

ФИЗИКА 10

МЕХАНИКА

КИНЕМАТИКА

ДИНАМИКА

ҚОНУНҲОИ БАҚО ДАР МЕХАНИКА

СТАТИКА ВА ГИДРОДИНАМИКА

ЛАППИШҲО ВА МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ

АСОСҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

ҚОНУНҲОИ ҶАРАӢНИ ДОИМӢ

ҶАРАӢНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

Китоби дарсӣ барои синфи 10 муассисаҳои таълими миёна

Вазорати таълими халқии Республикаи Ўзбекистон тасдиқ кардааст

нашри 1

ТОШКАНД–“NISO POLIGRAF”–2017

УЎК: 53(075.3)

КБК 22.3я721

Ф69

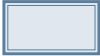


Муаллифон:

- Н. Ш. Турдиев** – Механика, боби IV. “Статика ва гидродинамика”, боби VII. “Қонунҳои ҷараёни доимӣ”, боби IX. “Ҷараёни электрикӣ дар муҳитҳои гуногун”;
К. А. Турсунметов – боби V. “Лаппишҳо ва мавҷҳои механикӣ”;
А. Г. Ғаниев – боби III. “Қонунҳои бақо дар механика”, боби VI. “Термодинамика”;
К. Т. Суяров – боби I. “Кинематика”, боби VII. “Электродинамика”;
Ж. Э. Усаров – боби II. “Динамика”, боби V. “Лаппишҳо ва мавҷҳои механикӣ”;
А. К. Авлиёқулов – боби III. “Қонунҳои бақо дар механика”, боби VI. “Термодинамика”.

Муқарризон:

- Ш. Усманов** – ходими калони илмии Институти физикӣ-техникии АФ Республикаи Ўзбекистон, н.ф.ф.-м;
Б. Нуриллаев – мудири кафедраи УПДТ ба номи Низомӣ, дотсент, номзади фанҳои педагогӣ,
З. Сангирова – сарметодисти МТР,
Б. Саидхўжаева – муаллимаи фанни физикаи мактаби рақами 5-уми ноҳияи Пискенти вилояти Тошканд, ходими шоистаи таълими халқи Ўзбекистон
Ф. Норқобилов – муаллими мактаби рақами 303-юми и ноҳияи Сергелии шаҳри Тошканд,
З. Тачибаева – муаллимаи коллеҷи тиббии ба номи П. Ф. Боровский,
Н. Бердирасулов – муаллими мактаби рақами 104-уми ноҳияи Сергелии шаҳри Тошканд.

АЛОМАТҲОИ ШАРТӢ:

- | – таъриф ба бузургиҳои физикӣ, қонунҳои асосӣ;
-  – формулаҳои муҳим;
- * – ин мавзӯҳо ба хонандагони шавқманди чуқуромӯзии физика пешбинӣ шудааст;
-  – қори амалии аз тарафи хонанда иҷро кардашаванда;
-  – пас аз хонда баромадани матни мавзӯ, ба саволҳои гузошташуда ҷавоб диҳед;

Аз ҳисоби маблағҳои Бунёди мақсадноки китоби республика ҷоп шудааст

ISBN 978-9943-4868-0-5

© Н. Ш. Турдиев ва дигарон. 2017
© Нашриёти “Niso Poligraf”
(оригинал макет), 2017

МЕХАНИКА

Мавзӯи 1. МЕТОДҲОИ ТАДҚИҚОТИ ФИЗИКА

Дар физика ҳангоми омӯзиши ҷараён ва ҳодисаҳои дар табиат буда методҳои ба худ хоси тадқиқоти мавҷуд аст.

Физика фани эксперименталӣ ҳисоб меёбад. Аз ин рӯ ҷараёни таҷрибагузаронӣ шароити алоҳида талаб мекунад. Барои ин ба ҷараёни омӯхта шудаистода таъсири беруна накарданаш зарур аст.

Бидуни ин, вобастагии байни параметрҳои физикии ба ҷараёнҳо тааллуқдошта ба воситаи математика ифода меёбад. Аз ин рӯ физикҳо ба баёни басо аниқи рафти ҷараёнҳои пасоянд ё пештар шудагузашта муваффақ шудаанд. Физики бузурги италийӣ Галилео Галилей ин тавр навишта буд: барои фаҳмидани “китоби табиат” забони навишти онро доништанат лозим. Ин забон – математика аст.

Барои бисёр ҳодисаҳои мушоҳида кардашуда як қонуниятҳои муҳим мавҷуд буданаш тахмин карда мешавад. Ин гуна тахминҳо *гипотезаи илмӣ* номида мешавад.

Барои санҷидани гипотеза олимони таҷриба (эксперимент) мегузаронанд. Барои ин шароити *маҳсули ба шароити* табиӣ наздик ҳосил мекунанд.

Оиди шаклдиҳии гипотеза ва гузаронидани эксперимент, инчунин фаҳмонидани натиҷаҳои он *моделӣ* ҷараёни мазкур ё ҳодиса сохта мешавад. Ҳангоми гуфтани модели ягон ҷараён ҷиҳатҳои муҳими содда кардашуда ва ба тартиб андохташудаи онро, ки ҷудо намуда нишон дода шудааст, мефаҳманд. Барои ин ба сифати мисол мафҳумҳои нуқтаи материалӣ ва гази идеалиро гуфтан мумкин.

Дар ҷараёни гузаронидани таҷриба аз таъсирҳои беруна пурра ҳалосшавӣ имкон надорад. Барои ин нигоҳ накарда, дар *шароити идеалӣ* чӣ гуна натиҷа баромаданаширо дар асоси натиҷаи гирифташуда гуфта додан мумкин аст. Ин гуна идеал вазъияти идеалӣ, *идеаликунии илмӣ* номида мешавад. Айнан ҳамин ҳодисаҳо ҳангоми аз берун нигоҳ кардан мураккаб намояд ҳам, лекин қонунҳои онҳо иттиҳодкунанда содда буданаширо нишон медиҳад.

Агар гипотеза оиди рафти чараёнҳои физикӣ тасдиқ шавад, он ба қонуни физикӣ табдил меёбад.

Мазмуни асосии механикаро се қонуни аз тарафи олими бузурги англис Исаак Нютон ифодакарда: қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ, қонуниятҳо доир ба қувваҳои чандирӣ ва соиш ташкил медиҳад. Барои чараёнҳои газ қонунҳои ифодакунандаи вобастагии байни фишор, ҳаҷм ва ҳарорати он ёфта шуданд. Қувваҳои мутақобили байни зарраҳои зарядноки ором мавҷуда ба қонуни аз тарафи олими франсавӣ Шарл Кулон кашфнамуда итоат мекунад.

Маҷмӯи қонунҳои ҳодисаҳои басо зиёдеро дарбаргиранда *назарияи илмӣ* номида мешавад. Масалан, қонунҳои Нютон назарияи механикаи классикиро ташкил медиҳад. Қонунҳои аз тарафи физики англис Д.К. Максвелл бунёд кардашуда доир ба электромагнетизм мазмуни назарияи классикиро ташкил медиҳад.

Назарияи илмӣ дар дохили худ якҷоя бо қонунҳо таърифҳои бузургиҳои физикӣ ва мафҳумҳои мавриди бунёди ин қонунҳо истифода шударо дарбар мегирад.

Муҳимтаринаш ин аст, ки бояд тамоми бузургиҳои, ки дар назарияи физикӣ муайян кардан лозим аст, дар *таҷриба чен карданишон* дастрас бошад.

Тамоми қонунҳои физикӣ ва назарияҳо ба ҳақиқат бояд наздик бошанд. Чунки ҳангоми офаридани назария ҳар доим аз модели чараён ва ҳодисаҳо истифода мебаранд. Бинобар ин, *истифодаи* қонун ва назария *сарҳад* дорад. Масалан, қонунҳои механикаи классикӣ фақат барои ҷисмҳои суръаташон аз суръат рӯшноӣ басо хурд дуруст аст. Ин дар суръатфизии (сиклотрон) зарраҳои элементарӣ исбот шудааст. Механикаи классикӣ, инчунин ҳаракати зарраҳои массаашон басо хурдро (электрон) дуруст ифода карда наметавонад.

Назарияҳои аз нав ёфташудаи физикӣ назарияи пештараро инкор намекунад, пурра ва сахтар мекунад. Яке аз талабҳои муҳими ба назарияи нави физикӣ гузашташуда *принсипи мувофиқӣ* аст. Ин ҳаминро ифода мекунад, ки назарияи нав бо назарияи ибтидоӣ мувофиқ омаданиш лозим.



1. *Аз чӣ сабаб дар назарияи физикӣ тамоми бузургиҳо дар таҷриба ченшаванда буданишон лозим?*
2. *Гипотеза кай ба қонуни физикӣ табдил меёбад?*

Боби I. КИНЕМАТИКА

Мавзӯи 2. НАМУДҲОИ ҲАРАКАТИ МЕХАНИКӢ. ПРИНЦИПИ МУСТАҚИЛИИ ҲАРАКАТ

Шумо дар синфи 7 бо ҳаракати механикии гуногун шинос шудаед. Онҳоро як ба як хотирнишон мекунем:

1. Ҳаракати ростхаттаи мунтазам. Дар ин гуна ҳаракат, траекторияи ҳаракати ҷисм аз хати рост иборат аст. Бузургии суръати ҳаракат ва самти он тағйир намеёбад. Роҳи тайшуда бо формулаи $s = v \cdot t$ муайян карда мешавад.

2. Ҳаракати ростхаттаи номунтазам. Дар ин гуна ҳаракат, траекторияи ҳаракати ҷисм аз хати рост иборат аст. Бузургии суръати ҳаракат тағйир меёбад, лекин самташ тағйир намеёбад. Роҳи тайшуда бо формулаи $s = v_m \cdot t$ муайян карда мешавад. Дар ин ҷо v_m – суръати миёнаи ҷисм.

3. Ҳаракати ростхаттаи мунтазам тезшаванда (камшаванда). Дар ин гуна ҳаракат траекторияи ҳаракати ҷисм аз хати рост иборат аст. Бузургии суръати ҳаракат мунтазам зиёд (кам) шуда меравад, яъне дар вақтҳои баробар ба як хел бузургӣ зиёд (кам) шуда меравад, лекин самташ тағйир намеёбад. Роҳи тайшуда бо формулаи $s = v_0 \cdot t \pm \frac{at^2}{2}$ аниқ қарда мешавад (ишораи “+” мунтазам тезшаванда дар ҳолати, $a > 0$), ишораи (“–”) мунтазам камшаванда дар ҳолати ($a < 0$) гузашта мешавад.

4. Ҳаракати гирдхаттаи мунтазам. Ба сифати ҳолати хусусии ҳаракати гирдхатта ҳаракати мунтазам аз рӯи давраро гирифтани мумкин. Дар ин гуна ҳаракат самти суръат ҳам вақт бефосила тағйир ёфта, самти ба траектория чун расандаро дорад. Параметрҳои асосии ҳаракат: v – суръати хаттӣ; ω – суръати кунҷӣ; T – даври гардиш; ν – басомади гардиш; S_k – дарозии камон; s – роҳи тайшуда.

Ҳаминро гуфтан лозим, ки дар ҳаракати дар боло зикр ёфта, ҳолатҳои иштироки ҷисм фақат дар як ҳолат омӯхта шудааст. Дар ҳаёт дар як вақт ҷисм дар якҷанд ҳаракат иштирок мекунад.

Масалан, киштии дар дарё шино кардаистода, одами дар дохили ва- гони поезд ҳаракат кардаистода, бори аз самолёти паридистода партоф- ташуда ва ғайраҳо. Дар ин ҷо киштии дар дарё ҳаракаткунанда бо сабаби қувваи кашиши муҳаррики худ дар як самт бо суръати v_1 ҳаракат кунад, об бошад онро бо суръати v_2 дар самти ҷоришавӣ ба ҳаракат меорад.

Ҳамин гуна савол пайдо мешавад. Суръати v_1 – и қувваи кашиши муҳаррики киштӣ дода оё ба суръати ҷоришавии оби дарё вобаста аст? Оё вақти афтиши бори аз самолёти паридистода партофташуда ба суръати самолёт вобаста аст?

Таҷрибаҳо ҳаминро нишон медиҳад, ки суръати киштӣ ба суръати ҷоришавии дарё, вақти афтиши бори аз самолёт партофташуда аз суръати самолёт вобаста нест!

Ин ҷо чунин хулоса бармеояд.

Ҳаракатҳое, ки ҷисм иштирок дорад, мустақил буда, суръати (шиктоби) ҳаракати онҳо ба якдигар вобаста нест. Инро принсипи мустақилии ҳаракат мегӯянд.

