдо мешавад, ки хатҳои қуввагии майдони магнитии ноқили ҷараённок чӣгуна 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 мавриди баррасӣ қарор диҳем.

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



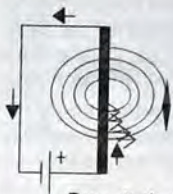
Рас. 8.4.1



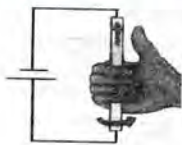
Рас.8.4.3



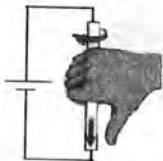
Рас. 8.4.2



Рас.8.4.4



Рас.8.4.5



Рас.8.4.5



Рас.8.4.5

ноқили рости чараённок дойираҳои ҳаммарказе ташкил медиҳанд, ки дар маркази онҳо ноқил ҷойгир аст (рас.8.4.4).

Барои муъайян кардани самти ҳатҳои қувваи майдони магнитӣ қоидаи дасти рост ё қоидаи пармачаро истифода мебаранд, ки ин аст: агар нарангушти дасти ростро ба самти қувваи чараён равона кунем, равиши ангуштҳои қаткарда самти ҳатҳои қувваи магнитиро нишон медиҳад (рас.8.4.5, 6, 7). Ҳамин аст тарҳи он, ки майдони магнитии дар фазои атрофи ноқили чараённок ҳосилшуда дойираҳои ҳаммарказе ташкил медиҳад.

Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B_0 ба қувваи чараён I ва масофаи нуқтаи интихобӣ то ноқил r чунин бастагӣ дорад:

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

Дар ин ҷо μ_0 дойимии магнитӣ (нуфузпазирии магнитии хало — вакуум) мебошад.

Ба сифати воҳиди илқои майдони магнитӣ дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (МБВ ё худ SI) 1Н.м/А истифода мешавад. Ин воҳид ба ифтихори олими югославӣ Н.Тесла

(1858-1943) *тесла* ном гирифтааст ва бо Тл ишорат мешавад.
 Дар МБВ дойимии магнитӣ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2$ мебошад.
 Қимати μ_0 -ро ба формулаи (1) гузошта, ҳосил мекунем

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

Дар ин ҷо κ 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 ҷараённокӣ қувваи ҷараёнаш 2А 5см дур аст.

Ҳал: Додаҳоро ба формулаи

Додаҳо:

$$I = 2 \text{ А,}$$

$$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$B = ?$$

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

гузошта, ҳосил мекунем :

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

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

Додаҳо:

$$I = 10 \text{ А,}$$

$$B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

$$r = ?$$

Ҳал: r -ро аз формулаи

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

ёфта, ба он додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем :

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



1. Таҷрибаи Эрстедро шарҳ диҳед. 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 бузургӣҳо бастагӣ дорад?

Машқи 8.4

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

Супориш

Занҷири электрикӣ тартиб дода, хатҳои қуввагии магнитии ноқили ҷараённокро санҷед. Аввал аз 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 дойрашакл (Барои завқмандони омӯзиши физика)

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

Барои муъайян кардани самти майдони магнитӣ метавонем қоидаи дасти рост ё қоидаи пармачаро истифода кунем (рас.8.5.1, 2, 3, 4): агар ангуштҳоро бо самти ҷараён раван кунем, пас, нарангушт самти хатҳои қуввагии магнитии ноқили дойирашаклро (барои маркази он) нишон медиҳад. Бузургии



Рас.8.5.1



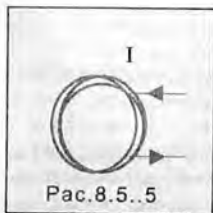
Рас.8.5.2



Рас.8.5.3



Рас.8.5.4



Рас.8.5.5

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

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

Дар ин ҷо r радиуси ноқили дойрашакл мебошад.

Бузургии илқои майдони магнитии чанд ноқили дойрашакли ҳаммарказ ба ҷамъи илқоҳои ноқилҳои дойрашакли алоҳида баробар мебошад. Агар илқои магнитиро N ноқили дойрашакли якхела ҳосил кунад (рас.8.5.5), он гоҳ бузургии илқои магнитиро дар маркази ноқили дойрашакл метавонем аз рӯи формулаи зер муъайян кунем:

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

Масъалаи 1. Аз сими нимдойрашакли радиусаш 10 см ҷараёни 5 А мегузарад. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро дар маркази нимдойира ёбед (рас.8.5.6).

Додаҳо:
 $I = 5 \text{ A}$,
 $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $B = ?$

Ҳал: Бузургии илқои майдони магнитии ноқили нимдойрашакл

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

мебошад. Додаҳоро ба ин формула гузошта, ҳосил мекунем:

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



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 вуҷуд меояд.

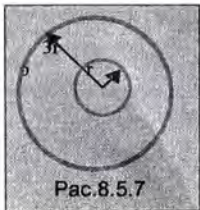
Додаҳо:
 $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$,
 $B = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$
 $I = 2 \text{ А}$
 $N = ?$

Ҳал: Аз формулаи

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

N-ро ёфта, додаҳоро гузошта, ҳосил мекунем:

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



Масъалаи 3. Аз ду ноқили дойрашакли ҳаммаркази радиусҳашон r ва R (рас.8.5.7) ҷараёни I ва $1,5I$ мегузарад.

- а) Илқо (индуксия)-и магнителиро ёбед, ки ҷараёни I дар нуқтаи O ҳосил мекунад.
 б) Илқои майдони магнителиро ёбед, ки

онро дар нуқтаи О ҷараёни 1,5 I 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.

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

$$B_1 = k \frac{2\pi I}{r}$$

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

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

в) Илқои майдони магнитии натиҷавӣ:

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

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

$$B'_H = B - B' = k \frac{2\pi I}{r} - \frac{k\pi I}{r} = k \frac{\pi I}{r}$$

1. Хатҳои қуввагии илқои магнитии ноқили дойрашакл дар маркази он чӣ тавр ҳосил мешавад ва кадом сӯ равонанд?
2. Бузургии илқои магнитии ноқили дойрашаклро чӣ тавр баҳо дод мекунад?
3. Илқои магнитии якҷанд пەч чӣ тавр ҳосил мешавад?

Машқи 8.5

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

2. Аз ду ноқили дойиращакли ҳаммаркази радиусҳошон 5 см ва 10 см ҷараёни 2 А мегузарад. Илқо (индуксия)-и магнитии натиҷавии ҳалқаҳоро дар марказ ёбед. (Ҷавоб: $3,14 \cdot 10^{-4}$ Тл).

8.6. Соленоид

Ғалтаке мегирем, ки аз адади зиёди ноқилҳои дойиращакл таркиб ёфтааст. Ғалтаки **силиндришаклро**, ки адади зиёди **печҳои симинро дарбар мегирад**, **соленоид** меноманд.



Рас. 8.6.1

Соленоиди содатаринро шумо метавонед дар як порча картон созед (рас. 8.6.1). Хатҳои қуввагии майдони магнитии соленоид (ғалтаки ҷараёндор) дар рас.8.6.2 тасвир шудааст. Агар хатҳои қуввагии соленоидро бо хатҳои қуввагии майдони дойимии

ростхатта муқоиса кунем, мебинем, ки онҳо ба ҳамдигар монанданд. Дар маркази ғалтак майдонҳои магнитии печҳо бо ҳамдигар зам шуда, майдони қариб якҷинса ҳосил мекунанд.

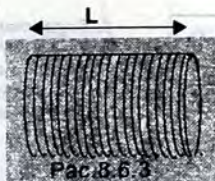


Рас. 8.6.2

Дар даруни ғалтаки дарозе (он ки дарозииаш назар ба радиусаш хеле зиёд аст), ки печҳои зич печонида шудаанд, илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ майдони якҷинса меофарад. Илқои майдони магнитӣ дар беруни ғалтак нисбат ба даруни он хеле кам аст.

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

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



Агар соленоид дорои N печак бошад, илқои майдони магнитии яқинсаи он

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

мешавад, ки ин ҷо L дарозии ҷойи симпечи ғалтак аст (рас.8.6.3).

Масъалаи 4. Соленоиди дарозиаш 31,4 см 2000 печи симин дорад ва аз онҳо ҷараёни 0,2 А ҷорист. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро барои маркази соленоид ёбед (рас.8.6.4).



Рас.8.6.4

Додаҳо:

$L = 31,4 \text{ см} = 0,314 \text{ м},$
 $N = 2000,$
 $I = 0,2 \text{ А}$
 $B = ?$

Ҳал: Додахоро дар формулаи

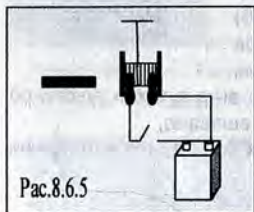
$$B = \kappa \frac{4\pi NI}{L}$$

гузошта, 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 магнети соленоид чӣ тавр ба вучуд меоянд ва кадом сӯ равонанд?
3. Ҳамтаъсиrotи соленоиди ҷараённокро бо магнит шарҳ диҳед.



Супориш

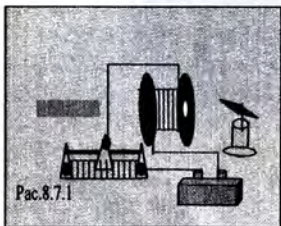
Занҷири дар рас.8.6.5 тасвиршударо истифода карда, ҳамтаъсиrotи ғалтакро бо магнит бисанҷед. Самти ҷараёни тағйир дода, таҷрибаро такрор кунед.

8.7. Электромагнит ва истифодаи он

Дар амалия ғалтакҳои ҷараёндоре, ки андарунашон мағзаи оҳанин доранд, бисёр истифода мешаванд. Ин гуна ғалтак (соленоид)-ро **электромагнит** меноманд.

Хуб, мағзаи оҳанин андаруни электромагнит чӣ зарурат дорад?

Агар ба меҳи оҳанин ягон сими ойиқдор (изолясиядор) 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 магнети сими печидаи ҷараёндор меҳро хосияти магнитӣ мебахшад.



Дар рас. 8.7.1 тарҳи таҷрибае оварда шудааст. Дар наздикии ғалтак як ақрабаки магнитӣ ҷой дода, ҷараёниро пайваст мекунем. Ақрабаки нисбат ба мавқеаи 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 суст 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 начанон калон, ки ба манбаъи волтажи ҷандон зиёд пайваст аст, ҷиҳзи нисбатан вазнинро ба худ ҷазб карда метавонад. Ба сифати мисол дар рас.8.7.2



Рас.8.7.2

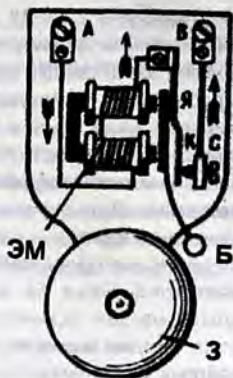


Рас.8.7.3

электромагнити пуриқтидоре тасвир ёфтааст, ки барои аз ҷойе ба ҷойе кӯчондани маснуоти оҳанину пӯлодин истифода мешавад. Электромагнит қисми асосии олатҳои телеграфӣ зангӯлаҳои электрикӣ, релеҳои электромагнитӣ, корандозҳо (стартерҳо)-и мошинҳо ва м.ин.-ро ташкил медиҳад.

а) Телеграф. Дар рас.8.7.3 тарҳи олати телеграфӣ оварда шудааст (теле— дур, дурӣ; графо— менависам).

Ҳангоми пайвастанӣ манбаъи ҷараён майдони магнитӣ ғалтак лангарро, ки дар он чизӣ сабт-кунанда, масалан, қалам ҷойгир аст, ба худ ҷазб мекунад. Қалам дар рӯи тасмаи қоғазӣ дарҳаракат 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 ҷои дигар маҷмӯъи нуқта ва тиреҳоро нақл кардан имкон дорад. Маҷмӯъи нуқтаҳоро



Рас. 8.7.4

тиреҳо дар ҷои қабул ба маълумот баргардон карда мешавад. Олатҳои телеграфӣ бо сим пайвастро дар маҳали қабул ва нақл ҷойгир карда, дар байни нуқтаҳои дур алоқа барқарор кардан мумкин аст. Маълумоти нақлшуда бевосита дар маҳали қабул бо машинҳои ҷопии махсусба таври автоматӣ ҷоп карда мешавад ё дар хотираи компютер сабт мегардад.

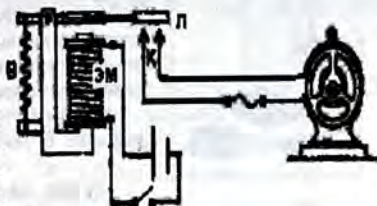
б) Занги электрикӣ. Дар рас. 8.7.4 сохти занги электрикӣ оварда шудааст. Ҳангоми ба манбаъ пайвастанӣ занги электрикӣ аз ғалтаки электромагнитӣ наълшакл ба воситаи тамоси С ҷараён мегузарад ва электромагнит (ЭМ) лангар (милаи оҳанин)-ро ба худ мекашад — он гоҳ кӯбаи Б ба олати садобарор (З) зарба мезанад—занг садо медиҳад. Лангар агар аз тарафи электромагнит кашида шавад, тамосҳоро аз ҳам дур карда, ҷараёнро қатъ мегардонад. Бо қатъ гардидани ҷараён фар (пружин)-и винтҳои тамос бо ҳам васл мешаванд ва ҷараёнро аз сари нав пайваст мекунанд—боз занг садо медиҳад. Ва ин фароянд ба таври даврӣ такрор ёфтад мегирад.

в) Релеи електромагнитӣ. Асбоберо, ки занҷири ҷараёни пурзӯрро ба василаи манбаъҳои камҷараён мепайванданд, релеи електромагнитӣ меноманд.