Бинобар ин ба ҳаракати дилхоҳи мураккаб чун суммаи ҳаракатҳои оддӣ назар кардан мумкин. Ин ҳаракатҳо ба якдигар таъсир намерасонад. Яке аз онҳо каме ҳаракати худро тағйир диҳад ё тамоман қарор ёбад, ин ба дигарон таъсир намебахшад. Айнан дар асоси ҳамин принсип бузургҳои вектории ҷараёнҳоеро, ки мо омӯхта истодаем, ба ташкилдихандаҳои алоҳида ҷудо мекунем. Проексиякунии онҳо низ ба тирҳои координатӣ ба ҳамин принсип асос карда шудааст. Векторҳои суръатро ҳамчунин намуда, суръати натиҷавиро ҳосил кардан ҳам ҳамин тавр аст. Дар асоси ин барои ҳаракати ҷисми дар якҷанд ҳаракат иштирокдор ифодаҳои зайлро менависем:

$$\begin{aligned}\vec{s}_{\text{умум.}} &= \vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \vec{s}_3 + \dots + \vec{s}_n, \\ \vec{v}_{\text{умум.}} &= \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n \\ \vec{a}_{\text{умум.}} &= \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \dots + \vec{a}_n\end{aligned}\tag{1.1}$$

$$\vec{s} = \vec{s}_0 + \vec{v}_{\text{умум.}} t + \frac{a_{\text{умум.}} t^2}{2}.$$

Проексияи ин бузургҳо дар тирҳои x ва y бо равиши мувофиқ чунин мешавад:

$$s_x = s_{0x} + v_x t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad s_y = s_{0y} + v_y t + \frac{a_y t^2}{2}. \quad (1.2)$$

Намунаи ҳалли масъала

Суръати теплоход дар оби ором 70 км/соат. Вай бо самти ҷоришавии об ҳаракат карда масофаи байни ду бандар, ки 36 км аст, дар чанд вақт тай мекунад? Суръати ҷоришавии дарё 2 км/соат аст.

| | |
|--------------------------------|---|
| Дода шуда аст: | Формулааш ва ҳалли он: |
| $s = 36$ км | $s = v \cdot t; \quad v = v_{\text{теп.}} + v_{\text{дарё}}$ |
| $v_{\text{теп.}} = 70$ км/соат | $s = (v_{\text{теп.}} + v_{\text{дарё}}) \cdot t;$ |
| $v_{\text{дарё}} = 2$ км/соат | $t = \frac{s}{v_{\text{теп.}} + v_{\text{дарё}}}; \quad t = \frac{36}{(70+2)} \frac{\text{км}}{\text{км/соат}} = 0,5$ соат. |
| Ёфтани лозим | Ҷавобаш: 0,5 соат. |
| $t = ?$ | |



1. Дар кадом ҳолатҳо вектори суръат ба ташиқилдиҳандаҳо ҷудо карда мешавад?
2. Принципи мустақилии ҳаракат аз чӣ иборат аст?
3. Аз чӣ сабаб ҷисм дар якҷанд ҳаракат иштирок карда истода бошад ҳам, ҳаракатҳо ба якдигар таъсир намерасонад?

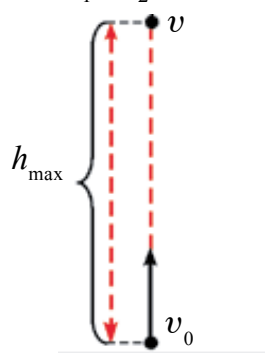
Мавзӯи 3. ҲАРАКАТИ АМУДИИ ҶИСМҲО

Ягон ҷисмро дар дастамон дошта истода, сипас онро сар диҳем, ҷисм дар натиҷаи таъсири қувваи ҷозиба рост ба сӯи сатҳи замин ҳаракат мекунад. Ин гуна ҳаракати ба *наст равонаи ҷисм ҳаракати амудӣ* (вертикалӣ) номида мешавад. Бо ин гуна ҳаракатҳо дар синфи 7 шинос шудаед. Дар ин мавзу онро аз нуқтаи назари принципи мустақилии дида мебароем.

Ҳангоми ҳаракати амудии ҷисм ба он якто ё якҷанд қувваҳо (қувваи вазнинӣ, қувваи муқовимати ҳаво, қувваи Архимедӣ) таъсир мекунад. Мавриди ҳаракати ҷисм ба боло амудӣ бо мақсади соддатар намудани масала қувваи муқовимати ҳаво ва қувваи Архимедиро ба ҳисоб намегирем.

Ҷисмро дар ҳолати амудӣ бо суръати ибтидоии v_0 ба боло партофта ҳаракати онро мушоҳида мекунем (расми 1.1). Агар ҷисм фақат бо ин суръати v_0 ба боло ҳаракат мекард, вай дар фосилаи вақти t ба баландии $h_1 = v_0 \cdot t$ бардошта мешуд. Аммо бо таъсири қувваи ҷозибаи

замин баландии болоравии ҷисм дар ин фосилаи вақти t ба $h_2 = gt^2/2$ кам мешавад. Дар ин ҳол баландии мумкинбудаи болоравии ҷисм ба $h = h_1 - h_2$ баробар мешавад, яъне муодилаи ҳаракати ҷисм ба воситаи



Расми 1.1.

$$h = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (1.3)$$

ифода карда мешавад.

Ҳаракати ҷисми ба боло амудӣ партофташуда ҳаракати мунтазам камшаванда аст.

Суръати ҷисм пас аз вақти t бо ёрии ифодаи

$$v = v_0 - gt \quad (1.4)$$

аниқ карда мешавад. Ҷисм ҳангоми ба нуқтаи баландтарини болоравӣ расидан меистад ($v = 0$) ва ба поён амудӣ ҳаракати худро сар мекунад.

Тарафи чапи ифодаи (1.4)-ро ба нол баробар намуда, ба ифодаи вақти болоравии ҷисм соҳиб мешавем:

$$t_0 = \frac{v_0}{g}. \quad (1.5)$$

Баландии максималии болоравии ҷисм ифодаи зайл мешавад:

$$h = \frac{v_0 t_0}{2} = \frac{gt_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}. \quad (1.6)$$

Дар шароити то дараҷаи ба ҳисобнагирӣ хурд будани муқовимати ҳаво вақти болоравии ҷисм ба вақти афтиши он баробар мешавад, яъне: $t_0 = t_a$. Ҳамчунин, ҷисм бо кадом суръат ба боло амудӣ партофта шуда бошад, вай ба ҷои ибтидоии худ бо ҳамон суръат дар бозгашт меафтад.

Ҳаракати ҷисми ба поён амудӣ партофташуда аз ҳаракати мунтазам тезшаванда иборат аст. Дар он ҳол суръати ояндаи ҷисм пас аз вақти t бо ёрии ифодаи

$$v = v_0 + gt \quad (1.7)$$

муайян карда мешавад. Муодилаи ҳаракати ҷисми амудӣ ба поён партофташударо чунин менависем:

$$h = v_0 t_a + \frac{gt_a^2}{2}. \quad (1.8)$$

Бори аввал қонуниятҳои ҳаракати амудии ҷисм аз тарафи олими бузурги италийӣ Г. Галилей дар асоси таҷрибаҳо омӯхта шудааст. Дар асоси таҷрибаҳои гузаронидашуда, дар афтиши амудии ҷисмҳо ду қонуният буданаш аниқ карда шуд. Якум ин, ки афтиши амудии ҷисмҳо аз ҳаракати ростхаттаи мунтазами тезшаванда иборат аст, дуюм ин, ки ҳамаи ҷисмҳо мавриди афтиши озод собитшито ҳаракат мекунад.

Афтиши озоди ҷисм ин ҳаракати ростхаттаи мунтазами тезшаванда буданаш ба ҳисоб гирифта шавад, ба ин ҳаракат ҳам тамоми муодилаҳои ҳаракати ростхаттаи мунтазами тезшаванда ҳам ҷой дорад, фақат дар онҳо шито a -ро бо шитоби афтиши озод g ; роҳ s -ро бо баландӣ h иваз намудан лозим. (ҷадвали 1).

Афтиши озод, ин ҳаракати мунтазам тезшаванда (ҷисми ба боло партофташуда мунтазам камшаванда) буданаш суръати миёнаи ҷисм бо ёрии ифодаи зерин ёфта мешавад:

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}. \quad (1.9)$$

Намунаи ҳалли масъала

1. Суръати ибтидоии ҷисми аз баландии 20 м озод афтидаистода 15 м/с аст. Суръати ба замин бархӯрии он ба чӣ баробар аст?

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Дода шуда аст: $h = 20 \text{ м}$ $v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ | Формулаш: $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ | Ҳалли он: $v = \sqrt{(15^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ |
| Ёфтан лозим $v = ?$ | | Ҷавобаш: $25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. |

Ҷадвали 1

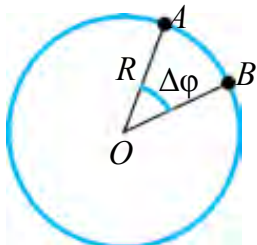
| Муодилаҳои ҳаракати мунтазам тезшаванда | Муодилаҳои ҳаракати афтиши озод |
|---|---|
| $v = v_0 + at$ агар $v_0 = 0$ бошад, $v = at$ | $v = v_0 + gt$ агар $v_0 = 0$ бошад, $v = gt$ |
| $s = v_0 t + \frac{at^2}{2};$ агар $v_0 = 0$ бошад, $s = \frac{at^2}{2}$ | $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2};$ агар $v_0 = 0$ бошад, $h = \frac{gt^2}{2}$ |

| | |
|--|--|
| $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ | $h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$ |
| Агар $v_0 = 0$ бошад, $v = \sqrt{2as}$ | Агар $v_0 = 0$ бошад, $v = \sqrt{2gh}$ |

- ❓ 1. Ҳаракати ҷисми ба боло амудӣ партофташуда аз чӣ гуна ҳаракатҳои мустақил иборат аст?
2. Дар муодилаи ҳаракати ҷисми амудӣ ба боло партофташуда аз чӣ сабаб шитоб бо ишораи минус гирифта шудааст?
3. Ҳангоми болоравии ҷисм оё шитоби он тағйир меёбад?

- ✍️ 1. Иббот кунед, ки вақти болоравӣ ва вақти афтиши ҷисми ба боло амудӣ партофташуда баробар аст.
2. Ҷисм бо кадом суръат ба боло партофта шавад, ба ҷои аввалаи худ бо ҳамон суръат афтиданаширо иббот кунед.

Мавзӯи 4. ҲАРАКАТИ НОМУНТАЗАМ АЗ РӯИ ДАВРА. ШИТОБИ КУНЧӢ. ШИТОБИ ТАНГЕНСИАЛӢ



Расми 1.2.

Шумо бо ҳаракати мунтазам аз рӯи давра дар синфи 7 шинос шудаед. Дар мавзӯи мазкур ҳаракати номунтазам аз рӯи давраро меомӯзем. Бузургиҳои физикии тааллуқи ҳаракати мунтазам аз рӯи давраро ба хотир меорем (расми 1.2).

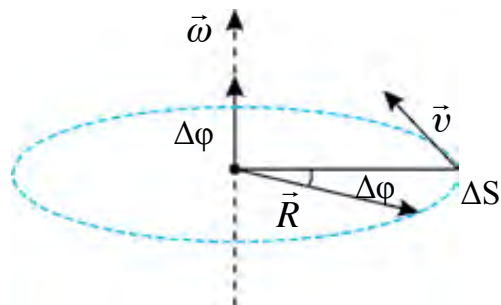
1. Ҳангоми ҳаракати мунтазами нуқтаи материали аз рӯи давра бузургии аз ҷиҳати қимати ададӣ ба роҳи дар воҳиди вақт тайнамуда баробар буда, суръати хаттӣ номида мешавад ва чун зайл ифода меёбад.

$$v = \frac{\tilde{S}_{AB}}{t}. \quad (1.10)$$

2. Дар ҳаракати мунтазам аз рӯи давра нисбати кунҷи гардиши радиуси он бар вақти ба ҳамин гардиш сарфшуда суръати кунҷӣ номида мешавад:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}. \quad (1.11)$$

Суръати кунҷӣ ҳам мисли суръати хаттӣ бузургии векторӣ ҳисоб мешавад. Самти он бо қоидаи винти рост (парма) аниқ карда мешавад. Дар ин самти гардиши сараки винти рост бо самти гардиши нуқтаи материалӣ рост ояд, самти нӯги он бо самти вектори суръати кунҷӣ мувофиқ меояд (расми 1.3).



Расми 1.3.

Дар ҳолатҳои бисёр ҷисмҳои ҳаракати гирдхатта карда истода суръати гардиши худро тағйир медиҳанд. Масалан, машинаи аз ҷои худ ҳаракат карда истода то ба ягон суръати муайян расидан ё тормоз намуда қарор ёфтаниш ҷарҳҳои он ҳамин тавр ҳаракат мекунад.

Суръати кунҷии ҷисми аз рӯи давра ҳаракат карда истода, ки дар давоми вақт тағйир ёфта меистад, ҳаракати гирдхаттаи тағйирёбанда номида мешавад.

Дар байни ҳаракатҳои гирдхаттаи тағйирёбанда ҳаракатҳои ҳам вомехӯранд, ки суръати кунҷии онҳо дар фосилаи баробари дилҳои вақт ба миқдори баробар тағйир ёфта меистанд. Масалан, ҷарҳи автобуси ба истгоҳ наздик шуда истода ё аз он дур рафта истода ҳаракати гирдхаттаи мунтазам тағйирёбанда мекунад. Дар ин гуна ҳаракат интензивияти тағйироти суръати кунҷӣ бо бузургии шитоби кунҷӣ ном гирифта тавсиф карда мешавад.

Бузургии бо нисбати тағйироти суръати кунҷӣ бар вақти ба ҳамин тағйирот содиршавӣ сарфшуда шитоби кунҷӣ номида мешавад.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (1.12)$$

Шитоби кунҷии ҳаракати гирдхаттаи мунтазам дар давоми вақт бетағйир аст, чунки суръати кунҷии он ҳам дар фосилаҳои баробари вақт ба миқдори баробар тағйир меёбад. Агар суръати кунҷии ибтидоии нуқтаи материалӣ ω_0 , пас аз гузаштани вақти Δt суръати кунҷиаш ω бошад, тағйироти суръати кунҷӣ ба $\Delta\omega = \omega - \omega_0$ баробар мешавад. Дар ин ҳол муодилаи (1.12) дар намуди зерин навишта мешавад:

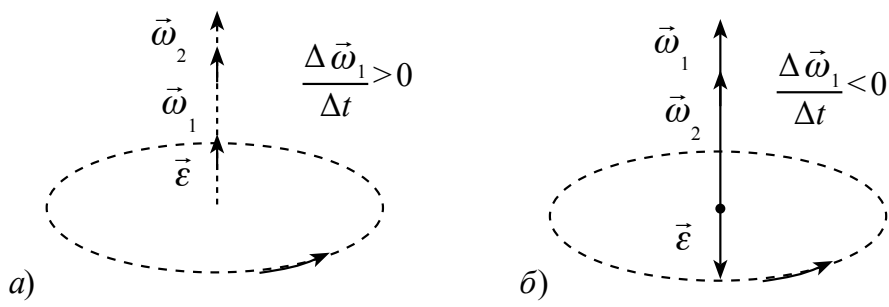
$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} \quad (1.13)$$

Аз ин воҳиди шитоби кунҷӣ $[\varepsilon] = \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ бармеояд. Аз ифодаи (1.13) формулаи муайянкунии суръати кунҷӣ баромада меояд:

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \Delta t.$$

(1.14)

Суръати кунҷӣ дар давоми ҳаракат як хел зиёд шуда равад ҳаракати гирдхатта мунтазам тезшаванда мешавад ($\varepsilon > 0$) (расми 1.4, а). Суръати кунҷии ҳаракати гирдхатта дар ҷараёни гардиш як хел кам шуда равад, ҳаракати гирдхаттаи мунтазам сустшаванда мегӯянд ва $\varepsilon < 0$ мешавад (расми 1.4, б).



Расми 1.4.

Дар ҳаракати гирдхатта аз сабаби суръати кунҷӣ бузургии векторӣ буданаш шитоби кунҷӣ ҳам бузургии векторӣ аст. Чунки дар муодилаи (1.13) Δt бузургии скалярӣ аст. $\omega > \omega_0$ бошад, $\varepsilon > 0$ шуда $\vec{\varepsilon}$ бо вектори суръати кунҷӣ ба як тараф, $\omega < \omega_0$ бошад, $\varepsilon < 0$ шуда ба суръати кунҷӣ дар самти баръакс равон мешавад.

Барои ҳосил кардани муодилаҳои ҳаракати гирдхаттаи мунтазам тағйирёбанда дар муодилаҳои ҳаракати ростхаттаи мунтазам тағйирёбанда роҳи тай карда s -ро бо кунҷи гардиш φ , суръат v -ро бо суръати кунҷӣ ω ва шитоб a ро бо шитоби кунҷӣ ε иваз намудан кифоя аст. Муодилаҳои байни яқдигар муқоиса кардашудаи ҳаракатҳои мазкур дар ҷадвали зерин оварда шудааст:

Ҳаракати ростхаттаи мунтазам тағйирёбанда ($a = \text{const}$)

$$s = v_m \cdot t$$

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Ҳаракати гирдхаттаи мунтазам тағйирёбанда ($\varepsilon = \text{const}$)

$$\varphi = \omega_m \cdot t$$

$$\omega_m = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$$

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$$

$$\varphi = \omega_0 \cdot t + \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a \cdot s$$

агар $v_0 = 0$ бошад,
 $v = a \cdot t$ ва $v = \sqrt{2a \cdot s}$

агар $a < 0$ бошад,
 $v = v_0 - a \cdot t$

$$s = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 - v^2 = 2a \cdot s$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\varepsilon \cdot \varphi$$

агар $\omega_0 = 0$ бошад,
 $\omega = \varepsilon \cdot t$ ва $\omega = \sqrt{2\varepsilon \cdot \varphi}$

агар $\varepsilon < 0$ бошад,
 $\omega = \omega_0 - \varepsilon \cdot t$

$$\varphi = \omega_0 \cdot t - \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$$

$$\omega_0^2 - \omega^2 = 2\varepsilon \cdot \varphi$$

Дар ҳаракати гирдхатта ҳолатҳое ҳам вомехӯранд, ки қимати ададии суръати ҳаттии нуқтаи материалӣ тағйирёбанда мешавад. Вобаста ба тағйироти суръати нуқтаи материалӣ дар ин гуна ҳолат шитоб ба вучуд меояд. Ин шитоб бо сабаби тағйироти қимати ададии суръат ба вучуд омаданад самти он бо самти суръат як хел аст. Бинобар ин онро шитобӣ расандавӣ, яъне шитоби тангенциалӣ меномем ва ифодаи он чунин мешавад:

$$\vec{a}_\tau = \frac{\Delta \vec{v}}{t} \tag{1.15}$$

Ҳамин тавр, суръати ҳаттии нуқтаи материалӣ ҳаракати гирдхатта карда истода тағйир ёбад, шитоби умумии он бо ифодаи

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \text{ ё } a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} \tag{1.16}$$

ёфта мешавад. Дар ин чо: $a_\tau = \varepsilon R$ аст.



1. Кадом бузургии физикӣ шитоби кунҷии ҳаракати мунтазам тағйирёбанда гуфта мешавад? Вай бо кадом воҳид чен карда мешавад?

2. Самти суръати кунҷӣ чӣ тавр аниқ карда мешавад?
3. Оё ҳаракати қатъхаттаи шитоби нормалӣ ё тангенциалӣ надошта мавҷуд аст?
4. Чарх мунтазам сустшаванда ҳаракат намуда, басомадашро дар давоми 1 дақиқа аз 300 1/дақ. то 180 1/дақ кам намуд. Суръати кунҷӣ ва дар давоми ҳамин вақт адади гардишии пурраи чархро ёбед.

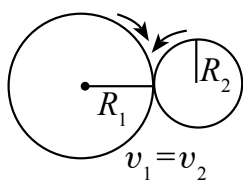
Мавзӯи 5. БАЙНИ ЯКДИГАР ГУЗАРОНИДАНИ ҲАРАКАТҲОИ ГИРДХАТТА ВА ПЕШРАВАНДА

Дар ҳаёти ҳаррӯза ҳаракати воситаҳои транспорти ҳаракаткунанда мушоҳида карда шавад, муҳаррики онҳо қор қарда истода бошад ҳам, мушоҳида бо суръатҳои гуногун ҳаракаткунии онҳо мешавем. Автомобил дар роҳи ҳамвор бо суръати қалон, дар ҳамвори моил, ҷойҳои ботлоқӣ бо суръати хурд ҳаракат мекунад. Ҳамин тавр дар бофандагӣ, дар дастгоҳҳои дар саноат истифодабаранда ҳам қисмҳои гуногуни онҳо бо суръатҳои гуногун давр заданашро мушоҳида кардан мумкин. Дар ҳаёти ҳаррӯза, ки аз машинаи дӯзандагӣ ҳам истифода мебарем, ҳаракати гирдхатта ва механизми онро ба ҳаракати рафту-омад (пешраванда) табдилдиҳандаро қор мефармоянд (расми 1.5).

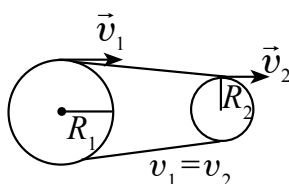


Расми 1.5.

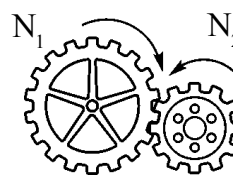
Дар ин гуна механизмҳо усулҳои фриксионӣ, тасмагӣ ва гардиши дандонадори ҳаракати гирдхаттаро гузаронанда мавҷуд буда, дар мавзӯи мазкур бо онҳо шинос мешавад.



Расми 1.6.



Расми 1.7.



Расми 1.8.

Гузaronидани ҳаракат бо усули фриксионӣ. Барои гузаронидани ҳаракат бо усули фриксионӣ ду чархи диаметрҳояшон гуногунро бо қувва ба якдигар мефишоранд. Яке аз онҳо бо самти ақрабаки соат давр занад, дуюмӣ дар таҳти қувваи соиш ба ҳаракат омада, дар самти муқобили ақрабаки соат ҳаракати гирдхатта мекунад (расми 1.6).

Гузaronидани ҳаракат бо усули фриксионӣ дар ҳолати на он қадар қалон будани тавоноӣ истифода бурда мешавад. Дар ин гуна ҳаракат чархҳо нисбат ба якдигар намелағжанд, аз ин рӯ модули суръати ҳаттии гардиш аз ҷиҳати қимати ададӣ ба якдигар баробаранд: $v_1 = v_2$ ӛ

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}. \quad (1.17)$$

Гузаронидани ҳаракат бо тасма. Мавриди гузаронидани ҳаракати гирдхатта бо тасма ду чархро бо тасмаи таранг кашидашуда мепайванданд (расми 1.7). Дар ин ҳолат гузаронидани ҳаракат аз ҳисоби соиш ба амал меояд. Шкиви (чархи) ҳаракатро гузаронанда шкиви кашанда, шкиви ҳаракатро қабулкарда шкиви кашидашаванда гуфта мешавад. Модулҳои суръатҳои ҳаттии чархҳои гардон дар гузаронандагии тасмавӣ ба якдигар баробаранд: $v_1 = v_2$.

Суръатҳои кунҷӣ ва радиусҳои онҳо байни худ дар чунин муносибатанд:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}. \quad (1.18)$$

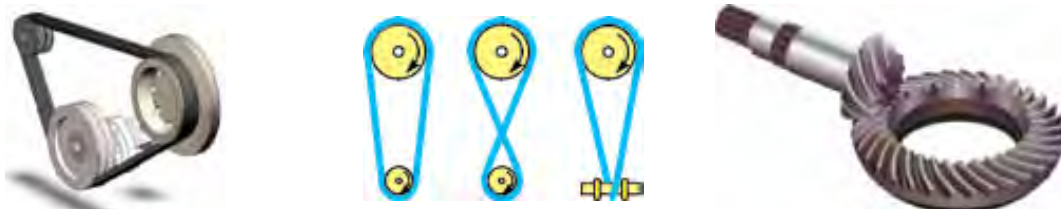
Гузаронидани ҳаракат бо чархҳои дандонадор. Дандонаҳои ду чархи диаметрашон ҳархеларо дохили якдигар намуда гузаронидани ҳаракат усули гузаронии дандонадор гуфта мешавад (расми 1.8). Адади дандонаҳои чархи якум N_1 ва дар як сония v_1 маротиба давр занад. Дандонаҳои чархи дуюми бо ин пайваستшуда N_2 ва дар як сония v_2 маротиба давр занад. Дар нуқтаи пайвастшавӣ дар воҳиди вақт $N_1 \cdot v_1$ то дандонаи чархи якум гузарад, $N_2 \cdot v_2$ то дандонаи чархи дуюм мегузарад. Дандонаҳои аз нуқтаи пайвастшавӣ дар воҳиди вақт гузаштаи ҳар ду чарх баробаранд, яъне:

$$N_1 \cdot v_1 = N_2 \cdot v_2. \quad (1.19)$$

Аз ин ҷо басомади гардиши ҳар як чархи дандонааш пайвастшуда ба адади дандонаҳояш мутаносиби чаппа мешавад:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{v_2}{v_1}. \quad (1.20)$$

Дар расми 1.9 ҳолатҳои пайвасти тасмаҳо ҳангоми валлҳои кашанда ва кашидашаванда ба як тараф ва ба тарафҳои муқобил даврзанӣ оварда шудаанд.