Тарҳи яке аз навъҳои реле дар рас. 8.7.5 тасвир ёфтааст.

Ҳангоми аз симҳои ғалтаки електромагнитӣ ҷорӣ шудани ҷараён электромагнит (ЭМ) лангарро (Л) ба худ кашида, занҷирро мепайвандад.

Реле қисми таркибии олати автоматӣ мебошад ва барои қатъ гардондан ё пайваст кардани занҷирҳои электрикӣ хидмат мекунад. Бо ёрии релеи



Рас.8.7.5

электромагнитӣ кори як қатор дастгоҳҳо низом додан мумкин аст. Аз ҷумла дар телефонхонаҳои автоматӣ реле телефонҳо васл мекунад. Баробари расидани яке аз рақамҳои телефон аз маҷмӯи электромагнитҳо якеаш пайваст мешавад. Релеҳоеро низ истифода мебаранд, ки олати фотоэлектрикӣ (фотоэлемент)-и он бо таъсири рӯшноӣ, аз ҷумла бо таъсири нури Офтоб ба кор даромада, дар занҷир ҷараёни сусте ҳосил мекунад. Ин гуна релеҳо, масалан, барои ба таври автоматӣ хомӯш гардондани шабакаи равшанӣ истифода мешаванд.



1. Электромагнит чист?
2. Чаро магзаи оҳанин майдони магнитиро пурзӯр мекунад?
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 магзаи оҳанин ва баъд магзаи алюминиро дароварда, дараҷаи майли ақрабакро бисанҷед. Оё бо ин роҳ навъи моддаеро муайян кардан мумкин аст, ки магза аз он сохта шудааст?

8.8. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор

Ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ қувва таъсир меоварад. Масалан, агар ноқили ростро дар фазои байни кутбҳои магнети наълшакл ҷой диҳем, он ба ҳаракат мебарояд (рас.8.8.1 ва 2)



Рас.8.8.1

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:

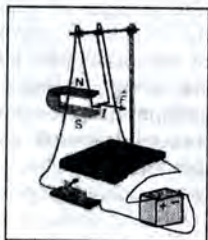
$$F \sim B;$$

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:

$$F \sim L.$$



Рас.8.8.2

Ҳамин тариқ, қувваи аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор таъсиркунанда F , бузургии қувваи ҷараён I илқои магнитӣ B ва дарозии қитъаи ҷараён L ин тавр алоқамандӣ доранд:

$$F = \text{const } BIL.$$

Дар Манзумаи байналмилалӣ воҳидҳо (СИ) зариб (коэффисиент)-и мутаносибӣ $\text{const} = 1$ аст. Пас,

$$F = BIL. \quad (1)$$

Ин ҳамбастагиро Ампер муқаррар кардааст ва онро ба ифтихори \bar{y} 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 (рас.8.8.1, 2)

Масъалаи 1. Ноқиле бо дарозии 24 см, ки дар он ҷараёни $I = 5$ 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:

$$I = 5 \text{ А,}$$

$$L = 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м,}$$

$$B = 3 \text{ Тл}$$

$$F = ?$$

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, илқо (индуксия)-и магнитӣ чӣ қадар мешавад?

Додаҳо:

$$I = 3 \text{ А,}$$

$$F = 0,3 \text{ Н,}$$

$$L = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$B = ?$$

Ҳал: Аз формулаи

$$F = IBL$$

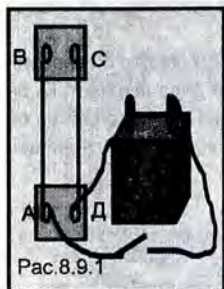
бузургии индуксияи майдон B -ро меёбем ва додаҳо гузошта, ҳосил мекунем:

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0,3 \text{ Н}}{0,5 \text{ м} \cdot 3 \text{ А}} = 2 \text{ Тл.}$$

?

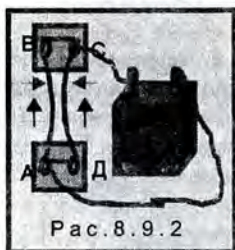
1. Ҷарост, ки дар майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор қувва таъсир мекунад?
2. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор аз тарафи майдони магнитӣ таъсир мекунад, ба чӣ (ҳо) вобастагӣ дорад?
3. Қуввае, ки ба ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ таъсир меоварад, кадом сӯ раван аст?

Машқи 8.8



1. Ноқиле бо дарозии 12 см, ки дар он ҷараёни $I = 10 \text{ A}$ ҷорист, дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии 6Тл дорад ва хатҳои қуввагии майдон амудан ба ноқил равананд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед. (Ҷавоб: 7,2 Н).

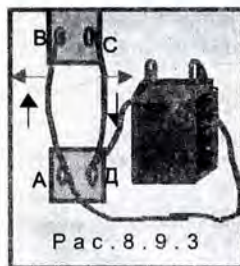
2. Ба ноқиле, ки дарозии 50 см дорад ва амудан ба рафти хатҳои қуввагии майдони магнитӣ ҷой гирифтааст, қувваи 0,6 Н таъсир меоварад. Бузургии илқо (индуксия)-и магнитиро 2 Тл гуфта, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришавандаро ёбед? (Ҷавоб: 6А).



8.9. Ҳамтаъсироти майдонҳои магнитии ду ноқили ҷараёндори мувозӣ (параллелӣ)

Чи тавре ки дар боло гуфтем, дар атрофи ноқили ҷараёндор майдони магнитӣ вучуд дорад. Хуб, ду ноқили ҷараёндор чӣ тавр мутақобилан таъсир мекунад?

Биёед, бо ҳамтаъсироти ду ноқили рост дар таҷриба шинос шавем. Дар рас. 8.9.1 ду ноқили мувозие тасвир ёфтааст, ки дар масофаи муъайян аз ҳамдигар ҷой доранд ва ба симшохаҳои АВ ва СД васл шудаанд. Агар симшохаҳои ВС ва АД-ро ба ҳам пайваста, роҳи ҷараёнро ба воситаи

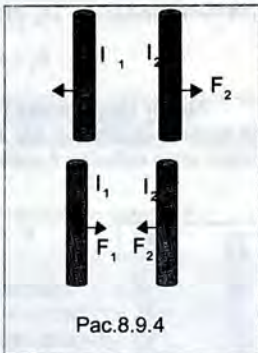


калиди сарбаст гардонем, аз ноқилҳо ба як самт ҷараён ҷорӣ мешавад. Он гоҳ мебинем, ки дар ин маврид ноқилҳо ба ҳамдигар ҷазб мешаванд (рас.8.9.2). Вале агар ноқилҳоро тавре

пайваст кунем, ки дар онҳо ҷараёнҳо бо ҳам муқобил равона шаванд, ноқилҳо аз ҳамдигар тела мекӯранд (рас.8.9.3). Ин натиҷа он гуна маънӣ дорад, ки ба ҳар ноқили ҷараёндор майдони магнитии ноқили дигар таъсир меоварад.

Савол ба миён меояд, ки қувваи дар ин 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, аз 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 илқо (индуксия)-и майдони магнитиро дар мавқеъи ноқилҳо ин тавр меёбем:



$$B_1 = \kappa \frac{2I_1}{r} \quad (1)$$

ва

$$B_2 = \kappa \frac{2I_2}{r} \quad (2)$$

Пас, қувваи ба қитъаи дарозиаш 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

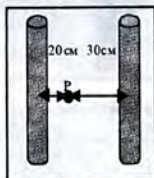
$$F_2 = \kappa B_1 I_2 L \quad (4)$$

мебошанд (рас.8.9.4). Қиматҳои B_1 ва B_2 -ро аз (1) ва (2) ба

формулаҳои (3) ва (4) гузошта, ҳосил мекунем:

$$F_2 = F_1 = k \frac{2 I_1 I_2}{r} L.$$

Ҳамин тариқ, қувваи ба қитъаи ноқилҳо таъсиркунанда ба қувваи ҷараёнҳои дар ноқилҳо ҷоришаванда ва масофаи байни онҳо вобастагӣ дорад:



Рас.8.9.5

$$F = k \frac{2 I_1 I_2}{r} L$$

Масъала. Ду ноқили мувозии дарозиашон як метрае дорем, ки аз яке ҷараёни 4А, аз дигаре ҷараёни 3А ҷорист. Бузургии илқо (индуксия)-и 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.8.9.5).

Ҳал: Ноқили 1 дар асоси формулаи

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

дар нуқтаи Р ин қадар майдон илқо (индуксия) ҳосил мекунад:

$$B_1 = k \frac{2 I_1}{r_1} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 4 \text{ А}}{0,2 \text{ м}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Тл.}$$

Додаҳо:

$$I_1 = 4 \text{ А,}$$

$$I_2 = 3 \text{ А,}$$

$$r_1 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м,}$$

$$r_2 = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$B = ? \quad F = ?$$

Илқои майдони ноқили 2

$$B_2 = k \frac{2 I_2}{r_2} = 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \frac{2 \cdot 3 \text{ А}}{0,3 \text{ м}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$$

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:

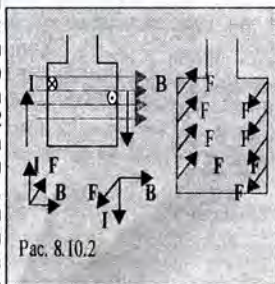
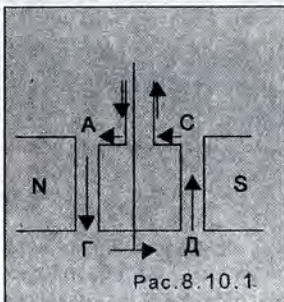
$$F = 2 \kappa \frac{I_1 I_2}{r_1 + r_2} L = 2 \cdot 10^{-7} \frac{3.4 \text{ A}^2}{0.5 \text{ m}} 1 \text{ m} = 4.8 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$



1. Ду ноқили чараёндор ҳамдигарро дар кадом маврид қазб мекунанд ва дар кадом маврид тела медиҳанд?
2. Қувваи таъсири ду ноқили чараёндор ба кадом бузургиро бастагӣ дорад?

8.10. Қоби чараёндор дар майдони магнитӣ

Таъсири майдони магнитӣ ба шакли ноқил вобастагӣ дорад. Мо дар ин ҷо масъалаи нисбатан содда-таъсири майдони магнитиро ба қоб (рамка) баррасӣ мекунем. Шумо аз рас.8.10.1 мебинед, ки самти чараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои АГ ва ДС ба ҳамдигар муқобил аст. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ ба қитъаҳои АГ ва ДС аз рӯи қоидаи дасти чап ба ҳамдигар муқобиланд. Ба қитъаҳои АС ва ГД майдони магнитӣ таъсир намерасонад; агар равиши чараён ба равиши илқои магнитӣ мувозӣ (параллел) бошад, қувваи таъсиркунанда сифрӣ мешавад. Дар рас.8.10.2 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 $sF = BIA\Gamma$ ва $sF = BICD$ мебошанд. Ин ҷо

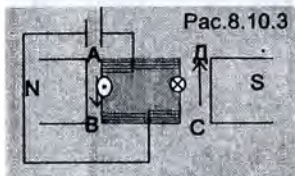


ишорати s векторест, ки аз мо сӯи нақша равона аст. Ишорати B , баръакс, рамзи вектори аз нақша сӯи мо оянда мебошад.

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 ҷархиш) гардиш меҳӯрад, то даме гардиш меҳӯрад, ки ҳамвори қоб ба хатҳои қуввагии майдони магнитӣ мавқеи амудӣ (перпендикулярӣ) гиранд. Баъди лаҳзаи нисбат ба хатҳои қуввагии майдони магнитӣ ҳолати амудӣ гирифтани қоб гаштовари қувва сифрӣ мешавад. Дар зарурат ғалтакро тавре печонидан мумкин аст, ки қобҳои он таҳти кунҷҳои гуногун ҷойгир бошанд, то ки гардиши минбаъдаи қоб то кунҷи 180°C таъмин шавад.



Рас.8.10.3

Ҳолати амудӣ гирифтани қоб гаштовари қувва сифрӣ мешавад. Дар зарурат ғалтакро 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 росткунҷа бо тарафҳои 5-сантиметрӣ дар майдони магнитии 0,1 Тл ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани ҷараёни 10А ба тарафҳои қоб чиқадарӣ қувваи бешина (қувваи максималӣ) таъсир меоварад ва ин қувваҳо кадом сӯ равонаанд?

Ҳал: Ба тарафҳои АВ ва СД-и қоб илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ амудан (перпендикуляран) 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 равона аст (рас.8.10.3).

Додаҳо:

$$I_1 = 10 \text{ А},$$

$$L = 5 \text{ см},$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$F = ?$$

$$\text{самтҳо} = ?$$



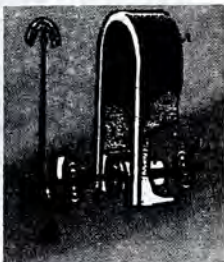
1. Қувваҳои дар майдони магнитӣ ба қоб ва ба ноқили чараённок таъсиркунанда аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?
2. Чуфти қувваҳо (гаштоварҳо) чӣ тавр ба вучуд меоянд?
3. Қувваи дар майдони магнитӣ ба қобҳо таъсиркунанда ба кадом бузургиҳо вобастагӣ доранд?

8.11. Асбобҳои электрсанҷӣ

Хосияти ба қоби чараёндор таъсир оварда, онро гардиш дода тавонистани майдони магнитӣ дар асбобҳои электросанҷии гуногун--амперметрҳо (чараёнсанҷҳо), вольтметрҳо (волтажсанҷҳо), омметрҳо (муқовиматсанҷҳо), ҳисобгиракҳо (энергиясанҷҳо) ва м.ин. истифода мешавад.

Асбобҳои электрсанҷӣ, ки ба таъсири майдони магнитӣ ба қоби чараёндор асос ёфтаанд, *асбобҳои магнитозлектрикӣ* ном гирифтаанд.

Чузъи асосии вольтметрҳо ва амперметрҳоро галванометр ташкил медиҳад (ниг.7.18 ва 7.19). Дар рас.8.11.1 яке аз навъҳои галванометр тасвир шудааст. Қоби дар рӯи силиндри сабуки алюминӣ аз сими борики ойиқдор (изолясиядор) печонидашуда (2) дар майдони магнитӣ (1) ҷой дода шудааст. Қобро бо



Рас.8.11.1

печакҳояш дар ҳолати мувозинат ду фанар (пружин) (3) нигоҳ медоранд. 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 акрабаки 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.

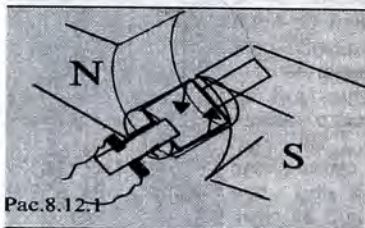


1. Галванометр чӣ гуна сохт дорад ва чӣ тавр кор мекунад?
2. Амперметр аз вольтметр чӣ фарқ дорад?

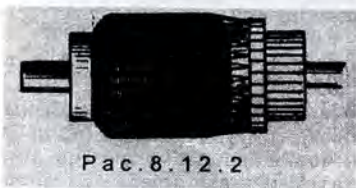
8.12. Мотор (муҳаррик)-и электрикӣ

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. 8.12.1 оварда шудааст.

Сохти кори мотори электрикӣ ба сохти кори галванометр шабоҳат дорад: дар мотори электрикӣ вазифаи қобро ротор



(лангар) мебозад, ки он бо таъсири майдони магнитӣ чарх мезанад. Ротор аз мағзаи пӯлодини цилиндрий ва печҳои симин иборат мебошад. Ротор бояд ҳамеша ба як самт чарх занад. Бинобар ин бар хилофи галванометр дар мотори электрикӣ масъалае ба миён меояд, ки баъди ба қадри 180° гардиш хӯрдани қоб самти ҷараён (ба таври автоматӣ, албатта) иваз шавад. Дар акси ҳол самти гаштовар (моменти гардонанда)-и ротор



ба самти муқобил раван мешавад.

Дар моторҳои электрикии ҷараёни дойимӣ масъалаи табдили самти ҷараён ба воситаи коллектор ва чӯтка амалӣ мешавад. Аз печҳои сершумори ротор дар рас. 8.12.1 танҳо яктояш тасвир шудааст. Дар рас. 8.12.2 тарҳи ротор алоҳида оварда шудааст. Чӯтқаҳо хиштчаҳои ангиштие мебошанд, ки рӯи лавҳаҳои коллектор мелағжанд ва гоҳи ба 180° гардиш

хӯрдани ротор самти ҷараёнро 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.

Маторҳои электрикӣ бо ҷараёни дойимӣ амалкунанда махсусан дар нақлиёт (қатораҳои электрикӣ, трамвайҳо, троллейбусҳо ва м.ин.) истифода мешаванд.



1. Чаро дар маторҳои электрикӣ ба ҷои қоб лангар истифода мешавад?
2. Барои чӣ баъди ба 180° гардиш хӯрдани лангар масъалаи самти ҷараёнро тағйир додан ба миён меояд?
3. Коллектор ва ҷутқа чӣ вазифаро адо мекунад?
4. Мисолҳои истифодаи маторҳои электрикиро, ки бо он шиносӣ доред номбар кунед?

Масъалаҳои тестӣ

1. Гандумро пеш аз орд кардан аз байни қутбҳои магнит мегузаронанд. Ин амал чӣ зарурат дорад?

- A) Ҷудо кардани гандуми пусида.
- B) Хушк кардани гандум.
- B) Ҷудо кардани оҳанрезаҳо.
- C) Ҷудо кардани гандуми хушк

2. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитӣ B ба қувваи ҷараён I ва масофаи нуқтаи интиҳобӣ то ноқили рост r чунин бастагӣ дорад :

- A) $B = I / 2\pi r$; B) $B = \mu I / r$; B) $B = 2 I / r$; C) $B = \mu I / r$;

3. Кадоме аз воҳидҳои зерин воҳиди илқои магнитӣ аст.

- A) $1 \text{Тл} = 1 \text{Н} / \text{А} \cdot \text{м}$; B) $1 \text{Тл} = 1 \text{Н} / \text{м}$; B) $1 \text{Тл} = 1 \text{А} / \text{м}$; C) $1 \text{Тл} = 1 \text{Н} / \text{м}$;

4. Бузургии илқо (индуксия)-и магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённоки қувваи ҷараёнаш $2A$ 10см дур аст.

А) $8 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$ Б) $4 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$ В) $3 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$ С) $6 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$

5. Бузургии илқои майдони магнитии дар маркази ноқили ҷараённоки дойрашакл ҳосилшуда бо формулаи зер ифода карда мешавад:

А) $B = 2k \pi I / r$. Б) $B = 2kl / r$. В) $B = 2\pi I / r$. С) $B = 2\pi I_0 / r$.

6. Бузургии илқо (индуксия)-и магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили ҷараённоки қувваи ҷараёнаш $3A$ $7,5\text{см}$ дур аст.

А) $6 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$; Б) $8 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$; В) $7 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$; С) $4 \cdot 10^{-6}\text{Тл}$.

7. Агар селеноиди дорои N печак дарозии L дошта бошад, илқои майдони магнитии яқинсаи он ин қадар аст:

А) $B = 4\pi IN / L$; Б) $B = 4IN / L$; В) $B = \pi IN / L$; С) $B = 4\pi kI N / L$;

8. Селеноиди дарозияш $31,4\text{ см}$ 1000 печи симин дорад ва аз онҳо ҷараёни $0,2\text{ А}$ ҷорист. Бузургии илқо (индуксия)-и майдони магнитиро барои маркази селеноид ёбед.

А) $1,6 \cdot 10^{-3}\text{Тл}$; Б) $0,8 \cdot 10^{-3}\text{Тл}$; В) $0,4 \cdot 10^{-3}\text{Тл}$; С) $1,8 \cdot 10^{-3}\text{Тл}$.

9. Қувваи аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор таъсиркунанда F , бузургии қувваи ҷараён I , илқои магнитӣ B ва дарозии қитъаи ҷараён 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 $I = 5\text{ А}$ ҷорист дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии 9 Тл дорад ва хатҳои қуввагаш амудан ба ноқил равонаанд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед.

А) $3,6\text{ Н}$; Б) $10,8\text{ Н}$; В) $13,6\text{ Н}$; С) $31,6\text{ Н}$;

11. Дар майдони магнитӣ ба қоби ҷараёндор қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонанд--дар натиҷа қоб бо таъсири ҷуфти қувваҳо (гаштоварҳо — моментҳои чархиш) гардиш мекунад. Сабаб чист?

А) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозии қоб самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ дар қитъаҳои мувозии қоб аз рӯи қоидаи дасти чап ба ҳамдигар муқобиланд.

Б) Ҷараёни дар қоб ҷоришаванда дар қитъаҳои мувозӣ самти муқобил дорад. Пас, самти қувваҳои таъсиркунанда низ дар қитъаҳои қоб аз рӯи қоидаи дасти рост ба ҳамдигар муқобиланд.

В) Чараёни дар қоб чоришаванда 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 чоришаванда 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.м1). 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 илқо (индуксия)-и магнитиро барои нуқтае ёбед, ки аз ноқили чараённокӣ қувваи чараённаш 2А 15см дур аст. (Ҷавоб: $\sim 2,7 \cdot 10^{-6}$ Тл).

4. Бузургии илқои магнитӣ дар нуқтае, ки аз ноқили рости дорои чараёни қуввааш 20 А дар масофаи r воқеъ аст, $5 \cdot 10^{-5}$ Тл мебошад. Масофаи r -ро ёбед. (Ҷавоб: 0,08м).

5. Бузургии илқои майдони магнитӣ дар маркази сими нимдойирашакле, ки дар он чараёни 5А ҷорист, ба $3,4 \cdot 10^{-3}$ Тл баробар аст. Радиуси доираро ёбед. (Ҷавоб: 0,05м).

6. Аз сими дойирашакли радиусаш 40 см чараёни 30 А мегузарад. Бузургии илқои майдони магнитиро дар маркази дойира ёбед. (Ҷавоб: $4,7 \cdot 10^{-6}$ Тл).

7. Ноқиле бо дарозии 48 см, ки дар он чараёни $I = 5$ А ҷорист, дар майдони магнитие ҷой дода шудааст, ки он илқо (индуксия)-и магнитии 6 Тл дорад ва хатҳои қуввагии он нисбат ба ноқил самти амудӣ (перпендикуляр) доранд. Қувваи ба ноқил таъсиркунандаро ёбед. (Ҷавоб: 14,4Н)

8. Ғалтаки иборат аз 10 қоби росткунҷа бо тарафҳои 5-сантиметрӣ дар майдони магнитии 0,2 Тл ҷойгир аст. Ҳангоми аз қоб ҷорӣ шудани чараёни 10А ба тарафҳои қоб чӣқадарӣ қувваи бешина (қувваи максималӣ) таъсир меоварад? (Ҷавоб: 1Н).



Рас.8.м1

Корҳои лабораторӣ

1. Омӯзиши қонуни бақои энергия дар мавриди муқаррар шудани мувозинати ҳароратӣ.

Дар мавриди бо якдигар имкони додугирифт доштани як ҷисми гарм ва як ҷисми сард гармо бо мурури вақт аз ҷисми гарм ба ҷисми сард мегузарад. Ин додугирифт то дами баробар шудани ҳарорати ҳар ду ҷисм давом мекунад.

Ҳадафи кори лабораторӣ: Муъайян кардани миқдори гармое (энергияе), ки онро ҷисми гарм талаф медиҳад ва ҷисми сард мегирад.

Лавозимот: Калориметр, зарфи андозагирӣ (мензурка), ҳароратсанҷ, истакон, як чойнак оби гарм.

Рафти кор

1. Дар истакон ба миқдори муъайян оби сард рехта, ҳарорати онро бисанҷед.

2. Баъд дар калориметр ҳамон миқдор оби гарм рехта, ҳарорати онро низ бисанҷед.

3. Оби истаконро ба калориметр рехта, ҳарорати оби омехтаро бисанҷед.

4. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро оби гарм ба оби сард додааст.

5. Миқдори гармоеро ёбед, ки онро оби сард аз оби гарм гирифтааст. Миқдори гармоеро, ки оби гарм ба оби сард додааст, бо миқдори гармое, ки оби сард аз оби гарм гирифтааст, муқоиса кунед.

6. Таносуби миқдори оби гарм ва сардро тағйир дода тачрибаро такрор кунед.

2. Санҷиши гармогунҷоиши хоси ҷисмҳои сахт

Лавозимот: Истакони обдор, калориметр, тарозу бо санғояш, ҷисми саҳти силиндршакл, ресмон, як ҷойнак оби гарм.

Рафти кор:

1. Ба калориметр оби сарди ҳаҷмаш муъайян (тақрибан 200г) рехта, ҳарорати он (t_1) -ро бисанҷед.
 2. Бо тарозу массаи ҷисми саҳт (m)-ро муъайян кунед.
 3. Ҷисми саҳтро ба даруни оби гарм андохта, баъди чанд муддат (баъди якхела шудани ҳарорати обу ҷисм), ҳарорати об (t_2)-ро бисанҷед.
 4. Натиҷаҳои санҷишро дар ҷадв.1 гирд биёред.
 5. Ҷисмро ба оби калориметр андохта, ҳарорати оби калориметрро бисанҷед ва гармогунҷоиши ҷисмро ебед.
- Эзоҳ: Миқдори гармое, ки ҷисми саҳт ба обу калориметр медиҳад, ин таърифи мешавад:

$$Q_1 = c m (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Об ва калориметр аз ҷисм ин қадар гармо мегиранд:

$$Q_{об} + Q_{кал} = c_{об} m_{об} (t_2 - t_1) + c_{кал} m_{кал} (t_2 - t_1) \quad (2)$$

Миқдори гармои гирифтаи калориметрро аз ин ҷо соқит мекунем. Он гоҳ:

Ҷадв. 1

Массаи оби калориметр $m_{об}$	Ҳарорати обу калориметр t_1	Массаи ҷисм m	Ҳарорати аввалии ҷисм t_2	Ҳарорати умумӣ t

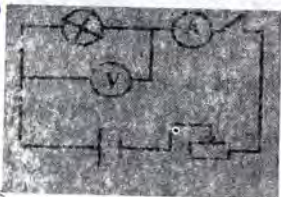
$$c_{\text{об}} m_{\text{об}} (t - t_1) \approx c m (t_2 - t) \quad (3)$$

мешавад. Дар формулаи (3) бузургии матлуб c (гармогунҷоиши хоси ҷисм) аст.

3. Омӯзиши қонуни Ом барои ҷиҳзи занҷир

Дар заминаи қонуни Ом ҷараёни электрики аз резистор (ноқили филизӣ) ҷоришаванда ба волтаж (фарқи потенсиалҳо)-и нӯғҳои резистор мутаносиби роста, вале ба муқовимати резистор мутаносиби чаппа мебошад.

Лавозимот: реостат, резистор ё ҷарағаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда.



Рас. Л1

Рафти кор

1. Аз рӯи рас.Л1 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.
2. Бо ёрии реостат ҷараёнро тадриҷан зиёд карда, вобастагии қувваи ин ҷараёнро ба волтаж бисанҷед. Натиҷаҳои санҷишро дар ҷадв. 2 гирд биёред.
3. Дар асоси натиҷаҳои дар ҷадв. сабтшуда бо назардошти хатоҳои санҷиш нигораи вобастагии қувваи ҷараёнро ба волтаж созед ва хулоса бароред.