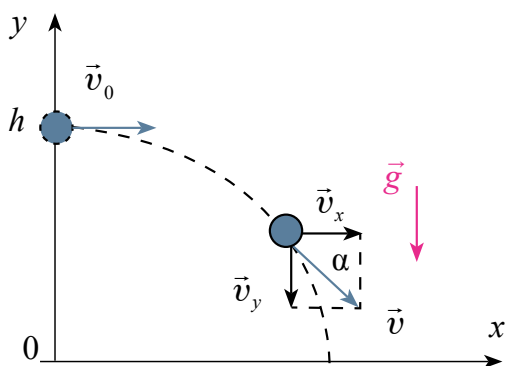
Расми 1.9.



1. Гузарониши фрикциони ҳаракати гардишнок чӣ гуна афзалиятҳо ва чӣ гуна камбудихо дорад?
2. Ба гузарониши тасмави ҳаракати гардишнок мисолҳо оваред?
3. Гузарониши дандонавӣ ҳаракати гардишнокро чӣ тавр ба амал меорад?

Мавзӯи 6. ҲАРАКАТИ ҚИСМИ УҒУҚӢ ПАРТОҒТАШУДА

Саққои дар болои мизи баландиаш h ҳаракати ростхатта карда истодаро мушоҳида мекунем. Аввал саққо дар қисми болоии миз аз рӯи инерсияи худ ҳаракати ростхатта мекунад.



Расми. 1.10.

Саққо аз канори миз то замин расида омадан дар ду ҳаракат иштирок мекунад. Яъне дар самти ибтидоӣ ҳаракати худро давом доданаш ва дар самти амудӣ ҳаракат намуда паст фуромаданастро мебинем. Ин ҳаракати саққо мисоли ҳаракати қисми аз ягон баландӣ ба самти уғуқӣ партоғташуда мешавад. Барои тавсифи ин ҳаракат системаи

координатии $ХОУ$ ро интихоб карда, онро ба нуқтаи партоғт вобаста мекунем (расми 1.10). Ҳангоми муқовимати ҳаво то дараҷаи ба ҳисобнагирӣ хурд будан қисм бо самти уғуқӣ бо суръати собити v_0 мунтазам ҳаракат мекунад. Аз ин рӯ пас аз гузаштани вақти ихтиёрии t кӯчиш ё дурии парвозро чунин ҳисоб мекунам:

$$x = s = v_0 \cdot t. \quad (1.21)$$

Проексияи суръати қисм дар тирҳои x ва y -ро чун зайл ҳисоб мекунам:

$$v_x = v_0, \quad v_y = -g \cdot t. \quad (1.22)$$

Қисм дар самти амудӣ бошад аз баландии h сар карда бе суръати ибтидоӣ мунтазам тезшаванда ҳаракат карда озод меафтад. Бинобар ин пас аз вақти t дар самти амудӣ вазъияти онро чунин ҳисоб мекунам:

$$y = h - \frac{gt^2}{2}. \quad (1.23)$$

Муодилаи траекторияи ҳаракати ҷисми уфуқӣ равонбуда дар ҳамвории XOY дар асоси ифодаҳои (1.21) ва (1.23) чунин мешавад:

$$y = h - \frac{g}{2v_0^2} x^2. \quad (1.24)$$

Ифодаи (1.24) муодилаи параболаро ифода мекунад. Бинобар ин, ҷисми уфуқӣ равонбуда аз рӯи хати парабола ҳаракат мекунад. Вақти парвози ҷисми аз баландии h уфуқӣ партофташуда бо ёрии ифодаи

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1.25)$$

аниқ карда мешавад. Дар ин ҳол дурии парвози ҷисм дар намуди

$$s = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1.26)$$

мешавад.

Ҷисми уфуқӣ партофташуда дар ҳуди як вақт дар самти уфуқӣ мунтазам ва дар самти амудӣ мунтазам тезшаванда ҳаракат карда озод меафтад. Дар охири ҳаракат (пас аз вақти t) суръатҳои уфуқӣ ва амудӣ мувофиқан $v_x = v_0$ ва $v_y = g \cdot t$ мешавад. Дар ин ҳол суръати ба заминафтии ҷисм чунин аниқ карда мешавад:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

ё

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}. \quad (1.27)$$

Кўчиши ҷисми аз рӯи хати қач ҳаракат кардаистода ба роҳи тай намудаи он баробар намешвад. Инчунин модули вектори суръат ва самти ҷисми уфуқӣ партофташуда дар давоми ҳаракат бефосила тағйир ёфта меистад.

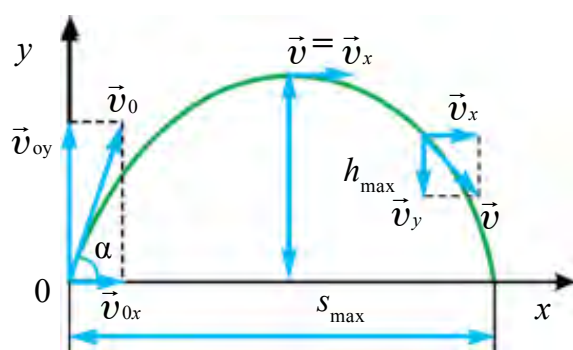
Намунаи ҳалли масъала

1. Ҷисм аз баландии 35 м уфуқӣ бо суръати 30 м/с партофта шуд. Суръати ба замин афтиши ҷисро ёбед.

| | | |
|--|--------------------------|--|
| Дода шудааст: | Формулааш: | Ҳалли он: |
| $h = 35 \text{ м}$ $v_0 = 30 \text{ м/с}$ $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ | $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ | $v = \sqrt{(30 \text{ м/с})^2 + 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 35 \text{ м}} =$ $= 40 \text{ м/с}.$ |
| Ёфтагӣ $v = ?$ | | Ҷавобаш: 40 м/с. |

- ?** 1. Ҷисми уфуқӣ раванбуда дар чӣ гуна ҳаракатҳо иштирок мекунад?
2. Траекторияи ҷисми уфуқӣ партофташуда аз чӣ гуна хат иборат аст?
3. Суръати кадоме аз ташиқдиҳандаҳои уфуқӣ ва амудӣ ҷисми уфуқӣ раванбуда дар давоми ҳаракат бетағйир мемонад?
4. Оё аз ҳаёти ҳаррӯза оиди мавзу мисолҳо оварда метавонед?
5. Дурии парвози ҷисми бо суръати 10 м/с уфуқӣ раванбуда ба баландии партофт баробар аст. Ҷисм аз чӣ гуна баландӣ партофта шудааст?

Мавзӯи 7. ҲАРАКАТИ ҶИСМИ БА ГОРИЗОНТ МОИЛ ПАРТОФТАШУДА



Расми 1.11.

Ҳаракати ҷисми ба уфуқ тахти кунҷе моил партофташударо мушоҳида кунем, аввал дар самти уфуқӣ аз нуқтаи партофташуда дуршавии он, инчунин дар самти амудӣ баландравию онро мебинем. Аз ин рӯ, ҷисми ба уфуқ моил партофташуда дар як вақт дар самтҳои уфуқӣ ва амудӣ ҳаракат мекардааст. Вай дар

самти амудӣ то ба баландии максималӣ расидан мунтазам сустшаванда, пас аз он ба поён мунтазам тезшаванда ҳаракат мекунад (расми 1.11).

Траекторияи ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда дар намуди парабола мешавад. Ҷисм дар ҷараёни парвоз дар худӣ як вақт дар самтҳои уфуқӣ ва амудӣ ҳаракат карданаш суръати ибтидоии он v_0 -ро ба ташкилдиҳандаҳои уфуқӣ (v_{0x}) ва амудӣ (v_{0y}) ҷудо мекунем:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha, \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha. \end{cases} \quad (1.28)$$

Барои соддатар кардани ҳисобкуниҳо муқовимати ҳаворо ба ҳисоб намеگیرем. Кўчиши самти уфуқии ҷисм пас аз вақти дилхоҳи t бо муодилаи зерин аниқ карда мешавад

$$s_x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha \quad (1.29)$$

Суръати ҷисм дар самтҳои уфуқӣ ва амудӣ пас аз вақти дилхоҳи t бо муодилаҳои зерин аниқ карда мешавад:

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha, \\ v_y &= v_{0y} - gt = v_0 \cdot \sin \alpha - gt. \end{aligned} \quad (1.30)$$

Дар давоми ҳаракати ҷисми нисбат ба горизонт моил партофташуда ташкилдиҳандаи уфуқии он тағйир наёбад ҳам, ташкилдиҳандаи амудии суръати он мавриди болоравӣ мунтазам суст шуда меравад ва дар нуқтаи баландтарини траектория ба сифр баробар мешавад. Бинобар ин ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда дар нуқтаи баландтарини траектория соҳиби суръати минималӣ мешавад:

$$v_{\min} = v_0 \cdot \cos \alpha. \quad (1.31)$$

Пас аз ин ҷисм чун ҷисми аз ҳамин нуқта дар самти уфуқӣ бо суръати v_{0x} партофташуда ҳаракат мекунад.

Дар нуқтаи баландтарини траектория аз муносибати $v_y = 0$ ё $v_0 \sin \alpha - gt = 0$ вақти болоравии онро аниқ мекунем:

$$t_0 = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}. \quad (1.32)$$

Баландии зиёдтарини болоравӣ чунин мешавад:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} \quad (1.33)$$

Вақти ҳаракати ҷисм ба поён (афтиш) ба вақти болоравии он баробар аст, яъне $t_{\text{б}} = t_{\text{а}}$. Аз ин, вақти пурраи парвози ҷисм:

$$t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (1.34)$$

Дар самти уфуқӣ ҷисми ба горизонт таҳти кунҷ партофташуда собит ҳаракат мекунад. Аз ин рӯ дурии парвози ҷисм фақат ба ташкилдиҳандаи уфуқии суръати ҷисм вобаста аст. Барои ҳисоб кардани дурии парвоз ифодаи вақти парвозро ба ифодаи $s_x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$ мегузorem ва

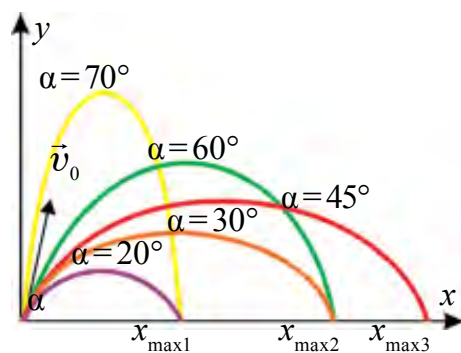
$$s_x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

ё

$$s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad (1.35)$$

соҳиб мешавем. Аз ин ифода намоён аст, ки дурии парвози ҷисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда ба кунҷи партофт вобаста аст. Дар расми 1.12 вобастагии дурии парвоз ва болоравии зиёдтарини ҷисм аз кунҷи партофт оварда шудааст. Аз расм намоён аст, ки бо афзудани кунҷи партофт баландии болоравӣ ҳам меафзояд.

Дурии парвози ҷисм бо зиёдшавии кунҷ аввал зиёд мешавад ва дар кунҷи 45° ба қимати максималии худ мерасад. Сипас, бо зиёдшавии кунҷ дурии парвоз кам шудан мегирад.



Расми 1.12.

Муодилаи траекторияи ҳаракати ҷисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофташударо ҳосил мекунем Барои ин ба муодилаи

$$y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

аз муодилаи (1.29) вақт $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$ -ро ёфта гузorem, муодилаи траектория дар намуди зерин ҳосил мешавад:

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (1.36)$$

Аз ин ҷо, ҷисми ба уфуқ моил партофташуда аз рӯи параболаи аз ибтидои координата гузаранда ҳаракат мекардааст, чунки $x=0$ бошад, $y=0$ мешавад. Ишораи манфии дар пеши коэффитсиенти x^2 -и ин муодила гузошташуда шохаҳои парабола ба паст нигаронидашуда буданахро ифода мекунад.

Дар шароити реалӣ муқовимати ҳаво ба дурии парвоз таъсири пурзӯр мерасонад. Масалан, снаряди бо суръати 100 м/с партофташуда дар вакуум ба 1000 м парيدا равад, дар ҳаво ба дурии 700 м меравад. Таҷрибаҳо кунҷи партофт $30\text{--}40^\circ$ карда гирифта шавад, ҷисми партофташуда ба масофаи аз ҳама дуртарин рафта афтиданашонро нишон медиҳад.

Намунаи ҳалли масъала

1. Тӯб бо сурати 10 м/с нисбат ба горизонт тахти кунҷи 30° раҳо карда шуд. Вай ба чӣ қадар баландӣ боло меравад?

| | | |
|---|--|--|
| Дода шуда аст: $v_0 = 10 \text{ м/с}$ $\alpha = 30^\circ$ $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ <hr/> Ёфтан лозим $h = ?$ | Формулаш: $h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$ | Ҳалли он: $h_{\max} = \frac{\left(10 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot 1/4}{2 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2} = 1,27 \text{ м.}$ Ҷавобаш: 1,27 м. |
|---|--|--|



1. Оё баскетболчӣ барои афтонидани тӯб ба тӯр баландии қади худро ба ҳисоб мегирад?

2. Муқовимати ҳаво ба ҳисоб гирифта шавад, ҷисми ба уфуқ моил ҳаводода бо чӣ гуна траектория ҳаракат мекунад?

3. Варзишгари дар мусобиқаи камонандозӣ иштирок кардаистода тири камонро бояд нисбат ба уфуқ тахти кадом кунҷ парронад?

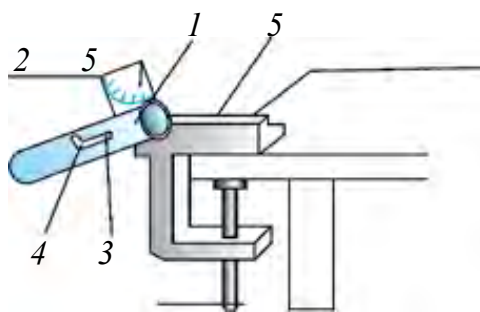


Ба ҷумраки қубури оби ҳавлӣ ё ванна шлангро васл намуда, обро тахти кунҷҳои гуногун пошида бинед. Натиҷаро таҳлил кунед.

Мавзӯи 8. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: ОМУҲТАНИ ҲАРАКАТИ ҶИСМИ БА УҒУҚ МОИЛ ПАРТОҒТАШУДА

Мақсади кор. Санҷидани вобастагии дурии парвоз ба кунҷи парвоз.

Асбоб ва ҷиҳозҳои лозимӣ. Таппончаи баллистикӣ, саққои металлӣ, лентаи ченкунӣ, 2–3 ҷараҳи қоғазӣ сафед ва сиёҳ (копировка).



Расми. 1.13.

Тартиби иҷрои кор.

1. Таппончаи баллистикӣ ба канори мизи лабораторӣ шинонида мешавад (расми 1.13).

2. Кунҷи моилии таппончаи баллистикиро 30° карда маҳкам мекунем (*Кунҷи моилӣ бо ёрии транспортири ба таппонча маҳкам кардашуда аниқ карда мешавад*).

3. Дастакро қафо кашида (пружиноро фишурда) ба чангаки ствол медароранд.

4. Саққои металлӣ андаруни ствол ҷойгир мекунем.

5. Дастакро аз чангак мебароранд ва ҷои афтиши саққоро аниқ мекунанд.

6. Таҷриба чун гуфтаҳои болоӣ камаш 3 маротиба такрор карда мешавад.

7. Кунҷи моилии таппончаи баллистикиро ба 45° гузошта таҷрибаро такрор намоед.

8. Қимати бузургҳои ҳисоб кардашуда ба ҷадвали зерин навишта мешавад.

| Кунҷи андохт | Таҷриба | l , дурии парвоз, (м) | $l_{м'}$, (м) | Δl , (м) | $\Delta l_{м'}$, (м) |
|--------------|------------|-------------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| 30° | таҷрибаи 1 | | | | |
| | таҷрибаи 2 | | | | |
| | таҷрибаи 3 | | | | |
| 45° | таҷрибаи 1 | | | | |
| | таҷрибаи 2 | | | | |
| | таҷрибаи 3 | | | | |



1. Траекторияи ҳаракати ҷисми нисбат ба уфуқ моил партофташуда чӣ гуна мешавад?
2. Дурии парвози ҷисми нисбат ба уфуқ моил партофташуда ба чӣ гуна бузургиро вобаста аст?
3. Суръати ҷисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ бо суръати v_0 партофташуда ҳангоми афтида истодан чӣ хел мешавад ва бо уфуқ чӣ гуна кунҷ ҳосил мекунад?
4. Дар асоси натиҷаҳои аз таҷриба гирифташуда дурии парвоз ва қимати вақти парвоз ба кунҷи партофт вобаста буданаширо таҳлил кунед.

Машқи 1

1. Завраки муҳаррикдор барои дар дарё ба манзил расидан 1,8 соат, ҳангоми бозгашт бошад 2,4 соат вақт сарф намуд. Агар амад фиристонида шавад дар чанд соат рафта мерасид? (Ҷавобаш: 14,4 соат).

2. Эскалатори метро одамро дар 30 с ба боло мебарорад. Агар одам ва эскалатор якҷоя ҳаракат кунанд, дар 10 с бардошта мешавад. Эскалатор беҳаракат бошад, одам дар чӣ қадар вақт боло мебарояд? (Ҷавобаш: 15 с).

3. Ҷисм аз баландии 80 м озод афтида истодааст. Дар сонияи охири афтиш кӯчиши онро ёбед. Дар давоми ҳаракат суръати миёна ба чӣ баробар аст. Суръати ибтидоии ҷисмро баробари сифр гуфта ҳисоб кунед. (Ҷавобаш: 35 м, 20 м/с).

4. Ҷисми амудӣ ба боло партофташуда $1/4$ қисми охири роҳро дар 3 сония тай карда бошад, вай чӣ қадар вақт ба боло ҳаракат кардааст? Суръати ибтидоии он чӣ қадар буд? (Ҷавобаш: 6 с, 60 м/с).

5. Агар ҷисми бе суръати ибтидоӣ озод афтида истода дар сонияи охири 75 м роҳ паймуда бошад, вай аз кадом баландӣ афтидааст? Суръат дар охири ҳаракат ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: 320 м, 80 м/с).

6. Ду сакқо аз як нуқта бо суръати ибтидоии 20 м/с бо интервали 1 сония ба боло амудӣ партофта шудааст. Пас аз партофтани сакқои якум чӣ қадар вақт гузарад, сакқоҳо вомехӯранд? (Ҷавобаш: 2,5 с).

7. Ҳангоми даврзании маховик суръати нуқтаҳои канораи гардиш 6 м/с, аз онҳо ба меҳвари гардиш 1,5 см наздиктар 5,5 м/с бошад, радиуси маховик чӣ қадар аст? (Ҷавобаш: 18 см).

8. Ҳаракати механикӣ аз чархи I ба чархи II бо ёрии тасма гузаронида мешавад. Агар суръати кунҷии чархи II $100 \text{ } \pi \text{ с}^{-1}$, радиуси чарҳо мувофиқан 30 ва 10 см бошад, чархи I дар як дақиқа чанд маротиба давр мезанад? (Ҷавобаш: 300 маротиба).

9*. Тасма печони магнитофон дар муддати 40 с бо суръати 4 м/с тасмаро мелечонад. Агар радиуси ибтидоии тасмапечон 2 см, радиуси охири 6 см бошад ғафсии тасмаро аниқ кунед. (Ҷавобаш: 0,063 мм).

10. Барои он, ки ҷисми аз баландии $h/3$ уфуқӣ партофташуда ба нуқтаи афтиши ҷисми аз баландии h бо суръати v_0 партофташуда афтад, онро уфуқи бо кадом суръат партофтан лозим? (Ҷавобаш: $v = \sqrt{3} v_0$).

Савоҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби I

1. Суръати заврақи муҳаррикдор ҳангоми шино бо рафти дарё нисбат ба соҳил 6 м/с, муқобили дарё 4 м/с аст. Суръати ҷоришавии дарё ба чӣ баробар аст?
A) 0,5; B) 1; C) 2,5; D) 5.
2. Ҷисм бо суръати 15 м/с амудӣ поён партофта шуд. Пас аз 2 сония ба чӣ гуна суръат соҳиб мешавад (м/с)?
A) 25; B) 35; C) 30; D) 45.
3. Ҷисм бо кадом суръат амудӣ боло партофта шавад, вай ба ҷои партофташуда пас аз 6 с бармегардад (м/с)?
A) 20; B) 35; C) 30; D) 40.
4. Суръати ҷисми ба боло амудӣ партофташуда пас аз 2 с ду маротиба кам шуд. Вай бо кадом суръат партофта шудааст?
A) 30; B) 40; C) 50; D) 60.
5. Ду сакқоҳои металли массаҳояшон 100 г ва 150 г буда бо як хел суръат амудӣ боло партофта шуд. Кадоме аз онҳо баландтар мебарояд? Муқовимати ҳаворо ба ҳисоб нагиред.
A) Сакқои массааш хурд;
B) Сакқои массааш калон;
C) Ҳар дуяш ҳам ба як хел баландӣ мебарояд;
D) Маълумотҳои додашуда кифоя нест.

6. Ҳаракати гирдхатта аз чархи 50 дандонадор ба чархи 150 дандонадор гузашта истодааст. Чархи якӯм дар давоми 2 с як маротиба пурра давр занад, даври гардиши чархи дуюм ба чӣ баробар аст?
 А) 3 с; В) 7,5 с; С) 5 с; Д) 6 с.
7. Дар ҳаракати қачхаттаи мунтазам кадоме аз бузургҳои поёни тағйир намеёбад?
 А) модули суръати лаҳзагӣ; В) модули шитоб;
 С) модули суръати миёна; Д) вектори шитоб.
8. Дар ҳаракати қачхаттаи мунтазам самти вектори шитоб чӣ гуна аст?
 А) аз рӯи радиуси қачии траектория ба марказ;
 В) ба траектория расанда;
 С) аз рӯи траекторияи ҳаракат;
 Д) аз рӯи радиуси хати қач аз марказ ба берун.
9. Ҷисм аз манораи баландиаш 125 м бо суръати 30 м/с бо самти уфуқӣ партофта шуд. Дурии парвози ҷисро ёбед.
 А) 300 м; В) 120 м; С) 240 м; Д) 150 м.
10. Ҷисм аз замин нисбат ба уфуқ таҳти кунҷи 30° бо суръати ибтидоии 20 м/с партофта шуд. Ташкилдихандаҳои уфуқӣ ва амудии вектори суръати ибтидоиро ёбед (м/с).
 А) 10 ва 14,1; В) 17,3 ва 10; С) 14,1 ва 10; Д) 20 ва 10.

Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби I омӯхташуда

| | |
|-----------------------|---|
| Мушоҳидаи илмӣ | Методи илмӣ-тадқиқотӣ буда, ба мақсади пайдарпаии фаъол равои карда шудааст. |
| Гипотеза | Фикрҳои тахминии дар бораи ягон ҷараён, ҳодиса гуфташуда. |
| Таҷриба (эксперимент) | Барои санҷидани дурустии гипотеза дар шароити махсус мегузаронанд. |
| Модел | Содда кардашуда, ба тартиб андохта, ҳолати ҷиҳатҳои хубаш ҷудо намуда нишон додашуда. |
| Идеаликунии илмӣ | Дар шароити идеалӣ чӣ гуна натиҷа баромада-нашро дар асоси натиҷаҳои гирифта баён кардан. |

| | |
|---|---|
| Назарияи илмӣ | Маҷмӯи қонунҳои ҳодисаҳои басо васеъро фаҳмонида диҳанда. |
| Принсипи мувофиқой | Дар сарҳади додашуда мувофиқоии назарияи нав бо назарияи пешина. |
| Ҳаракати қачхаттаи мунтазам | Траекторияи ҳаракаташ аз хати қач иборат будаи бузургии суръаташ тағйирнаёбанда, лекин самташ бо равиши расанда ба траектория тағйирёбанда. |
| Принсипи мустақилии ҳаракат ё суперпозицияи он | Ҳаракатҳои қисм иштирок дошта мустақил буда, суръати (шитоби) ҳаракати онҳо байни якдигар новобаста |
| Ҳаракати амудӣ ба боло | Ҳаракати самташ ба қувваи ҷозибаи замин муқобил. Муодилаи ҳаракаташ $h = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$. |
| Ҳаракати амудӣ ба поён | Ҳаракати самташ ба қувваи ҷозибаи замин ҳамсамт Муодилаи ҳаракаташ $h = v_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2}$. |
| Ҳаракати гирдхаттаи тағйирёбанда | Ҳаракати гирдхаттае, ки суръати кунҷиаш дар давоми вақт тағйир меёбад. |
| Шитоби кунҷӣ | Бузургии, ки бо нисбати тағйироти суръати кунҷӣ бар вақти ҳамин тағйирот чен карда мешавад $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$. |
| Формулаи муайян кардани суръати кунҷии ҳаракати гирдхаттаи мунтазам тағйирёбанда дар вақти дилхоҳ | $\omega = \omega_0 + \varepsilon\Delta t$. |
| Шитоби тангенциалӣ | Шитобе, ки дар мавриди тағйироти қимати суръат ҳосил мешавад $\vec{a}_\tau = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$. |
| Шитоби пурраи ҳаракати гирдхатта | $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$. |

| | |
|--|--|
| Гузаронидани ҳаракат бо усули фриксионӣ | Ҳаракате, ки ду чархи радиусҳояшон ҳархела ба воситаи сатҳҳои (расиш) ба якдигар таъсирунанд мегузаранд. |
| Гузаронидани ҳаракат бо тасма | Ҳаракат аз як чарх ба чархи дигар ба воситаи тасмаи таранг кашидашуда мегузарад. |
| Гузаронидани ҳаракат бо чархҳои дандонадор | Гузаронидани ҳаракати гирдхатта бо ду чархи радиусҳояшон гуногун, ки дандонаҳояшон ба якдигар дароварда шудааст. |
| Дурии парвози ҷисми уфуқӣ партофташуда ва суръати ба замин афтиши онҳо | $s = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}.$ |
| Суръати минималии ҷисми нисбат ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда | $v_{\min} = v_0 \cdot \cos \alpha.$ |
| Болоравии баландтарини ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда | $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$ |
| Вақти парвози ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда | $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}.$ |
| Дурии парвози ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда | $s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}.$ |
| Муодилаи траекторияи ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда | $y = h - \frac{g}{2v_0^2} x^2.$ |
| Муодилаи траекторияи ҳаракати ҷисми ба уфуқ таҳти кунҷ партофташуда | $y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}.$ |

Боби II. ДИНАМИКА

Мавзӯи 9. ҚОНУНҲОИ ДИНАМИКА

Ҳаракати ҷисмҳои муҳити моро ихота кардаистода ба қонунҳои механика итоат мекунанд.