Ҷадв. 2

Рақами санҷиш	Қувваи ҷараён	Волтаж

4. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва волтаж (номи пешинааш: шиддати электрикӣ) дар шоҳаҳои пайдарпай пайваस्तшудаи занҷири электрикӣ

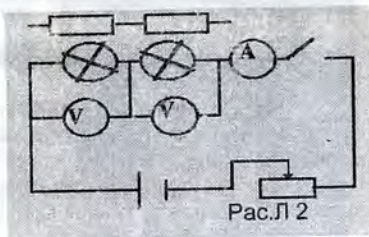
Лавозимот: реостат, ду резистор, ду ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, ду вольтметр, симҳои васлқунанда.

Рафти кор

1. Аз рӯи рас. Л 2 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.
2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғақҳоро санҷида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Маҷмӯи даваки реостатро тағйир дода, санҷишро такрор кунед.

4. Ҷароғақҳоро бо резисторҳо иваз карда, санҷишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.

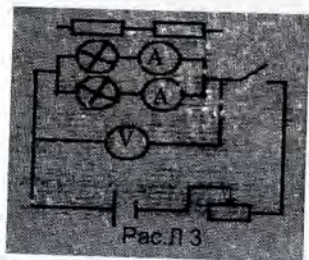


5. Санҷиши ҷараёни электрикӣ ва волтаж (номи пешинааш: шиддати электрикӣ) дар шоҳаҳои паралелан пайваस्त шудаи занҷири электрикӣ

Лавозимот: реостат, ду резистор, ду ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, ду амперметр, вольтметр, симҳои васлқунанда.

Рафти кор

1. Аз рӯи рас. Л 3 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.



Рас. Л 3

2. Қувваи ҷараён ва афтиши волтажи ҷароғакҳоро санҷида, муқовимати онҳоро ёбед.

3. Мавқеъи даваки реостатро тағйир дода, санҷишро такрор кунед.

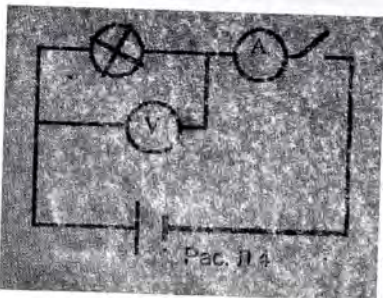
4. Ҷароғакҳоро бо резисторҳо иваз карда, санҷишҳоро такрор кунед ва хулоса бароред.

6. Санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ

Ҳадафи кори лабораторӣ: санҷиши кор ва тавони ҷараёни электрикӣ ба воситаи амперметр, вольтметр ва сониясанҷ.

Лавозимот: ҷароғаки электрикӣ, калид, манбаъи ҷараён, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунанда, сониясанҷ

Рафти кор



Рас. Л 4

1. Аз рӯи рас. Л 4 занҷири электрикӣ тартиб диҳед.

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 муқоиса кунед ва хулоса бароред.

7. Омӯзиши ҳамтаъсироти магнитҳои доимӣ

Ҳадафи кори лабораторӣ — муайян кардани қутбҳои магнити доимӣ ва вобастагии қувваи ҳамтаъсироти магнитҳо ба масофа.

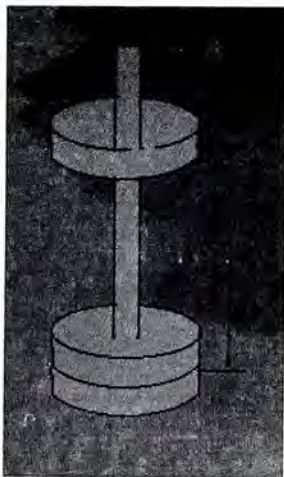
Лавозимот: магнити тасмашакли қутбҳош маълум (нишонашуда), магнити тасмашакли қутбҳош номаълум, ресмон, маҷмӯи магнитҳои сафолӣ, тарозу бо сангҳош, ҷадвали миллиметрӣ тақсимот, чанд ҳалқа (шайба)-и ғайрмагнитӣ (алуминӣ, миссин), мила, поя.

Тартиби иҷрои кор.

1. Яке аз магнитҳои тасмашаклро бо ресмон ба поя овозон карда ба он магнити дуюмро наздик карда қутбҳои бенишонро ёбед.

2. Маҷмӯи магнитҳои сафолिनро дар мила тавре ҷойгир кунед, ки яке аз онҳо дар натиҷаи тела хурдан дар ягон баланди ҳолати мувозинатиро ишғол кунад (рас.Л5.). Масофаи байни магнитҳоро санҷида, натиҷаҳоро дар ҷадвал сабт кунед.

3. Ба болои магнити сафолин аввал як, баъд ду, ва сипас се ҳалқа бор карда масофаи байни ҳалқаҳоро санҷед 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 ёбед ва нигора (график)-и вобастагии онро ба масофа созед.

	Масса m, кг	Масофа r, мм	Қувваи таладиҳӣ
Як магнит			
Магнит бо як ҳалқа			
Магнит бо ду ҳалқа			
Магнит бо се ҳалқа			

ШАРҲИ БАЪЗЕ ИСТИЛОҲҶО

(Барои назарҳои аз омӯзгорон—С.Қ.)

Ихтисораҳо

<p>алоқ. — алоқаманд, б — будан, б-гя = бузурги (камийят), воб. — вобаста, воб-гя = вобастагя, бастагя, гун. — гуногун, д — додан, д.и. — дар патиҷа, ё — ёфтаи, ё-т = ёфтааст, имк. = имкон, инг. — ин гуна, ист. — истифода,</p>	<p>истеъмоӣ, иф. — афода, К — келани, к-т = кардааст, мас. — масалан, меб-д = мебошад, мек-д = мекунад, мек-нд = мекунад, мет-д = метавонад, мет-нд = метавонанд, мех-кя = механикя, м.ин. = мованди инҳо, Н — пӯтун (воҳид), ов. — овардан, ом. — омадан,</p>	<p>ом-т = омадааст, онг. — он гуна, онқ. — он қадар, онс. — он сон, с — соня, то м. — то милод, ум. — умуман, харг. — ҳар гуна, ҳамд. — ҳамдигар, ҳарг. — ҳар гуна, ш-т = шудааст, Ч-чи = чунончи, эл. — электро-, эл-кя = электрикя, эн. — энергия (энержя)</p>
--	--	--

Ихтисораҳои дигар аз сарҳарф(ҳо)и номи моддаҳои луғавӣ иборатанд. Ч-чи, вожаи *атом* дар саросари моддаи "атом" бо А. ишорат ш-т. Мованди ҳамин, ишорати "Г.х." дар саросари моддаи "Ғазӣ ҳаёли" бояд "Ғазӣ ҳаёли" ҳонда шавад.

Барои иф. к-и ин ё он истинод мо он истинодро бо ҳуруфи мовил овардаем, яъне агар, мас., ҳамон ибораи "Ғазӣ ҳаёли" бо ҳуруфи мовил — ба шакли *Ғазӣ ҳаёли* омада бошад, ин ба он маънӣ аст, ки дар ҳуди ҳамин шарҳномаи "Физика, 8" (ё ҳамин гуна шарҳномаи "Физика, 7") моддае ҳаст бо номи "Ғазӣ ҳаёли".

абар... (сверх..., супер...; super...; лот. *super*— бар..., абар..., фавку...) — чузъи таркибии "*абарнокя* (*абаррасоно*)" ё "абаршоро" — воҷи калимаҳои мураккаб, ки "бартар б", "зиёдтар б" ва м.ин.-ро иф. мек-д.

абарнокилийят, **абаррасоноӣ** (сверхпроводимость; superconductivity; кашфи физикдони нидерландӣ Ҷ.Камерлинг-Оннес, 1911) — падидаи ба якборагя барҳам хӯрдани муқовимати эл-кяи *абарнокя* ном моддаҳо, ки ҳангоми дар *ҳарорати бӯхронӣ* T_0 сард к-и онҳо рӯй медеҳад. Ин ҳарорат барои абарнокилон гун. кимати муъайян дорад. Ч-чи, барои симоб $T_0 = 4,15$ К аст.

абарнокилҳо, **абаррасоноҳо** (сверхпроводники; superconductors) — моддаҳои, ки дар *ҳарорати бӯхронӣ* $T_0 = 23$ К (ки ҳоси таркиби Nb_3Ge аст) ва поёнтар аз он хусусияти абарнокиӣ пайдо мек-нд (инг. *Абарнокилийят*) — дар ин ҳароратҳо имк. фароҳам меояд, ки *ҷараёни электрикӣ* аз тариқи ин моддаҳо бо осонӣ ҷоря бошад. Қариб нисфи *филзот*, бисёр *нимнокя*ҳо ва миқдори зиёди хӯлаҳо ҳосияти абарнокиӣ зоҳир мек-нд. Моддаҳои низ ҳастанд (**А.-и оксияд**), ки дар ҳароратҳои тақр. 100 К абарнокил меш-нд. Ин гуна моддаҳоро **А.-и баландҳарорат** мегӯянд.

адади Авогадро (число Авогадро; Avogadro number, ба исми олими италияӣ А. Авогадро, 1776-1856) — инг. *Мол*.

ампер (ампер; ampere, ба исми А.М.Ампер, 1775-1836). Ишораташ А аст:

1) воҳиди қувваи *ҷараёни электрикӣ* (дар *МБВ*).

$1A = 3 \cdot 10^9$ воҳ. СГСЕ = 0,1 воҳ. СГСМ;

2) воҳиди қувваи *муҳаррикаи магния* дар *МБВ* (номи кӯҳнааш

"ампер-печ" буд). $1A = 0,4\pi Ч6$ (*члберт*) = $4\pi \cdot 3 \cdot 10^9$ воҳ. СГСЕ.

АНБОРА (аккумулятор; storage battery, accumulator) — олоти захира к-и эн. (бо максиди дар зарурат ба кор бурдани он). А.-хо воб. ба навъи эн-и захирашаванда электрияк, ҳароратӣ, обӣ ва ғ. буда мет-яд.

АНИОН, ИОНИ МАИФИ (анион; negative ion, anion; юн. *anion* — болораванда) — *иони* дорон *барқия* маифи. Дар майдони ал-кӣ А. сӯи *электроди* мусбат, яъне сӯи *анод* меравад.

АНОД (анод; anode, аз юн. *anodos* — боло рафтани, бар ш) — *электроди* ба қутби мусбати маибаъи ҷараёни эл-кӣ василшудаи батаре, *хӯлаи* рентгенӣ, *ванни* электролитӣ ва олазҳои диг. электроияву электротехникаӣ.

БАРҚ (электричество; electricity) — *мачсӯи* падидаҳои алоқ. бо ҳаракат ва ҳамагӯсироти ҷисмҳо ё зарраҳои барқаманд (инг. *Барқ*). Ин таъсирот дар байни зарраҳои барқаманди қарор ба вос. майдони эл.-статикӣ сурат мегирад. Аммо агар ин зарраҳо (барқҳо) ҳаракат дода шаванд, бар замини майдони эл-кӣ майдони магнитӣ нэз ба вуч. меояд. Ҳ.т., ҳаракати зарраҳои барқаманд бовис пайдоиши майдони электромагнитӣ мегардад.

БАРҚА, БОҶИ ЭЛЕКТРИКӢ (электрический заряд; electric charge) — 6-гӯи физикӣ таъйинкунандаи ҳамагӯсироти зарраҳо (ва ҷисмҳо). Маҳз Б. аст, ки таъсирот мутақобил зарраҳои ҷисмҳоро бо *майдони электромагнитӣ* беруна (ва инч. робитан мутақобил онҳоро бо майдонҳои эл.-магнитӣ хусусияшон) иттиқос меҳ-д.

Ду навъ Б. мавҷуд аст, ки онҳоро шартан Б.-и мусбати ва Б.-и маифи мегӯянд. Б.-ҳои яқаломат (ё ҷисмҳои соҳиб инг. Б.-ҳо) аз яқд. тела мехӯранд. Вале агар Б.-ҳо гуногуналومات бошанд, сӯи яқд. ҷазб меш-нд. Ҳама падидаҳои эл-кӣи табиқат натиҷаи ҳаракат, ҳамагӯсирот ё оромии Б.-ҳо мебошанд.

Қаментарин барқан тақсимнопазир *барқия бунёди* ном гир-т. Инг. Б. Б.-и *электрон* (маифи) ё Б.-и *протон* (мусбати) аст, ки қимати $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл дорад. Б.-и ҳама зарраҳои ҷисмҳо нисбат ба Б.-и электрон (ё протон) қарати, яъне ҳаҷҷени e , $2e$, $3e$ ва ғ. аст. Аммо солҳои 50-и а. XX бар ин нуқта шак пайдо шуд ва доло ба бовар табдил ё-т, ки Б.-и воқеъан бунёди Б.-и *кваркҳо* ном зарраҳо аст — ин зарраҳо барқан қарати $\pm e/3$ ё $\pm 2e/3$ дорад.

Қонуни бақои барқан ҳама ҷаъа маъзума (систем)-и физикӣи қарбати ва ҳама навъҳои ҳамагӯсироти барқҳои онҳо беқамуқост ба ҷо меояд.

Дар МБВ (SI) ба сиф. воҳиди Б. *кулон* (Кл) пазируфта ш-т.

БАРҚАИ БУНЁДИ (элементарный электрический заряд; elementary electrical charge) e — қаментарин миқдори *барқия* том дар табиқат. Қимати Б.б.-ро с.1911 Р.Милликен муъайян к-т. Ин аст он қимат:

$$e = (1,6021892 \pm 0,0000046) \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Б.б. ду навъ аст — мусбати ва маифи. Аммо қиматҳои мутлақи ҳарду навъи барқа ҳамаҷоянд. Зарраҳо ва антизарраҳо (подзарраҳо)-и онҳо барқия гуногуналومات дорад. Барқан зарраҳои бунёди ё ба $+e$ (онҳо *протон*, *пиони мусбати* π^+ ва ғ.) ё ба $-e$ (онҳо *электрон*, *пиони маифи* π^- ва ғ.) ё ин ки ба сифр (онҳо *фотон*, *нейтрон* ва ғ.) қаробар аст. Барқан *нонҳо* ва *ҳастаҳои атомӣ* нисбат ба Б.б. қарати аст, яъне Б.б. воқеъан ҳам бунёдаст.

БОҶИ МАГНИТӢ (магнитный заряд; magnetic charge) — мафҳуми ёрӣдиҳандае, ки дар ҳисобкуҷибони майдонҳои магнитӣ истой (статикӣ) бар қисми *боғи электрияк* (ки майдони эл-кӣи истой ба вуч. меов-д) қорбати меш-д. Маибаъи воқеъан майдони магнитӣ истой магнитӣ дойимӣ ё ҷараёни эл-кӣи собит буда мет-д.

БОҶИ ЭЛЕКТРИКӢ — истилоҳи ҳамаънон *барқ*.

БУДҶР (кристалл; crystal, аз юн. *krystallos* — аввалҳо ба маънои "яқ") — ҷисми сахте, ки атому молекулаҳои дар *шабақия ҷисмонӣ* бо низоми муъайяни даврӣтақорршаванда ҷой гирифтаанд. Буди Б.-ҳо натиҷаи он аст, ки ҷисми сахт дар ин ё

он шаройит (ҳарорат ва ғижор) сохтори атомия муъайян дорад ва дар сурати тағйир ё-и шаройит сохтори худро тағйир дода мет-д. Пойдория сохтори Б. ба навъи пай-ванди кимёвӣ байни зарраҳои он воб-ғӣ дорад.

Физикоту санғҳо ва, ум., аксари ҷисмҳои сахтӣ табиқӣ ва сунъӣ аз булурдонаҳои ҷудоғона (ки мо онҳоро **булур** а к мет-ем) иборатанд. Инг. моддаҳои т а к - **булур** ё, ба ҳақон замона, м о н о **булур** мет-янд. Монобулурҳо дар самтҳои гун. ҳосилшуда гун. (ҳосилшудаи ноҳамсон) зоҳир мек-нд.

булуринишабака — инг. *Шабакан ҷисмонӣ*.

булуршуд, булурши (кристаллизация; crystallization) — ташаккули **булур**ҳо аз моддаҳои, ки дар ҳолати аморфӣ (бешаклӣ) ё ҳолатҳои дигари булурӣ мавҷуданд (буҳор, маҳлуло, ғудохтаҳо,...). Падидани Б. дар ҷараёни **электродиз** ва воқунишҳои кимёвӣ рӯй медиҳад. Зинда аз ҳад сард ш-и моё ё аз ҳад зинд сер б-и буҳор ва шаройити м.ин. низ замкани рӯйдодӣ Б. буда мет-д — ин дар ҳоле рӯй мед-д, ки барои якбора ба вуч. ом-и булурҳои хурд-хурд (инҳо чуи марказҳои **булурши** хидмат мек-нд), шаройити мусоъид фароҳам ояд. Моёи беғам (покиза) дар ҳарорати баро-бар ба ҳарорати ғудозиш булур меш-д, яъне ҳарорати Б. ҷени ҳарорати ғудозиш аст.

буҳоршуд, буҳорши, табхир, табхир сағӣ (испарение; evaporation, evaporation) — ҷараёни табдили модда аз ҳолати моё ё сахтӣ ба ҳолати ғазӣ (буҳор), ба шарте ки ин падида аз **сағи** модда ба амал ояд.

васеъшудии ҳароратӣ, васеъшудии ғармоӣ (тепловое расширение; thermal expansion) — тағйир хурданӣ андозаҳои ҷисм дар сурати тағйир ё-и ҳарорати он. В.х. бо зарби васеъшудӣ ҳаттӣ α (барои ҷисмҳои сахт) ва ҳаҷмӣ (барои ҳама моддаҳо) β тавсиф дода меш-д: ҳаҷми ҷисм V дар ҳарорати t аз ҳаҷми V_0 -и ҳақон ҷисм барои ҳарорати аввала t_0 инк. зинд хоҳад буд: $V = V_0(1 + \alpha \Delta t)$. Зарбҳои ҳароратӣи васеъшудӣ ҳаттӣ ва ҳаҷмӣ α ва β барои муҳити якгун (муҳити изотропӣ) чуни ҳам-бастагӣ дорад: $\beta = 3\alpha$.

вебер (вебер; weber, ба исми олими олим. В.Вебер) (Вб; Wb) — воҳиди **сели маг-нитӣ** дар МБВ (SI). 1Вб сели магнитӣест, ки дар сурати то ба сифр кам ш-и он дар контур (мадор)-и бо он алок.-и дорон муқовимати 1 Ом аз буриши арзӣи ноқил 1Кл **барқ** мешорад. 1Вб = 1Кл·Ом.

Ба иб. диг., 1Вб сели магнитӣест, ки он дар маврида дар муддати 1с то ба сифр муваззамона кам ш-и худ дар мадори сарбастӣ сари роҳаш **қувваи муҳаррикалӣ элек-трикӣ** 1В ҳосил мек-д. 1Вб = 1В·с.

Дар МБВ 1Вб сели магнитӣест, ки опро майдони магнитӣи якҷинса ва якгуни соҳиб **илқон магнитӣ** 1Тл (**тесла**) дар сурати амудан убур к-и масодати 1м² ҳосил мек-д. 1Вб = 1Тл·м².

вогардиши фази — инг. *Ҳолатҳои вогардиши*.

волтаж (электрическое напряжение; voltage) дар байни ду нуқтаи майдони элек-тронӣ — истилоҳи ҳаммаъноӣ "**фарқи потенциалҳои** байни ду нуқтаи занҷирӣ элек-тронӣ". Ададан баробари қорест, ки опро қувваҳои кулоӣи ва қувваҳои ғайр барои аз як ҷо ба ҷои диг. кӯчонидани барқам мусбат иҷро мек-нд.

В. б-гӣи скалярӣ аст. Дар қитъае аз занҷир, ки **қувваи муҳаррикалӣ электрикӣ** на-дорад, В. баробари ҳосили зарби **қувваи ҷарбӣ** ва муқовимати элек-тронӣ он қитъа аст. В. ба вос. вольтметр санҷида меш-д ва воҳидаш дар МБВ вольт (В) аст. Номи пешна-и он — "шиддати электрикӣ" ноҷо буд.

ғазӣ ҳаёӣ (идеальный газ; ideal [perfect] gas) — ғазе, ки молекулаҳои бо ҳамд. таъсироти мутақобил намет-нд. Бародарони эронии мо дар ин маврид **ғазии қомил** ва инч. **ғазии айдқол** гуфтаанд, ки аз инҳо аввалай ғалат нест, аммо шарҳе мехоҳад, ки "қомил" ба ҷи маънаст. Ба андешани мо таркиби "ideal gas"-ро ба ҷанд ранг ифода кардан раво аст: **ғазии олим, ғазии аъло** ва ғ.

Лек маънои физикӣи ин истилоҳ на ба *гази оял* рост асту на ба *гази аъло*.

Бояд бигӯем, ки номҳои ینگилӣ ва русӣи *идеализированный газ* ва дар ینگилӣ *idealized gas* мебуд. Дар забони форсӣи тоҷикӣи мо ин ҷо иборат аз ینگӯҳи физикӣи саҳеҳ ва истилоҳбо *гази ҳаёлий* аст, зеро ин навъи газ маҳз ҳаёлий аст.

Гармогунҷойиш (теплоемкость; heat [thermal, calorific] capacity), C — миқдори гармос, ки барои ба қадри 1K ($=1^\circ\text{C}$) гарм к-и ҷисм ба он дода меш-д. Нисбати G -и модда бар массаи он ё худ G -и ҷисми воҳидӣи модда G -и моляӣи модда ном гир-т. G -ро бо воҳидҳои $\text{J}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, $\text{J}/(\text{мол}\cdot\text{K})$, $\text{J}/(\text{м}^3\cdot\text{K})$ ва инч. бо кал/(мол·К) иф. мек-нд.

G -и ҳосияти гармогиррадӣи моддаро тавсиф медиҳад ва ба ҳолати термодинамикӣ-яву таркиби кимиёӣи модда бастагӣ дорад.

гармон булӯриш (теплота кристаллизации; heat of crystallization) — миқдори гармос, ки д.н.-и булӯр ш-и модда хорич мегардад. Дар сурати покиза б-и моддан булӯршааванда G -б. ҳамчени *гармон гудозиш* аст.

гармон гудозиш (теплота плавления; heat of melting) — гармон (модда)гудос, миқдори гармос, ки барои дар ғияври собит гудохтани ҷисми сахт зарур меояд.

G -и ба миқдори гармос баробар аст, ки дар сурати аз ҳолати моеъ ба ҳолати сахтӣ гузаштани модда хорич мегардад. G -и ба нос. миқдори гармос (бо $\text{J}/\text{кг}$) тавсиф дода меш-д, ки барои гудохтани 1кг модда зарур аст. Мо опро *вежагармон гудозиш* гуфтаем (номи пешниаш *гармон ҳоси гудозиш* буд). Воҳиди $\text{J}/\text{мол}$ (барои G -и яқ мол модда) ивз ист. меш-д ва *гармон моляӣ гудозиш* ном гир-т.

гармовоқилӣят, **ноқилӣ**яти **гармоӣ**, **ноқилӣ**яти **ҳароратӣ** (теплопроводность; heat [thermal] conduction) — шориши гармо аз қитъаи гарми ҷисм ба қитъаи сардтари он д.н.-и ҳаракати гармоӣи зарраҳо. Зичӣи гармон шораида, яъне миқдори гармон кучаида, ба шеб (ё худ градиент)-и ҳарорат мутаносиб аст. G бо гузашти замон ҳарорати қитъаҳои ҷисмро баробар мек-д.

Гаусс (гаусс; gauss, ба исми риёздонии олм. К.Ф.Гаусс) (G ; Gs) — воҳиди *илқон магнитӣ* дар *Манзуман воҳидҳои СГС*. Ба воҳиди *илқон магнитӣ* дар *МБВ* (SI), яъне бо Тл (*тесла*) чуниин алоқ. аст: $1\text{Tл} = 10^4\text{ Гс}$.

гаштовари магнитӣ (магнитный момент; magnetic moment) — б-гӣи векторӣе, ки ҳосиятҳои магнитӣи зарраи барқаманд ё маҷмӯъи ینگ. зарраҳоро тавсиф мед-д ва таъсири мутақобилӣи он зарра (маҷмӯъ)-ро бо зарраҳо (маҷмӯъҳо)-и диг. ва инч. бо *майдонҳои электромагнитӣ*и беруна таъйини мек-д. G -м.ро гаштоварҳои магнитӣи зарраҳои атомӣи ینگаронидаи дарҳаракат ва ҷараёнҳои электрикӣи сарбаст ба вуч меорад. Барои магнитӣи дойимӣи G -м. баробари ҳосили зарба *бори магнитӣ*и қутб ва дарозии магнитӣ (фосилаи байни қутбҳо) аст. Воҳиди G -м. *вебер-метр* ($\text{Вб}\cdot\text{м}$) аст.

дарачаи магнитнокӣ (намагниченность; magnetization), J — нисбати *гаштовари магнитӣ*и модда M бар ҳаҷми он V , яъне $J = M/V$. Ин ҷо M ба ҷамъи ҳавдасӣи гаштоварҳои магнитӣи ҳама зарраҳо (атому молекулаҳо, ионҳо)-и ҳаҷми V баробар аст. Д.н. б-гӣи векторӣ (б-гӣи бурдори) аст ва ҳолати магнитнокшудагӣи моддаро иф. мек-д. Воҳиди D -м. дар *МБВ* А/м (ампер бар метр) аст.

илқон магнитӣ (магнитная индукция; induction, magnetic induction, magnetic density), B — майдони магнитӣи нагҷавӣи майдонҳои магнитӣи зодаи зарраҳои модда. И.м. бо *шаддати магнитӣ* H ва *дарачаи магнитнокӣ*и модда J (ки монанди B ва H б-гӣи векторӣ аст) чуниин бастагӣ дорад: $B = H + 4\pi J$ (дар манзуман СГС) ё $B = \mu_0(H + j)$ (дар *МБВ*). Воҳиди И.м. дар манзуман СГС *гаусс* (G) асту дар *МБВ* — *тесла* (T). $1\text{Tл} = 10^4\text{ Гс}$.

ион (ион; ion, аз юн. ion — оянда, раванда, равон) — *зарраи барқаманде* (атом, молекула, радикал), ки як ё ҷанд электрони худро гум карда ё ин ки ба худ як ё ҷанд электронро ҳаспонадааст. И.-и мусбат (атомҳои электронбохта)-ро *катгон* ва И.-и ман-

фи (яъне атоми электронгирифта)-ро *анион* мегъяд.

Баркаи И. дучанд, сечанд ё чандчанди *баркаи бунёди* ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) буда мет-д. Номӣ "И."-ро М.Фарадей ба майдоии ист. овардааст.

ИОНИШИ (ионизация; ionization) — падидаи *ион* ш-и атом (молекула) д.п.-и аз он канда ш-и як ё чанд электрон. И. бо таъсири омилҳои гув. (тобиши радиоактивӣ, зарраҳои баландсуръат, таъсири майдоии эл-кӣ ва ғ.) рӯй дода мет-д.