Сабаби тағйироти ҳаракати ҷисмҳоро дар охири асри XVI ва ибтидои асри XVII бори нахуст бо ёрии таҷрибаҳо олими муфассаломӯхта Галилей буд. Галилей дар бораи сабаби тағйироти ҳаракати ҷисм чунин навишта буд:

Агар ба ҷисм ҳеч гуна ҷисмҳои дигар таъсир накунад, ҷисм нисбат ба Замин ҳолати оромӣ ё ҳаракати мунтазами ростхаттаи худро нигоҳ медорад.

Ин қонуни аз тарафи Галилей бунёдшуда ба таркибёбии қонунҳои асосии механика қадами аввалин шуд.

Барои кашфи ин қонунҳо ба Нютон ҳеч гуна асбоб-ускунаҳои мураккаб зарур нашудааст. Барои ин таҷрибаҳои оддӣ кифоя шудаанд. Дар ин мушкилоти асосӣ аз дохили ҳар гуна ҳаракатҳои ҷисм, аз ҳама муҳимтарин, аз ҳама умумиашро аз дида тавонистан иборат буд.

Динамика аз калимаи юнонии “*dynamis*” гирифта шуда, маънои “қувва”-ро дорад. Агар мо ба ҳаракат омадани ягон ҷисмро бинем, ҷисми ба он таъсирбахшандаи дигарро ҳам мебинем. Ҷисми дигар ҷисми ба ҳаракат омадаро кашиданаш, тела доданаш ё ба он аз масофа таъсир бахшиданаш мумкин (масалан, таъсири оҳанрабо (магнит) ба саққои оҳанӣ). Ҷисми аз Замин ба ягон баландӣ бардошташударо сар дихем, ба поён меафтад. дар ҳамаи ин таҷрибаҳо тағйироти суръати ҷисм (яъне шитоб) *ҳама вақт бо сабаби таъсири ҷисми дигар ба вуҷуд меояд*. Ин ибора хулосаи басо муҳими механикаи Нютон ба ҳисоб меравад.

Чараёни таъсири мутақобили ҷисмҳо бо якдигар – таъсири байниҷисмӣ номида мешавад. Дар физика ҳамаи таъсирҳои мутақобил албатта чуфт мешавад. Яъне, ҳар гуна таъсир таъсири аксро ба вуҷуд меорад.

Лекин ба ин гуна хулоса дарҳол наомадаанд. Мутафаккири бузург Аристотел ба ошкоркунии сабаби тағйироти ҳаракати ҷисм кӯшиш намуд. Ӯ ин тавр навишт, “Агар ба ҷисм қувваи теладиханда таъсир накарда монад, ҷисми ҳаракатнок аз ҳаракат мемонад”. Ҳолати нисбат ба Замин ором буданашро ҳолати табиӣ ҷисм гуфта фаҳмонидааст.

Дар ҳамон даврҳо бо сабаби маркази олам Замин гуфта назар кардан, ягон сабаби муҳим набошад, ҷисм ба ҳолати оромии табиӣ худ мегузарад, гӯён фаҳмонидаанд. Дар ҳақиқат, бензини автомобили дар роҳи асфалти ҳамвор рафтаистода соф шавад, муҳаррик хомӯш мегардад. Автомобил каме роҳ гашта аз ҳаракат мемонад. Худи ин гуна хулосаро ба велосипед, ба заврақи дар кӯл буда ҳам гуфтан мумкин.

Дар асоси мушоҳидаҳои бурдашуда ва хулосаҳо қонуни якуми динамика ёфта шудааст. Вай ин тавр ифода мешавад:

Ҳамин гуна як системаҳои сарҳисоби системаи инерсиалии ном гирифта мавҷуданд, ки ҷисми дар он буда аз ҷисмҳои дигар ба дараҷаи кофӣ дур ҷойгир шуда бошад, дар ҳолати оромиш ё ҳаракати ростхаттаи мунтазам мешавад.

Ин қонун аз як тараф ба системаи инерсиалии сарҳисоб таъриф диҳад, аз тарафи дуюм, имконияти санҷидани мавҷудияти ин гуна системаҳоро медиҳад. Қонуни якуми механика системаи сарҳисоби инерсиалиро ба мавқеи махсуси алоҳида мегузорад.

Ҳар яки нуқтаҳои ҷисми саҳти гардон дар ҳаракати шитобдор аст. Шитоби порчаҳои дилхоҳ бо туфайли таъсири қисмҳои дигари дар ҷисм мавҷуда мешавад. Дигар ҳел бигӯем, порчаҳои ҷисми саҳтро ташкилдода “ҷисми озод” шуда наметавонад ва ба он татбиқи қонуни якуми Нютон номумкин аст. Ҳамин тавр сабаби аз ҳолати оромиш ё ҳаракати ростхаттаи мунтазам баромадани ҷисм таъсири қисмҳои дигар буданашро дониста гирифтём. Таъсири мутақобили қисмҳо бо қувва характерионида мешавад.

Бо гуфти Нютон дар механика, дар натиҷаи таъсири мутақобили қисмҳо, ба ченаки миқдорие, ки сабаби шитоб аст, қувва номида мешавад.

Ин таърифи ба қувва аз ҷиҳати сифат додашуда аст. Ҳамин тавр ба механика дуто тасдиқро дохил кардем:

- 1) дар қисмҳо шитоб бо туфайли таъсири қувва мешавад;
- 2) қувваи шитоббахшанда бо сабаби таъсири қисмҳои дигар мешавад.

Мафҳуми қувва ба ду ҷисм мансуб аст. Қувва бузургии векторӣ буда, дорой самт аст. Барои муайян кардани қувва аз ҷиҳати миқдорӣ онро бояд чен намуд. Барои ин онро бо ягон қувваи дигари эталонӣ муқоиса мекунамд.

Қаъи назар аз ҷиҳати табиат, таъсири қувваҳо ба ҷисм дар як вақт суръати онро тағйир надихад (яъне ба он шитоб набахшад), аз ҷиҳати модул баробар ва муқобил равоншуда мешаванд.

Таҷрибаҳо ҳаминро нишон медиҳад, ки шитоби гирифтаи ҷисм бидуни қувваҳои ба он гузошташуда ба хосиятҳои ҷисм ҳам вобаста аст. Аз ин рӯ ин хосияти ҷисмро аниқ қардан мебояд. Дар механика ин хосият бо массаи ҷисм ифода меёбад.

Ба шумо аз синфи 7-маълум аст, ки нисбати қувваи ба ҷисм таъсирбахшанда бар шитоби ҷисм соҳибшуда бузургии доимист.

$$\frac{F}{a} = \text{const.}$$

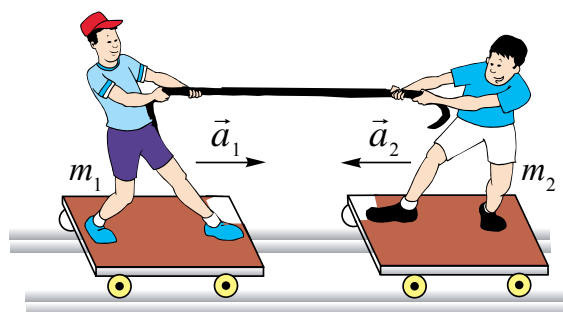
Бузургии бо нисбати $\frac{F}{a}$ и ба ҷисм мансуб буда массаи инертӣ номида мешавад.

Масса – хосияти инертияти ҷисмро ифода мекунад, яъне бо таъсири қувва қобилияти ҷӣ қадар шитобгирии онро нишон медиҳад.

Пас аз дохил кардани мафҳуми масса, қонуни дуёми динамика чун зайл таъриф дода мешавад:

Шитоби гирифтаи ҷисм ба қувваи ба он гузошташуда мутаносиби роста асту ба массаи он мутаносиби чаппа:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (2.1)$$



Расми 2.1.

Ин ифода ҳамин гуна формулаи фундаменталии табиат, ки ба он ҳаракати ҷисмҳои калони осмонӣ ҳам, ҳаракати зарраҳои майдаи реги шамол парронида ҳам иттиоат мекунад.

Чун гуфтаҳои болоӣ, таъсири мутақобил ҳар доим ҷуфт мешавад.

Масалан, дар расми 2.1 Алишер ба воситаи арғамчин ба Баҳодир ҷӣ қадар таъсир бахшад, Баҳодир ҳам ба Алишер таъсири акс мекунад.

Аз таҷрибаи мазкур ва мушоҳидаи ҳодисаҳои ба ин монанд қонуни сеюми динамика бармеояд:

Таъсир ҳар доим таъсири аксро ба вучуд меорад. Онҳо аз ҷиҳати қимати ададӣ ба якдигар баробар буда, аз рӯи як хати рост зидди якдигар равонаанд:

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}. \quad (2.2)$$

Аз ин қувваҳо ба ҷисмҳои гуногун гузошта шуданашон, якдигарро мувозинат карда наметавонанд, яъне ҷисмҳои таъсири мутақобил дошта шитобҳои ҷудоғона мегиранд:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2}.$$

Намунаи ҳалли масъалаҳо. Таҳти таъсири қувваи F ҷисми массааш m_1 шитоби 2 м/с^2 мегирад. Ҷисми массааш m_2 таҳти таъсири ин қувва шитоби 5 м/с^2 мегирад. Агар ин ҷисмҳо ба якдигар пайваस्त карда шаванд, онҳо таҳти таъсири ин қувва чӣ гуна шитоб мегиранд?

| | | |
|-------------------------|--|---|
| Дода шудааст: | Формулаш: | Ҳалли он: |
| $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ | $F = m_1 \cdot a_1; \quad F = m_2 \cdot a_2$ | $a = \left(\frac{2 \cdot 5}{2+5} \right) \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = \frac{10 \text{ М}}{7 \text{ с}^2} =$ |
| $a_2 = 5 \text{ м/с}^2$ | $m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2; \quad m_1 = \frac{a_2}{a_1} m_2$ | $= 1,43 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$ |
| $m_1; m_2.$ | $F = (m_1 + m_2) \cdot a;$ | |
| Ёфтани лозим | $m_2 a_2 = \left(\frac{a_2}{a_1} m_2 + m_2 \right) \cdot a$ | |
| $a - ?$ | $a = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$ | Ҷавобаш: $1,43 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$ |



1. Дар асоси қонуни динамика дар фикри ғуфтаи Галилей чӣ гуна хатогӣ буд?
2. Массай инертӣ ғуфта чиро мефаҳмам?
3. Таъсирҳои ба худатон маълуми мутақобилро гӯед ва мисолҳо оваред.
4. Барои чӣ ҳар доим ҳам ҷисмҳо дар натиҷаи таъсири мутақобил суръати худро тағйир намедиханд?

Мавзӯи 10. ПРИНЦИПИ НИСБИЯТИ ГАЛИЛЕЙ. СИСТЕМАҲОИ САРҲИСОБИ ИНЕРСИАЛӢ ВА НОИНЕРСИАЛӢ

Яке аз сабабҳои асосии кашфи принципи нисбият, ҳаракати Замин, аниқтараш гипотезаи дар атрофи меҳвари худ давр задани он шуд. Ин гуна савол бармеояд: агар Замин дар атрофи меҳвараш давр занад, барои чӣ мо бо ёрии таҷрибаҳои дар сатҳи Замин гузаронидашуда ҳис намекунем? Дар муҳокимаҳои ин муаммо, ки дар асрҳои миёна зиста эҷод намудаанд Николай Орема (асри XIV), Аловуддин Алӣ-ал-Қушчӣ (асри XV) иштирок доштанд, ба хулосаи зерин омадаанд: Даврзании Замин ба таҷрибаҳои дар болои он гузаронидашуда таъсир намекунад.