Моҳияти падида: *баркаи* хастаи атом $+Ze$ (Z — адади протонҳои хаста, $+e$ — баркаи як протон) асту баркаи қишри электронӣ он $-Ze$ (Z — адади электронҳо, $-e$ — баркаи як электрон), яъне атом дар ҳоли табиғӣ чамъан хусо (бебаркаи) аст. Аммо азб. дар сурати бо таъсири ии ё он омил канда ш-и яке аз электронҳои атом он электрон бо худ баркаи воҳиди $-e$ -ро мебарад, пас, бақияи атомӣ соҳиби баркаи $+e$ мегардад. Бақияи атомӣро *иони м* у с б а т ва электронӣ кандашударо — *иони м* а н ф и мегӯянд. Эв-еро, ки барои баркандани як электрон ии ё он атом зарур меояд, *эв-и иониши* ҳамон атом меноманд. Электронҳои атомро як-як канда, опро ду бор, се бор ва ё чанд бор *ион* к мумк. аст.

КАЛОРИЯ (калория; calorie, аз лот. *calor* — гармо) (кал; cal) — воҳиди ғайриманзумияи микродия гармо. 1 кал = $2,62 \cdot 10^{19}$ эВ = 4,1868 Ч (сахехатан).

КАТИОН (катвон; cation, kation, аз юн. *kation* — поёнраванда) — *иони* мусбат (он ки дар майдоии эл-кӣ сӯи *электроди* манфӣ — сӯи *катод* равои аст).

КАТОД (катод; cathode, аз юн. *kathodos* — поён омадан, болгашт) — *электроди* манфӣ асбобҳои олатҳои эл-кӣ (батареи эл-кӣ, *анбора* (аккумулятор) ва м.и.н., ки чун манбаи электронҳои ҳидрат мек-д). Электроди электронафикандани асбобҳои электротехникӣро низ К. мегӯянд.

КВАРКНО (кварки; quarks, аз ҷборак мубҳами "Се кварк барои мистер Марк" ба маънои як чизи номуъайяи, як чизи муаммобунёд) — ҷузъҳои таркибдихандани *протонҳо*, *нейтронҳо* ва диг. зарраҳои зуртаъсир (*ҳадронҳо*).

КУЛОМ (кулон; coulomb, ба исми олими фар. Ш.Кулон, 1736-1806) (Кл; C) — воҳиди микродия *баркаи* дар *МБВ*. 1 Кл (дар маънои ампер-сония) онқ. баркаи аст, ки аз буриши арзӣи ноқия дар сурати дар он ҷорӣ б-и ҷараёни 1А дар 1с мешорад. Ии воҳид бо воҳиди куваан ҷараёни — *ампер* чунки таъносиб дорад: 1К = 1А·с.

КУНУВИ АРШИМЕД (Архимедас қонун; Archimedes principle, ба исми хирадмавди Юнони қадим Архимед, 287-212 то м.): Ба ҷисми дар моеъ ғӯтида куваан беруи-те-ладиханда таъсир меоварад, ки он амудан боло равона аст ва ададан ба вази моеъи беруврондан ҷисм баробар аст. Ии куваа, ки қ у в а в а р ш и м е д и ном гир-т, ба маркази вазишӣи қисми дар моеъ ғӯтидан ҷисми таъсир меов-д.

Қ.А. барои муҳити газӣ низ дуруст аст.

КУВААН АРШИМЕДИ (янг. *Конуи Архимед*), F_A — куваас, ки ҷисми дар моеъ ғӯтидаро сӯи боло тела медихад. Ии куваа ба ҳаҷми ҷисми V ва зичии моеъ ρ мутано-сибӣ роста аст: $F_A = \rho g V$ (g — шитоби афтиши озодова). Дар сурати барои муҳити газӣ ист. ш-и ии формула дар он ба ҷои зичии моеъ зичии газро ов. меояд.

КУВААН МУҲАРРИКАЯ МАГНИТИ, қ.м.м. (магнитодвижушая сила, намагнитиваю-щая сила; magnetomotive force), F_m — б-гӣи скаларие, ки (бар қисси *куваан муҳар-рикаан электрия* ба қор меравад ва) қобилияти селюфарандагӣи манбаҳои майдоии магнитӣ (ҷараёнҳои эл-кӣ)-ро таъсир медахад. Воҳиди қ.м.м. дар *Маязумаи во-ҳидҳои СИ* *члберт* (Чб) асту дар *МБВ* (SI) — *ампер* (А).

Истилоҳи кӯҳна — "куваан магнитҳаракатдиханда" бисёр носоҳеҳ буд.

КУВААН МУҲАРРИКАЯ ЭЛЕКТРИКА, қ.м.э. (электродвижушая сила, ЭДС, эдс, э.д.с.; electromotive force, EMF, emf, e.m.f.), \mathcal{E} : ададан баробари қорест (А), ки опро барои қадқади контури сарбаст вҷочияндани *баркаи* воҳиди мусбат (q) иҷро к меояд, яъне $\mathcal{E} = A/q$. (Пас, фаҳмоист, ки Қ.м.э. *куваа* нест. Калимаи 'куваа' дар но-

Қ.м.м. дар занҷири эл-ки маъояи энергияи индуктостатиктаълиқоти таъсири меъ-д. Қуваъи ҷараён дар занҷири эл-кии муъайянмуқовимат маъз ба ҳамин Қ.м.м. воб-гӣ дорад.

Таъбири "қ.м.м.-и қитъаи занҷир" низ ист. меш-д ва кори хоси қуваъҳои гайрро барои ин ё он қитъаи занҷир иф. меъ-д. Ч-чи, қ.м.м.-и батареи Галванӣ, хорест, ки онро қуваъҳои гайр (андаруни батаре) барои аз як қутб ба қутби диг. кӯчондани барқан воҳиди муъбат иҷро меъ-д. Ба иб. диг., Қ.м.м.-и пурра дар занҷири ҷараёни доимӣ ба *фарқи потенциалҳои байни нуқтаҳои занҷир* (дар сурати қушода будани занҷир) баробар аст. Воҳиди Қ.м.м. дар МБВ (SI) *вольт (В)* аст.

ҚУВВАИ МУХАРРИКАИ ЭЛЕКТРИКИИ ИЛҚОИ (электродвижущая сила индукции; induced electromotive force) — *қуваъи мухарикии электрикӣ*, ки онро майдони эл-кии гирдобии зодаи майдони магнитӣ таъйиребад ба вуч. меорад.

ҚУВВАИ ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ, ШИДДАТИ ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ (сила тока; current intensity) — миқдори *барқе* аст, ки аз бурҷи арзӣи ноқил дар 1с мезорад. Қ.ч. шиддати ҷараёни эл-киро таъсири меҳхад. Воҳиди Қ.ч. дар МБВ (SI) *ампер (А)* аст.

ҚУВВАҲОИ ГАЙР (сторонние силы, внешние силы; applied force) (дар электротехника) — ҳама гуна қуваъҳои ба зарраҳои ҳисмҳои барқаманд таъсиркунанда, ки на хоси майдони эл.-статикӣанду на хоси майдони эл-кии илқошуда (индуксияшуда). Қ.г. зарраҳои барқамандро андаруни маъбаҳои ҷараёни (*амбора*, батареи Галванӣ, генератори нерӯгоҳи барқ ва ғ.) ба ҳаракат меов-нд.

Қ.г. гуногунабътаанд — онҳо дар амбораҳо ва батареҳои Галванӣ таъсири кимёӣ доранду дар генераторҳо қуваъҳои маъз, ки аз тарафи майдони магнитӣ ба электронҳои ноқил дар ҳаракат таъсири меов-нд.

МАГНИТИЗМ (магнетизм; magnetism, аз юн. magnetis — магнит, оҳанрабо) — номи умумӣ рӯйдодҳои алоқ. бо *ҳамтаъсири* байни магнитҳо, байни *ҷараёнҳои электрикӣ* ва байни магнитҳои ҷараёнҳои эл-ки. Ин гуна таъсири дар байни зарраҳои барқаманд (электронҳо, протонҳо ва ғ.), ҷараёнҳои эл-ки ва инч. дар байни ҳисмҳои барқаманд ба вос. майдони магнитӣ сурат мегирад.

М. сабабгори пайдоиши майдонҳои магнитӣ, сабабгори руҳ д-и афрузишҳои рӯи Офтоб, тугёнҳои магнитӣи заминӣ ва падидаҳои диг-и магнитӣбушад мебошад.

МАГНИТ (магнит; magnet) — оҳанрабо, ҳисми соҳиби хосияти оҳанрабоидагӣ. Дар физика ва техника мафҳуми "магнити доимӣ" хеле серистеъмоҳ аст. Магнити доимӣ масъулотест, ки аз моддаи магнитӣ ба шакли наъл, ҳалқа, мила ва ғ. сохта ш-т ва *илқои магнитӣ*и худро нас аз баргараф к-и майдони магнитноқунанда мӯддати дурудароз ингоҳ дошта мет-д.

МАЙДОНИ МАГНИТӢ (магнитное поле; magnetic field) — фазое дар гирди ин ё он чиз, ки тавони магнитӣ дорад. Ба иб. диг., М.м. майдони қуваъгест, ки танҳо ба зарраҳои барқаманди дар ҳаракат (инг. *Барқ*), ба ноқилҳои ҷараёндог ва ҳисмҳои дорон хосияти оҳанрабоидагӣ таъсири меов-д.

МАКСВЕЛЛ (максвелл; maxwell, ба исми олими инг. Ч.Максвелл) (Мкс) — воҳиди сели магнитӣ дар *Маъмурии воҳидҳои СИ*. 1Мкс = 10^{-6} Вб (*вебер*).

МОЛ (моль; mole, иктисоран вожаи инг. *molecule*) (мол; моль; mol) — воҳиди миқдори модда дар МБВ (SI). 1 мол онқ. ҷирми (масса)-и бо гиришҳои ифодашудаи модда аст, ки ададан (адади гиришҳои) ба ҷирми молекулаи он модда баробар меояд. Ч-чи, 1 мол об 18 г об аст, зеро ин модда ҷирми молекулаи маъз 18 дорад. Ба иб. диг., 1 мол миқдори моддаест, ки адади ҷузъиёти сохтори он (атомҳо, молекулаҳо, ионҳо ва ғ.) ҳамчун адади атомҳои таркиби 12 г изотопи ^{12}C аст. Як моли ҳарг. модда ҳамон як миқдор молекулаҳо дар бар мегирад, он сон, ки 1 мол об $6,022 \cdot 10^{23}$ молекула дорад. Ин адад, ки бо N_A ишорат меш-д, *адади Авогадро* ном гири-т.

НИМНОҚИЛҲО (полупроводник; semiconductor) — моддаҳо (Si , Ge ...), ки ҳаҷми эл-қий онҳо дар ҳарорати ҳона қимате дорад дар байни ноқилияти **филлзот** (покилло) ва диэлектрикҳо. Н. дар ҳароратҳои паст ноқилияти эл-қий кам дорад. Лекин бо зиёд ш-и ҳарорат Н.-и онҳо (бар хилофи ноқилҳо) меафзояд. Хосиятҳои дигари Н. бо таъсири сели рӯшноӣ, сели зарраҳои баландсуръат, майдони эл-қий шадид, д.н.-и дар таркиби Н. каму зиёд к-и ғашҳо ва омилҳои диг. низ таъйир ёфта мет-нд. Маҳз ҳамин аст, ки ин моддаҳо ҷойи ист. бисёр дорад.

ПЛАЗМА (плазма; plasma, вожаи ҷн. *plasma* — [шакл]баста) — яке аз ҳолатҳои мода (дар баробари ҳолатҳои газӣ, сахтӣ ва моеъ). П. газӣ пурра ё қисман ионшуда аст, ки дар он зичии ҳаҷмии зарраҳои барқаманди мусбату манфӣ (яғн. *Барқа*) баробар аст. П. бо вучуде ки ба вос. каллиман "газ" таъриф дода меш-д, аз ҳарсе шакли асосии мавҷудияти моддаҳо ба куллия фарқ дорад. Қисми зиёди моддаҳои кайҳонӣ, бахусус моддаи ситораҳо (мас., Офтоб), ҳавон атрофи ситораҳо ва муҳити байни ситораҳо ва м.ш. маҳз дар ҳолати П.-гӣ вуч. дорад. Мафҳуми "П."-ро с.1929 бори нахуст олимони амриқоӣ И.Ленгмйур ва Л.Тонкс ба қор бурдаанд.

СЕЛИ МАГНИТӢ, СЕЛИ ЭЛҚОН МАГНИТӢ (магнитный поток, поток магнитной индукции; magnetic flux, induction flux), Φ — сели вектори **ЭЛҚОН МАГНИТӢ** (B) — аз тариқи ин ё он сатҳ гузарада. С.м.-и аз сатҳи S гузаралдари ҷунби \mathbf{v} ф. к мумк. аст (барои сели иҷтисса): $\Phi = \mathbf{B}_n S = \text{Возоз} \cdot S$, ки ин ҷо B_n соя (проекция)-и вектори B дар самти сели воҳидияи n ($n \perp S$) асту \mathbf{v} — қувҷи байни B ва n . Воҳиди С.м. дар **Магнуман воҳидҳои СГС максвелл** (Мкс) асту дар **МБВ** (SI) **вебер** ($Вб$).

Ум., С.м.-и аз тариқи ин ё он сатҳи маҳлуди S гузарада, баробар аст ба интеграл $d\Phi$ аз он сатҳ, яъне $\Phi = \int \text{Внд}S$. Ин интеграл барои сатҳи сарбаст сифрии аст ва як навъ далел аст, ки дар табиқат **бори магнитӣ** вуч. надорад.

ТАЪСИРОТИ МУТАҚОБИЛ — яғн. **Ҳамтаъсирот**.

ТЕСЛА (тесла; tesla, ба исми иштироқкори сербӣ Н.Тесла) (T ; T) — воҳиди **ЭЛҚОН МАГНИТӢ** дар **МБВ** (SI). $1T$ элқон магнитӣ аст, ки дар сурати воқеъӣ ш-и он сели магнитӣ аз масоҳати $1m^2$ гузарада $1Вб$ (**вебер**) хоҳад буд. $1T = 1Вб/m^2 = 1Н/(А \cdot м) = 10^4$ Гс (*гаусс*).

ФАЗ, ҲОД (фаза; phase, аз ҷн. *phasis* — зухур) — дараҷа ё зинаи муъайяни иҷтисшофи ин ё он рӯйдоди физикӣ (яғн. *Фаз* дар термодинамика).

ФАЗ дар термодинамика — ҳолати аз ҷиҳати термодинамикӣ мувозинатдори мода, ки аз ҳолатҳои мувозинатӣ диг., яъне аз фазҳои дигари имконпазирӣ ҳамон мода бо хосиятҳои физикӣ худ фарқ меш-д. Обе, ки дар зарфи маҳкам тахтаи фишори $-1,5$ ммHg ва ҳарорати $0,0075$ °C қарор дорад ва андирунаш пораҳои ғи дар ҳоли шини к ҳастанд, маҷбуръи термодинамикӣ аст, ки се Φ дорад — яке худӣ об, дигаре — ҳамма илпораҳо ва сеюм бухори об (саҳеҳтараш: омехтаи бухор ва ҳавои рӯи об).

ФАРҚИ ПОТЕНЦИАЛҲО (разность потенциалов; potential difference, electric potential) — яғн. **Шиддати электрия**.

ФАРОЗИНӢ (возгонка, сублимация; sublimation, volatilization) — гузарини бевосита мода аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати газӣ (яъне ин падида бе марҳилаи моеъ ш-и мода рӯй медиҳад).

ФИЛЛЗОТ (металлы; metals) — моддаҳои аз қабилҳои оҳан, тилло ё шукра (беш аз 80 унсурҳои кимёӣ ва миқдори зиёди x ғашҳо), ки дар шароити муқаррарӣ ноқилияти эл-қий ва гармоӣи зиёд ва як қатор хусусиятҳои дигари аз ҳамин гуна хусусиятҳои моеъҳои газҳо фарқкунанда дорад. Φ . ба сабаби бо **ҳаҷаҳои атомӣ** робитан суст доштани электронҳои берунишон он электронҳои бо осонӣ «аз даст дода», ноқил мусбат ба вуч. оварда мет-нд. Ҳамин аст, ки ҳар см³-и **шабакҳои қисмонӣ** Φ . то

10^{22} - 10^{23} *электрони озод дорад*. Сабаби ноқилияти зибд (10^6 - 10^4 Ом $^{-1}$ см $^{-1}$) доштаи Ф. низ дар ҳамин аст.

ФОТОН (фотон; photon) — зарраи нур.

ҲАЛО (вакуум; vacuum, лот. vacuum — холиги) — фазои холи аз ҳар чиз ва ҳарг. майдони физики. Дар амалия "Х." гуфта на Х.-и комил, балки фазои бегазери мефадмад, ки фишор дар он назар ба фишори ҳаво хеле паст аст.

Дар назария зарраҳои бунёди ҳолати квантӣ аз нигоҳи энергия бошарини майдон ё маҷмуъи майдонҳоро низ Х. мегуянд.

Лек аз нигоҳи физикаи охири а.ХХ "Х.-и физики" гуфта чизро фаҳмидаи мебо-яд, ки баъди аз он дур к-к тамоми ҳавою ҳама зарраҳо боқӣ мемонад, чизе боқӣ мемонад, ки зичии назар ба об тақр. 10^{95} бор зибд дорад ва аз он бо нурури замона ҳама чизҳои дигари Олам ҳаст меш-нд.

ҲАМРАФТ, ҲАМБУРД (конвекция; convection, аз лот. convectio — расондан) — аз як ҷо ба ҷои диг. нақл ш-и моддан мосъ ё газ дар шароити муъайян (ҷ-чи, дар сурати вуч. доштаи побарбарияи зичӣ ё ҳарорат). Х. гуногуноҳоро дорад:

Х.-и **озодона** дар майдони қувваи баъзния бо таъсири *қувваи архимедӣ* дар ҳоли вуч. доштаи ноҷисагии муҳит рӯй ме-д (кӯчинҳои амудия ҳаво ё мосъ);

Х.-и **маҷбурия** дар асар таъсири механика ба муҳит (ҳай к-и ҳаво ё мосъ дар дулаҳо, гардиш додани ҳавои хоно бо ин ё он восита ва м.иш.) рӯй ме-д;

Х.-и **муъқаблақдари** (капилляри) дар мосъе мушоҳида меш-д, ки сатҳи озод ва ба қад он сатҳи кашини сатҳияи гуи. дошта бошад.

ҲАМТАЪСИРОТИ БУЊИЯ, ТАЪСИРОТИ МУТАКОБИЛ (взаимодействие; interaction) — таъсири зарраҳо (ё ҷисмҳо) бо якд.

Мафҳуми "Х." бо мафҳуми "қувва" ("нерӯ") сахт печида аст.

Таъсири микродирги Х. (дар мезаникаи классикӣ) қ у в в а асту дар дараҷаи умумӣтар — эн-и потенциалӣ (эн-и вазъӣ). Дар ин бора аввалҳо ақидаи "таъсири дур" маъмул буд, ки гӯё Х.-и ҷисмҳои дур аз якд. воқеъшуда ба вос. фазои холи онан (дафъатан) рӯй ме-д. Аммо пешақи ҳақиқат пас аз кашфи *майдони электромагнитӣ* рӯшан гашт: Х.-и ҷисмҳои барқаманд (инг. *Барқ*) на онан ва на *бесосита*, балки бо суръати ниҳой (яъне бо суръати нур) ва ба вос. майдони эл.-магнитӣ нақл меш-д. Ин ақида "таъсири наздик" ном гир-т. Дар доираи ин ақида Х. ба вос. ин ё он майдон (ҷ-чи, қозлаби ҷаҳонӣ ба вос. майдони қозиб) сурат мегирад.

Х.-и дар табиъат рӯйдиҳандаро аз ҷаҳор навиъи зайл иб. медонанд:

Х.-и з у р (ё ҳастай), ки дар байни *кваркҳо* ном зарраҳо амал ме-д,

Х.-и э л е к т р о м а г н и тӣ, ки зарраҳои барқамандро бо якд. робита ме-д.

Х.-и с у с т, ки ҳама зарраҳоро ҳос аст ва

Х.-и ч о з и б а в я, ки дар байни ҳама гуна зарраҳои ҷирдор вуч. дорад.

Ин ҷо бояд илова кунем, ки солҳои 90-уми а.ХХ навиъи нанҷуми Х.-и бунёии гашф шуд, ки шоъд Х.-и и т т л о ʼ о т я (Х.-и информатсионӣ) ном бигирад.

ҲАРОРАТИ БУХРОНИ (критическая температура; critical temperature), t_{0x} — зибдтари ҳарорате, ки дар он мосъ бо бухори худ мувозинат дорад ва бартар аз он фарқи ҳаҷмҳои бухори сер ва мосъ нест меш-д. Ин ҳолат дар фишори муъайян ва ҳаҷми муъайян рӯй ме-дихад — онҳоро *фишори бухронӣ* (p_{0x}) ва *ҳаҷми бухронӣ* (V_{0x}) мегуянд. Бузургӣҳои t_{0x} , p_{0x} , ва V_{0x} параметрҳои бухронӣ ном гирфтаанд.

ҲОЛАТИ БУХРОНИ (критическое состояние; critical state) — ҳолате аз ҳолатҳои модда, ки дар он ҳосиятҳои *ду фази* гуногуни бо якд. мувозинатдори модда ба қуллаи ҳамгун меш-нд. Х.б. он гоҳ воқеъӣ мегардад, ки ҳарду фази "ҳамзӣ" сифатаи ҳамгун, мас., дорон *шабакаи ҷисмонӣ* менаманд ё ки дар шакли, мас., мосъ-бухор, мосъ-мосъ, газ-газ якгун (изотропияҳосият) бошанд.

ҲОЛАТҲОИ ВОГАРДИШИЯИ МОЛЛА, ҲОЛАТҲОИ ВОГАРДИШИ МОЛЛА (агрегатные состояния вещества; aggregation states of matter) (тақмили баъне, ки дар поёни

"Физика, 7" ом-т) — ҳолатҳои ҳамаи як модда (мас., об), ки гоҳи аз яқин онҳо ба дигараш гузаштани модда *энергияи озод*, яъне ба ҳосилшавиши дигари физикӣи модда ҳақиқатан тағйир меёбад. Ҳамаи об дар ҳарорати 0°C ва фишори 101325 Па як мебададу дар ҳарорати 100°C ҷуш омада, бухор меш-д, яъне модда (дар мисоли мо — об) дар се *X.в.* — сахт, моеъ ва бухор буда мет-д. Инг. тағйироти ҳолати моддаро *вогардиши фаза* (*ё* худ *фазгардиш*) номида мумкин аст (инг. *Фаз* дар термодинамика).

Ҳосилати дар *X.в.* будани моддаҳо бо он алоқ. аст, ки ҳаракати ҳарорати ва *дам-таъсири* атому молекулаҳои таркиби моддаҳо гувогуноҳи дорад:

1) атому молекулаҳои газҳо аз якд. дур-дуранд ва бо ҳам қариб асар надоранд. Ҳамаи аст, ки он зарраҳо қариб озодона ҳаракат карда, тамоми ҳаҷми ба "ихтиёрашон" воғузур шударо ишғол мек-нд.

2) дар моеъҳо ва ҷисмҳои сахт атому молекулаҳо дар наздикии бевоситаи якд. воқеъанд ва аз ин рӯ бо қувваи зиёде таъсири мутақобил мек-нд. Ҳамаи аст, ки моеъ (дар зарф) ва ҷисми сахт шакли муъайяни дорад. Аммо ин онг. маъни надорад, ки *гӯё* сохти моеъҳои ҷисмҳои сахт ҳамгун бошад. Не. Тарзи ҳаракати зарраҳои ин моддаҳо гун. аст: атомҳои ҷисмҳои сахт танҳо дар назди маъқулоҳои муъайяни худ (дар *шабакаи ҷисмонӣ*) ларзиш мек-ранд, ҳол он ки молекулаҳои моеъҳо дар баробари дар назди маъқулоҳои мувозинагии худ ларзиш хурдаи аз як ҳолат ба ҳолати диг. ҷаъта низ мет-нд.

Ҳолати дигари воғардиши модда — ҳолати ҷоруми модда *плазма* ном дорад.

ҶИГОЛИШ (конденсация; condensation, аз лот. *condensatio* — зич ш, ҷигул ш, галлз ш) — табдили модда аз ҳолати газӣ (бухор) ба ҳолати сахтӣ (гузариши фазаи навъи яқин). Танҳо дар ҳароратҳои пасттар аз *ҳарорати бӯхронӣ* рӯй мебахад ва падидаи баръакси *бухоршуд* аст.

Гоҳи рӯй додани *Ч.* гармон баробар ба ҳосили зарби масса (ҷирм)-и моддан ҷигулида *ш* ва гармон ҳосил бӯхоршуд *г* хорич меш-д: $Q = m\gamma$. Ҳам барфу борон ва ҳам барфаку шабнам д.и.-к ҷигулида *ш*-и бӯхори об дар ҳаво пайдо меш-нд.

Ч. ва бӯхоршуд дар гардиш хурдани об бағоят муҳимад. Ҷараёни *Ч.* ро барон ба ҷузъҳои таркиби *ё* ба ҷузъҳои покиза ҷудо к-н газӣ мураккаб аст, к мумк. аст.

ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ (электрический ток; electric current) — ҳаракати нигаронида (ҳаракати баниқон) и зарраҳои барқаманд — электроиҳо, ионҳо ва м.и.н. Ба сиф. самти *Ч.э.* самти ҳаракати зарраҳои мусбатбарқа (аз кутби мусбати манбаъ *сӯ*и кутби манфӣ) пазируфта ш-т (инг. *Барқа*). *Ч.э.* ба вос. *қувваи ҷараён* тавсиф дода меш-д.

ҶИЛБЕРТ (гильберт; gilbert, ба исми олимия ингл. У. Ҷилберт, 1544-1603) (*Ҷб*; *Гб*; *Gb*) — воҳиди *қувваи муҳаррикаи магнитӣ* дар *Манзуман воҳидҳои СИС*. $1\text{Гб} = 0,795775\text{ А (ампер)}$.

ШАБАКАИ ҶИСМОНӢ, **БУДҶРИНШАБАКА** (кристаллическая решетка; crystal lattice) — шабакаи ҳаҷмие дар ҷисми *булур*, ки дар сурати бо низоми давритақрошаванда ҷой гирифтани атомҳо *ё* ионҳо ба вуч. меояд. Нуқтаҳои ҷойгиришти атомҳо (ионҳо) ро *гиреҳои Ш.ч.* мегӯянд.

ШИДДАТИ (МАЙДОНИ) МАГНИТӢ, **қувваи магнитӣ** (*магнитное поле*; напряженность магнитного поля; magnetic intensity, magnetizing force), *H* — 6-гун векторие, ки майдои магнитиро тавсифи микродӣ мебахад, яъне тавсифи қуввагии майдон аст ва баробар аст ба нисбати бештари қимати гаштоваре, ки қоб. (рамка)-и ҷараёнҳои дар майдои магнитӣ ҷошударо гардиш мебахад, бар гаштовари магнитии ҷараёне, ки дар қоб ҷорӣ аст (инг. *Гаштовари қувва*). Воҳиди Ш.м. дар *Манзуман воҳидҳои СИС эрстед* (*э*) асту дар *МБВ* (*СИ*) — *ампер бар метр* (*А/м*). $1\text{А/м} = 4\pi \cdot 10^3\text{Э}$.