Фарз мекунем, шумо дар хонаи киштии калони оинаҳои беруниаш сияҳ кардашуда бо ҳамсинфонатон биншастаед. Дар ҳамин вақт яке аз ҳамсинфонатон ҳозир киштӣ ором ё дар ҳаракат аст гӯён суоле бидод. Ба палубаи берунӣ набаромада, инро чӣ тавр амиқ кардан мумкин? Яке аз бачаҳо: “Биёед таҷриба гузаронида мебинем. Яке аз чизҳои рӯи мизро аз боло ба поён мепартоем. Агар киштӣ беҳаракат бошад, вай амудӣ меафтад. Дар ҳаракат бошад, мавриди афтидани ҷисм поли киштӣ пеш рафта, худӣ он каме қафо меафтад”, гӯён таклиф кард. Чизҳои гуногун партофта диданд, ки ҳамашон ба пол амудӣ айнан ба як ҷой афтиданд. Аз ин рӯ, киштӣ ором истодааст гӯён хулоса намуданд. Вақте, ки ба палубаи берунӣ баромада назар карданд, киштӣ бо як маром алвонҷ нахӯрда шино карда истодааст! Бинобар ин, таҷрибаҳоро дар синфхонаи беҳаракат гузаронанд ҳам, дар даруни вағони ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода ё дохили киштӣ гузаронанд ҳам, як хел мегузаранд. Ба ин якумин шуда эътиборашро Галилей нигаронид. Галилей ҳамчун шумо фарз намуда, ҷараёнҳои механикии дар даруни киштии калон мушоҳидашуда ҳангоми ҳаракати ростхаттаи мунтазам чӣ хел гузарад, айнан дар киштии ором ҳам ҳамин тавр буданаширо навишта мондааст. Дар ин ба сифати системаи сарҳисоб на Замин, балк вағони ҳаракатнок ё киштиро мегиранд.

Системаҳои сарҳисоби дар ҳолати оромиш буда ё нисбатан ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода системаҳои *сарҳисоби инерсиалӣ* номида мешавад.

Дар дарёи як хел мунтазам ҷорӣ шудаистода бо рафти ҷараён киштӣ шино карда истода бошад, ба сифати системаи сарҳисоб сохил ё обро гирифтани мумкин. Айнан ҳамин тавр, дар вағони поездеи ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода ба одами даруни поезд ҳаракатнок ба

сифати системаи сарҳисоб вагон ё Замиро гирифта мумкин. Суръати одам нисбат ба вагон v , суръати вагон нисбат ба Замин u бошад. Агар одам дар самти ҳаракати вагон ҳаракат кунад, суръати он нисбат ба Замин $u+v$ мешавад. Ҳаракат дар самтҳои зид бошад $u-v$ мешавад. Инро **қоидаи чамъкунии суръатҳои Галилей** меноманд.

Таҷрибаҳо дар системаҳои инерсиалии сарҳисоб бо як хел давр гаштани соатҳо нишон медиҳад.

Дар системаҳои сарҳисоб кӯчиши ҷисмҳо як хел намешавад. Чунки кӯчиши одами дохили вағони ҳаракат кардаистода нисбат ба вагон аз кӯчиши нисбат ба Замин кардаи он хурд мешавад. Массай ҷисми дар дохили вағони ором буда ҳам ё дар вағони ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода чен карда шавад ҳам як хел мебарояд.

Ҳамин тавр, дар системаҳои инерсиалии сарҳисоб вақт, масса, шитоб ва қувва *як хел (инвариант)* мешавад.

Дар системаи сарҳисоби ҳолати оромӣ қувва ба F , масса ба m , шитоб ба a баробар бошад, дар системаи ҳаракатноки ростхаттаи мунтазам дар равиши мувофиқ F' , m' ва a' мешавад. Бо сабаби $F=F'$; $m=m'$ ва $a=a'$ буданаш, қонуни дуёми Нютон монанди $F=F'=ma$ ё $F'=m'a'$ ифода мешавад. Аз ин ҷой доштани қонунҳои Нютон дар тамоми системаҳои инерсиалии сарҳисоб бармеояд.

Дар ҳолати умумӣ ба **принципи нисбияти Галилей** чунин таъриф додан мумкин:

Дар тамоми системаҳои инерсиалӣ ҳамаи қараёнҳои механикӣ як хел мегузаранд.

Лекин як чизро набояд фаромӯш кард. Мо медонем, ки ҳаракати ростхаттаи мунтазам басо кам воқеаҳои ҳақиқатӣ аст. Ин чунин маъно дорад, ки системаҳои инерсиалии сарҳисоб хеле кам мавҷуд аст. Аз ин рӯ ҳар доим мавҷуд будани системаҳои ба системаи инерсиалӣ наздикро набояд фаромӯш кард. Замиро чун системаи инерсиалии сарҳисоб мепиндорем. Ҳол он ки вай дар атрофи меҳвари худ ва Офтоб гардон аст. Дар ҳаракати гирдхатта ҳама вақт шитоб мавҷуд аст. Ба ин нигоҳ накарда Замиро ба системаи сарҳисоби инерсиалӣ дохил мекунем. Сабаби ин он, ки шитоб басо хурд. Масалан, ин шитоб дар экватор $0,035 \text{ м/с}^2$ буда, назар ба шитоби афтиши озод аз ҳад зиёд хурд аст. Аз ин сабаб, онро ба ҳисоб нагирифта, ҳаракатро мунтазам пиндоштан мумкин. Шитоби замин дар ҳаракати гирдхаттаи атрофи офтоб аз ин ҳам хурд. Аз ин рӯ, Замиро ба системаи сарҳисоби инерсиалӣ дохил мекунем. Ҳамин тавр, поезди нисбат

ба Замин ҳаракати ростхаттаи мунтазам карда истодаро ҳам ба системаи сарҳисоби инерсиалӣ дохил кардан мумкин.

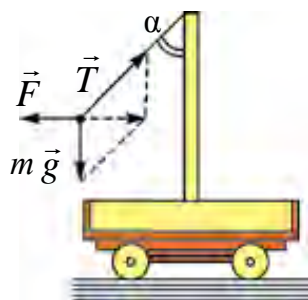
Чун гуфтаҳои болоӣ дар системаҳои, ки дар ҳаракати ростхаттаи мунтазаманд эмас, қонунҳои Нютон ҷой дорад. Агар системаи сарҳисоб қачхатта ё бо шитоб ҳаракат карда истода бошад? Ин гуна системаҳо системаҳои сарҳисоби ноинерсиалӣ номида мешавад. Чӣ тавр дар системаҳои сарҳисоби ноинерсиалӣ аз қонунҳои Нютон истифода бурдан мумкин? Барои аз он истифода бурдан сабаби ҳосил шудани шитобро хотирнишон мекунем. Сабаби ҳосилшавии шитоб қувва аст. Бинобар ин, барои аз қонуни дуҷуми Нютон истифодабарӣ якҷоя бо қувваҳои ба ҷисм таъсир бахшида истода қувваи инерсиониро дохил мекунем. Қувваи инерсионӣ ба ҷисм на аз тарафи ҷисмҳои дигар, балки ба тӯфайли системаи сарҳисоб шитоб доштани таъсир мебахшад. Дар ин ҳол қонуни дуҷуми Нютон дар намуди.

$$m\vec{a}_{\text{нис}} = \vec{F} + \vec{F}_i \quad (2.3)$$

мешавад.

Барои дарёфти ифодаи қувваи инерсионӣ аз фарқи қимати мутлақи шитоб $\vec{a}_{\text{мут}}$ ва қимати нисбии шитоб истифода мебарем. Дар ин ҳол ифодаи қувваи инерсионӣ намуди зайл мегирад $\vec{a}_{\text{нис}}$:

$$\vec{F}_i = m(\vec{a}_{\text{мут}} - \vec{a}_{\text{нис}}). \quad (2.4)$$



Расми 2.2.

Гуфтаҳоро дар мисол мебинем. Дар аробачаи хурде сутуне маҳкам буда, дар он чун нишондоди расми 2.2 раққосак (маятник) овезон аст. Аробача нисбат ба Замин бо шитоби собит $\vec{a}_{\text{мут}}$ ҳаракат карда истодааст. Маятник нисбат ба аробача беҳаракат: $a_{\text{нис}} = 0$. Ба маятник қувваҳои $m\vec{g}$, $m\vec{a}_i$ ва \vec{T} таъсир мекунад. \vec{T} – қувваи тарангии ресмони раққосаки овезон. Лекин ин қувваҳо ба раққосак шитоб намебахшад. Барои иҷро шудани қонуни дуҷуми Нютон ба он қувваи инерсионӣ $\vec{F}_i = -m\vec{a}_i$ ро бояд дохил намуд. Дар ин ҳол

$$m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_i = 0.$$

Бинобар ин, қонуни дуҷуми Нютон бо равиши шартӣ иҷро мегардад.

Қунҷи моилии маятник $\text{tg}\alpha = \frac{a_i}{g}$.



1. Системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ гуфта чиро мефаҳмед?
2. Дар системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ кадом бузургиҳои физикӣ як хел мешаванд?
3. Оё қонуни сеюми Нютон дар системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ ҷой дорад?

Мавзӯи 11. ҲАРАКАТ ДАР МАЙДОНИ ГРАВИТАТСИОНӢ

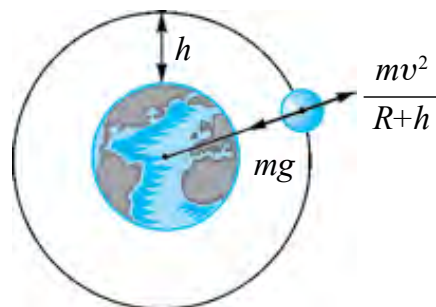
Шумо дар синфи 7 дар атрофи худ майдони ҷозибии собит ҳосил кардани Замин ва бо воситаи ҳамин майдон ба худ ҷазб кардани ҷисмҳои дигарро дониста гирифтаед. Аз ин рӯ, ба тамоми ҳаракатҳои рӯи Замин майдони ҷозибии таъсири худро мерасонад.

Фарз мекунем, ба қуллаи кӯҳ баромада, ягон ҷисмро бо суръати v_0 ба самти уфуқӣ партофтем: ҷисм парида рафта ба нуқтаи A меафтад. Дар ин ҳолат намуди он монанди расми 2.3-и аз тарафи Нютон кашида хоҳад шуд.

Суръати ҷисм зиёд шудан гирад, ба нуқтаҳои B ва C меафтад. Аз ягон қимати маълуми суръат сар карда ҷисм ба Замин намеафтад; дар атрофи Замин аз рӯи давра ба ҳаракат меояд. Ин ҷисм радифии маснӯи Замин шуда мемонад. Ҳаракати радифии маснӯъ, ҳаракат дар майдони ҷозибии шуда мемонад. Аз чӣ сабаб радифии маснӯъ ба Замин намеафтад? Дар кадом суръат ин ҳолат мушоҳида мешавад? Пеш аз ҳама қувваҳои ба радифии маснӯъ таъсирбахшро дида мебароем. Ҳама вақт ба радифии маснӯъ қувваи ҷозибии Замин таъсирбахш аст. Бидуни ин ба он қувваи муқовимати ҳаво ҳам таъсир мебахшад. Барои кам шудани қувваи муқовимат онро ба қабатҳои болотарини атмосфера гирифта баромадан лозим.



Расми 2.3.



Расми 2.4.

Дар амал дар баландии 300–400 км аз сатҳи Замин муқовимати ҳаво амалан ҳеҷ аст. Аз ин рӯ дар ин баландӣ қувваи ҷозибии Заминро

суръати ба радифи маснӯъ бахшида, ки қувваи марказгурез ба вучуд меорад, компенсатсия мекунад (расми 2.4).

Дар ин ҳол:

$$mg = \frac{mv^2}{R_3 + h} \text{ аз ин } v^2 = g(R_3 + h).$$

Баландии h ро нисбат ба радиуси Замин R_3 дар ҳолатҳои ба ҳисоб нагирифтани $R_3 + h \approx R_3$ ва

$$v^2 = g \cdot R_3. \quad (2.5)$$

Барои ҳисобкунии ин $R_3 \approx 6400$ км, $g = 9,8$ м/с² гуфта гирем, қимати v ба:
 $v = 7,91$ км/с

баробар мешавад.

Радифи маснӯи Замин, ки бо ин гуна суръат ҳаракат мекунад, атрофи Заминро дар

$$T_1 = \frac{2\pi R_3}{v_1} = 84 \text{ дақ } 12 \text{ с як маротиба давр мезанад.}$$

Дар амал вақти ба як маротиба давр задан сарфшуда аз вақти ҳисобшуда калон мешавад. Ба ин сабаб он, ки радиуси мадори радиф ва Замин аз ҳамдигар фарқ доранд.

Ҳамин тавр суръати радифҳои бо мадори радиусҳояшон калон ҳаракаткунанда аз суръати радифҳои ба сатҳи Замин наздик ҳаракатнок хурд аст.