Ш.м. барои ноқили ростӣ ҷараёнҳои $H = 1/2nd$ (*I* — қувваи ҷараён, *d* — фосила то покил) асту барои нуқтаи марказии ҷараёни дойравии $H = 1/2r$ (*r* — радиуси печи

чараёнбор) ва барои нуқтаи марказии рӯи соленоид $H = nI$ (n — дарозии соленоид).

ШИДДАТИ ЧАРАЁНИ — инг. *Кувваи чараён.*

ШИДДАТИ (МАЙДОНИ) ЭЛЕКТРИКӢ, САХӢИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ (напряженность электрического поля; electric intensity, electric field strength), E — шиддати майдоии эл-кӣ дар ҷи ё он нуқтаи майдон. Ба иб. диг., Ш.э. нисбати қувваи дар ҷи ё он нуқтаи майдон ба барқани воҳиди таъсирунаанда F аст бар q -гӣи он барқа q : $E = F/q$. Дар муҳити ҳалло (вакуум) шиддати дар ҷи ё он нуқта офаридаи ҷанд зарраи барқа-манд ба ҷамъи ҳадиасӣи шиддатҳои зодан зарраҳои ҷудоғона баробар аст: $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$. Вектор (бурдор)-и E дар ҷи ё он нуқтаи майдон ба қуввае ҳамсамт аст, ки ба зарраи соҳиби барқани мусбати нуқтагӣи бедаракати дар ҳамон нуқта воқеъшуда таъсир меорад. Воҳиди Ш.э. *вольт* бар метр (V/m) ва *ампер* бар *кулон* (N/C) аст.

Майдоии эл-кӣро ба вос. потенциал низ тавсиф д. нмк. дорад. Дар сурати аз ҷи нуқта то нуқтаи диг. бо суръати dV/dx тағйир хурдани потенциални ҷи ё он нуқтаи майдон Ш.э. ҷунин ёфта меш-д: $E = -dV/dx$.

ЭЛЕКТРО... (электро...; electro..., аз *electricity*, аз юн. *electron* — қахрабо омада) ҷузъе дар каллимаҳои мураккаб, ки бо *барқ* (электр) алоқ. б-и онҳоро иф. меш-д.

ЭЛЕКТРОЛИЗ (электролиз; electrolysis, юн. *lysis* — таҷзия, коҳиш) — фароянди таҷзия (ҷузъ-ҷузъ) ш-и моеъ (*электролит*) ба ҷузъҳои кимиёӣи он д.н.-и аз таркиби моеъ ҷорӣ гардонидани чараёни эл-кӣ. Э. аз ҳисоби эн-и чараёни эл-кӣи доимӣ ва эн-и тағйироти кимиёӣи рӯйи меш-д. Д.н.-и сӯи *анод* ҳаракат к-и нонҳои манфии электролит (*катод*) ва сӯи *катод* ҳаракат к-и нонҳои мусбати (*катод*) дар анод нонҳо ё молекулаҳои таркиби электролит (ё таркиби худ) анод оксид меш-нд; дар катод бошад, нонҳо ё молекулаҳои электролит барқарор гардида, маҳсулоти нав ба вуч. меорад. Ях роҳи ҳосила к-и бисёр филизот, водород, хлор, ишқорҳо ва м.иш. маҳз бар истифодаи Э. асос ё-т.

ЭЛЕКТРОЛИТ (электролит; electrolyte, *электро...* ва юн. *lytos* — таҷзияшав, ҳалшав) — моддаҳои моеъ ё сахт (ва ё маҷмӯи ин ҳарду), ки ин ё он миқдор *ион* дорад ва аз таркиби худ ҷорӣ б-и чараёни эл-кӣро нмкони. мегардонад. Маҳлулҳои намакҳо, турушаҳо, баъзе намакҳои сахт ба ҷумлаи Э.-ҳо мансубанд.

ЭЛЕКТРОНҲОИ ОЗОД (свободные электроны; free electrons) — электроноҳое дар *моддаи будургенсолтор*, ки бо таъсири майдоии эл-кӣи озодона ҳаракат карда меш-нд. Электрон агар дар соҳани валентӣи қисман нуршуда воқеъ гардида бошад, дар асари майдоии эл-кӣи мет-д, ки шитоб гирифта, озод шавад ва дар офариниши чараёни эл-кӣи ҳисса бигзорад.

ЭНЕРГИЯИ ДОХИЛИИ ҷисм (внутренняя энергия; internal energy) — ҷамъи эн-и ҳаракати ҳароратӣи ҳамма зарраҳои таркибидиҳандаи ҷисм (атомҳо, молекулаҳо, нонҳо ва г.), эн-и *ҳамтаъсири* ин зарраҳо, эн-и дохилиҳастаи, эн-и кишири электронии атомҳо ва г. Ба иб. диг., Э.д. ҳамма эн-ҳои ҷисм аст ба ҷуз эн-и кинетикӣи он (ё худ эн-и кинетикӣи алоқ. бо маркази массавӣи ҷисми том) ва эн-и потенциалӣи ҷисм дар майдонҳои беруна. Дар таркиби "Э.д." пешваиди "эн" мазмуни "ғунҷойиш", "ҷизи даруни ..." дораду решаи каллима "эрг" ба маънои "қор" меояд. Э.д. танҳо ба ҳолати дохилии ҷисм алоқ. аст.

ЭНЕРГИЯИ ОЗОД (свободная энергия; free [available] energy) (дар термодинамика) — он ҳиссаи эн-и системаи физикӣи муоҷиҷашаванда, ки ба қор бадал шуда меш-д.

ЭРСТЕД (эрстед; oersted, ба исми олими данмаркӣи Х.К.Эрстед) (Э; Oe) — воҳиди шиддати (майдоии) электрикӣи дар *Манзумаи воҳидҳои СИ*. 1Э шиддати (майдоии) электрикӣест, ки он дар ҳалло *яққои магнитӣ* (индуксияи магнитӣ)-и 1Гс (*гаусс*) ба вуч. меоварад. 1Э = $(1/4\pi) \cdot 10^3$ А/м = 79,5775 А/м.

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 потенциалӣ	17
2.3. Энергияи кинетикӣ	21
2.4. Табдили як навъи энергияи механикӣ ба навъи дигар	24
2.5. Энергияи оби раво	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. Гармонокӣ	40
3.5. Конвексия	43
3.6. Мисолҳои конвексия	46
3.7. Тобиш (нурафканӣ)	47
3.8. Миқдори гармо. Гармигунҷоиши хос	50
3.9. Воҳидҳои миқдори гармо ва гармигунҷоиши хос	53
3.10. Мизони миқдори гармо	55
3.11. Калориметр	58
3.12. Энергияи сӯзишворӣ. Гармои сӯзиши сӯзишворӣ	61
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	64
Боби 4. Васеъшудӣ ҳароратӣ	67
4.1. Васеъшудӣ ҳаттии ҷисмҳои сахт	67
4.2. Лавҳаҳои дуфилизӣ (биметалӣ)	71
4.3. Васеъшудӣ ҳароратии ҳаҷми ҷисми сахт	73
4.4. Васеъшудӣ 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 воғардиши (ҳолатҳои агрегати)-и моддаҳо	87
5.1. Ҳолатҳои воғардишии моддаҳо	87
5.2. Гудозиш	88
5.3. Сахтшудии моддаҳои булӯринсохтор (моддаҳои кристаллӣ)	91
5.4. Гармои хоси гудозиш	92
5.5. Хориҷ гардидани гармо ҳангоми сахт шудани моддаҳо	95
5.6. Хӯлаҳо. Сахтшудии маҳлулло.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 Яхдон	106
5.11. Чӯшиш	107
5.12. Кори газ ва бухор ҳангоми васеъ шудан	110
5.13. Муҳаррикҳо (моторҳо)-и бухорӣ	111
5.14. Муҳаррикҳои дарунсӯз	113
5.15. Самари муҳаррикҳои ҳароратӣ	115
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала	117
Боби 6.1 Барқ (электр) 1.	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 куввагии 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. 2 Барқ (электр). 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 кимиёвии ҷараёни электрикӣ, Батарей Волта -----	161
7.7. Батарей Даниел -----	164
7.8. Батарей хушк -----	168
7.9. Анбора (аккумулятор) -----	169
7.10. Занҷири электрикӣ ва қисмҳои он -----	172
7.11. Ҷараёни электрикӣ дар филизот (металлҳо) -----	174
7.12. Ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо -----	175
7.13. Қувваи ҷараён -----	177
7.14. Қонуни Ом барои қитъаи занҷир, Муқовимати ноқил -----	181
7.15. Муқовимати хос -----	184
7.16. Вобастагии муқовимати ноқилҳо ба ҳарорат -----	188
7.17. Резистор, Реостат -----	191
7.18. Пайвасти пайдарпайи ноқилҳо -----	193
7.19. Пайвасти мувозӣ (пайвасти паралелӣ)-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. Тавони ҷараёни электрикӣ -----	214
7.25. Асбобҳои тафсониши электрикӣ -----	218
7.26. Расиши кӯтоҳ, Муҳофизак, Ҳисобгирак -----	221
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	223
Боби 8. Магнетизм -----	228
8.1. Хосияти магнитии моддаҳо, Магнити дойимӣ -----	228
8.2. Майдони магнитӣ -----	230
8.3. Майдони магнитии Замин -----	233
8.4. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор -----	234
8.5. Майдони магнитии ноқили ҷараённоки дойирашакл -----	238
8.6. Селеноид -----	242
8.7. Электромагнит ва истифодаи он -----	244
8.8. Таъсири майдони магнитҳои ба ноқили ҷараёндор -----	248
8.9. Ҳамтаъсири майдони магнитии ду ноқили ҷараёндори мувозӣ (паралелӣ) -----	250
8.10. Қоби ҷараёндор дар майдони магнитӣ -----	253
8.11. Асбобҳои элетросанҷӣ -----	255
8.12. Матор (муҳаррик)-и электрикӣ -----	256
Масъалаҳои тестӣ ва чанд масъала -----	257
Корҳои лабораторӣ -----	260

ФИЗИКА

СИНФИ 8

барои мактабҳои таҳсилоти ҳамагонӣ

*Муҳаррир Ҳомидҷони Сайёди
Тарроҳ, рассом, саҳифабанд ва
Муҳаррири ороиш Ф. Нормурод*

Ба ҷопаш 22.08 имзо шуд. Андозааш 60X84 1/16. Қоғази
офсет.

Ҷопи офсет, ҳаҷмаш 17,5. Ҷузъи нашрию ҳисобӣ 15,7.

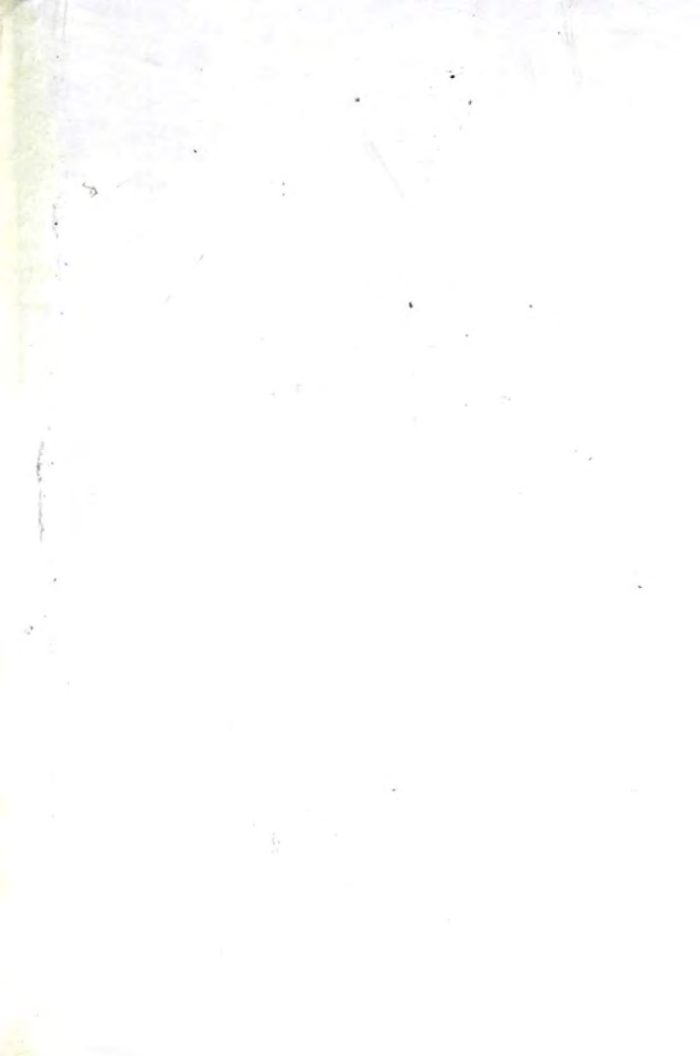
Супориши № 264.

Адади нашр 30 000 нусха.

Муассисаи нашриявии «Маориф ва фарҳанг»-и Вазорати фарҳанги
Ҷумҳурии Тоҷикистон. 734018, ш. Душанбе, кӯчаи Н. Қарабоев, 17.
Тел: 33-95-63, тел/факс: 33-93-97. E-mail najmidin @ netrt. org

Ҷамъияти саҳҳомии «Матбуот»-и Вазорати фарҳанги
Ҷумҳурии Тоҷикистон

734025. Душанбе, хиёбони Рудаки, 37





МУАССИСАИ НАШРИЯВИИ
"МАОРИФ ВА ФАРҲАНГ"



ҶСШК "МАТБУОТ"