Даври ин гуна радифҳо:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi R_3}{v_1} \sqrt{\left(\frac{r}{R_3}\right)^3} = T_1 \sqrt{\left(\frac{r}{R_3}\right)^3}. \quad (2.6)$$

Дар ин ҷо: T_1 – даври радифи бо мадори ба сатҳи Замин наздик ҳаракатнок.

Аз формулаи даври гардиши радифи дар баландии дилхоҳ гардон истифода бурда, баландии лозимии радифи маснӯи аз сатҳи Замин дар баландии маълум дар як нуқта “ноҷунбон”-ро ёфтани мумкин. Масалан, барои даври гардиши радиф ба 24 соат баробар шудан он дар кадом баландӣ ҳаракат кардани лозим? Ҳисобкуниҳои ҳаминро нишон медиҳад, ки баландӣ ба

$h = 6,6 R_3$, яъне тахминан ба 42000 км баробар шуданаш лозим!

Ин гуна мадор мадори *статсионарӣ* номида мешавад.

Дар сайёраи мо дар таърихи инсоният бори нахуст дар собиқ СССР 4-октябри соли 1957 радифи маснӯи Замин парвоз намуд. Радиф дар шакли кура буда, диаметри он 58 см, массааш 83,6 кг буд. Радиф атрофи Заминро 1400 маротиба давр зада, дар ҳолати умумӣ 60 миллион км масофаро тай намуд. 12 апрели соли 1961 инсон бори нахуст ба кайҳон баромад. Кайҳоннаварди якум Юрий Алексеевич Гагарин шахрванди собиқ СССР буд. Сонитар, 20 июли соли 1969 астронавтҳои амрикоӣ Нейл Армстронг ва Эдвин Олдринҳо бори аввал ба Моҳ фуруд омаданд.

Барои рафтани ба сайёраҳои системаи Офтобӣ ба киштии кайҳонӣ *суръати дуҷуми кайҳонӣ* додан лозим. Қимати ададии он 11,2 км/с аст.

Барои ба ситораҳои дур рафтани қувваи ҷозибаи системаи Офтобиро бартараф карда баромада рафтани лозим. Аз ин рӯ, *ба суръати сеҷуми кайҳонӣ* соҳиб шудани лозим. Қимати он ба 16,7 км/с баробар аст.

Дар байни ҷазогирони забти кайҳон ҳамватани мо В. Ҷонибеков ва мансуби миллати ўзбек С. Шарипов ҳам ҳаст.



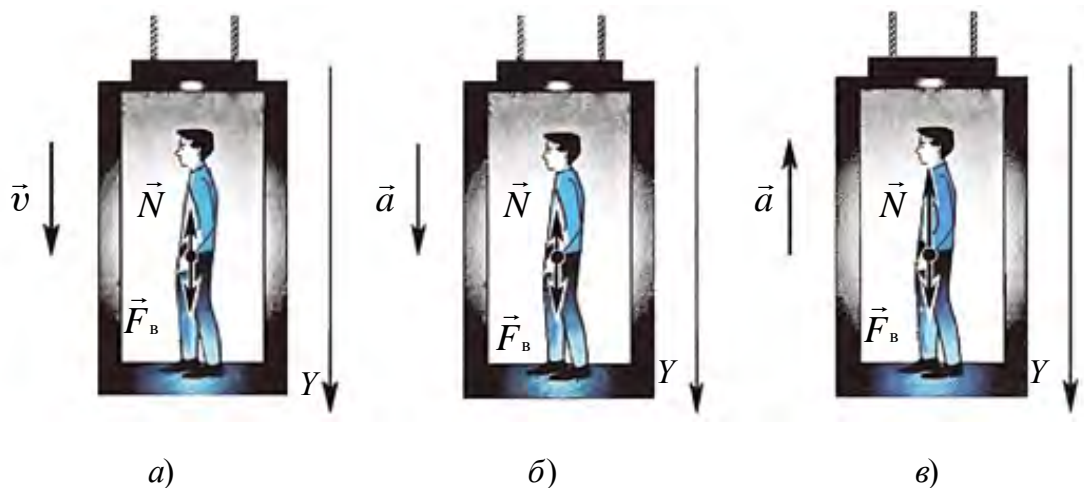
- 1. Барои чӣ Замин радифи маснӯи дар атрофаи ҳаракат кардаистодаро қазб карда намегирад?*
- 2. Моҳро ҳам чун радифи бо суръати якуми кайҳонӣ ҳаракатнок гуфта назар кардан мумкин аст?*
- 3. Бо зиёд шудани баландии парвози радифи маснӯъ аз сатҳи Замин суръати он чӣ гуна тағйир меёбад?*

Мавзӯи 12. ВОБАСТАГИИ ВАЗНИИ ҶИСМ БА НАМУДҲОИ ҲАРАКАТ

Дар замони ҳозира бисёрии биноҳои маъмурӣ, биноҳои истиқоматӣ бисёрошёнӣ сохта шудаанд, Барои ба ошёнҳои болоӣ баромадан ва фуromaдан аз лифтҳои истифода мебаранд. Ҳаракати одами дар лифт болораванда ва паст фурояндаро мебинем.

1. Дар лифт одами массааш m истодааст. Мавриди ҳаракатнокии лифт ба боло ё паст бо суръати собит $\vec{v} = \text{const}$ (расми 2.5-а) таъсири

(вазнини) одам ба поли лифт $P=mg$ мешавад. Дигар хел карда гӯем, хангоми ҳаракати лифт бо суръати собит вазнинии ҷисм дар ҳолати оромиш чӣ қадар бошад, ҳамон хел мемонад.



Расми 2.5.

2. Лифт \vec{a} ба поён бо шитоб ҳаракат карда истодааст (расми 2.5-б). Дар ин ҳол дар асоси қонуни дуҷуми Нютон

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}. \quad (2.7)$$

Дар ин ҷо \vec{N} – реаксияи поли лифт, m – массаи ҷисм.

Дар асоси қонуни дуҷуми Нютон вазнинии ҷисм $\vec{P} = -\vec{N}$. Аз ин рӯ (2.7) -ро ба ҳисоб гирифтӣ менависем

$$\vec{P} + m\vec{g} = m\vec{a}.$$

Вазни ҷисм дар вақти ҳаракати натиҷавӣ

$$\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a}) \quad (2.8)$$

мешавад.

Аз ин намоён аст, ки лифт ба паст бо шитоби a ҳаракат кунад, вазни одам ба ma кам мешудааст. Агар триси лифтро бардоранда якбора холи гузошта шавад, лифт ба паст бо шитоби $a = g$ ҳаракат мекунад ва вазни одам

$$P = m(g - a) = 0$$

мешавад.

Ҳолати ба сифр баробаршавии қувваи таъсири ҷисм ба таъягоҳ ё овеза, яъне нестшавии вазнинӣ бевазнӣ номида мешавад.

Бинобар ин, барои ба ҳолати бевазнӣ гузаштани ҷисм ба паст бо шитоби $g=9,81 \text{ м/с}^2$ бояд ҳаракат намояд. Аз ин рӯ, ҳангоми афтиши озоди ҷисмҳо, онҳо дар ҳолати бевазнӣ шуданашон бар меояд. Ҳолати бевазнӣ қисман мавриди арғунчакпарӣ, ҳангоми ҷаҳиш дар қисми фӯрӯдшавӣ, дар мотосиклчи бо инерсияш аз моил ҷаҳида мушоҳида мешавад. Ин басо вақти кам давом мекунад. Радифони маснӯи Замин, стансияҳои мадорӣ, ки космонавтҳо истиқомат доранд, муддати тӯлонӣ дар ҳолати бевазнӣ мешаванд. Дар ин вақт системаи гардиши хун ва хӯрокхӯрии организми инсон вайрон мешавад. Дар стансияҳои мадорӣ барои бартараф кардани оқибатҳои зарарноки ҳолати бевазнӣ чораҳои махсус дида мешавад.

3. Лифт ба боло бо шитоби \vec{a} боло рафта истодааст (расми 2.5-в). Дар ин ҳол вазни одами ба поли лифт (таъягоҳ) таъсирбахшанда ба

$$\vec{P} = m(\vec{g} + \vec{a}) \quad (2.9)$$

баробар мешавад.

Аз ин ҷо мебинем, ки лифт ба боло бо шитоб ҳаракат кунад, вазни одам ба қимати ta зиёд мешавад. Ин ҳолат *зиёдавазнӣ* номида мешавад.

Зиёдавазнӣ бо нисбати вазни ҷисми дар ҳаракат буда бар вазни ҳолати оромиши он ёфта мешавад:

$$n = \frac{m(g+a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g}. \quad (2.10)$$

Дар ин ҳолат зиёдавазнӣ пурра ба таъягоҳ меафтад. Лекин дар одам қисман зиёдавазнӣҳо ҳосил мешавад. Масалан, вазнинии сари одам ба гардани он, вазнинии сар, гардан китф ва дастон ба миён ва ҳоказоҳо ба пойҳо меафтад. Агар шитоби лифт дар атрофи $0,3-1 \text{ м/с}^2$ бошад, инсон онро ҳис намекунад. Лекин дар самолётҳои аз овоз тезтар, баландравии ракета шитоб то 100 м/с^2 мерасад. Бо гуфти лётчикҳо ва космонавтҳои ба ин ҳолат афтида, вазнинӣ онҳоро ба ҷои нишаст маҳкам мекунад, бардоштани дастон басо вазнин шуда, миччаро бардошта чашмро кушодан аз ҳад зиёд машаққатнок мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Лифт ба поён бо шитоби $4,5 \text{ м/с}^2$ ҳаракат карда истодааст. Вазнинии ҷисми дар он буда чанд маротиба кам мешавад?

| | | |
|---|---|---|
| Дода шуда аст: $a = 4,5 \text{ м/с}^2$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ | Формулааш: $P = m(g - a)$ $F = mg \quad n = \frac{F}{P}$ $n = \frac{mg}{m(g - a)} = \frac{g}{g - a}$ | Ҳалли он: $n = \frac{10}{(10 - 4,5)} \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{10}{5,5} = 1,82.$ |
| Ёфтан лозим $n = ?$ | | Ҷавобаш: 1,82 маротиба. |



1. Парашиотчи аз самолёт ҷаҳида: а) ҳангоми афтиши озод то кушодашавии парашиот; б) дар лаҳзаи кушодашавии парашиот; в) дар вақти парашиот бо суръати мунтазам ба поён фурумадан дар кадом ҳолат мешавад?
2. Агар лифти ба боло баромада истода ё поён фурумада истода тормоз хӯрад, одами даруни он воқеъбуда дар чӣ гуна ҳолат мешавад?
3. Ҷисм дар ҳолати уфуқӣ бо шитоб ҳаракат кунад, вазни он тағйир меёбадмӣ?

Мавзӯи 13. ҲАРАКАТИ ҶИСМ БО ТАЪСИРИ ЯКЧАНД ҚУВВА

Мавриди омӯзиши қонуни дуҷоми Нютон ҳолати ба ҷисм таъсирбахшии як қувва муоина шуда буд. Ҳангоми омӯзиши қонуни сеҷоми Нютон, таъсири ҷисмҳо якчанд қувваҳо байни якдигар таъсир бахшиданашонро бидидем.

Дар ҳаёти ҳаррӯза ҳам ҳолати ба ҷисм фақат як қувва таъсирбахшиданаш мушоҳида намешавад. Ба ҷисмҳои ҳаракатнок бидуни қувваи кашиш қувваи соиш ҳам таъсир мебахшад. Ба ҷисми массааш m -и дар сатҳи уфуқӣ буда қувваи қашии F_k таъсир карда истода бошад. Дар ин вақт ба он қувваи соиш F_c ҳам таъсир мебахшад. Агар $F_k > F_c$ бошад, ҷисм ба ҳаракат меояд. Барои амиқ кардани шитоби ҷисм дар ин ҳолат аз кадом қувва истифода мебарем? Дар ин ҷо аз мафҳуми қувваи баробартаъсиркунанда истифода мебарем. Қувваи баробартаъсирбахш гуфта суммаи геометрии ҳамаи қувваҳои ба ҷисм гузошташударо, яъне қувваи натиҷавиро мефаҳманд. Дар ҳолати мазкур

$$\vec{F} = \vec{F}_k + \vec{F}_c \text{ мешавад.}$$

Суммаи вектори қувваҳои кашанда ва соишро дар тирҳои координатӣ бо проексияҳо иваз карда, суммаи алгебравӣ гирифта мешавад. Дар ин ҳол қувваҳои ба ҷисм таъсирбахшанда, ки самтҳои зиддоранд, модули онҳо бо

$$F = F_{\text{к.}} - F_{\text{с.}}$$

аниқ карда мешаванд.

Шитоби гирифтаи ҷисм дар асоси қонуни дуёми Нютон бо

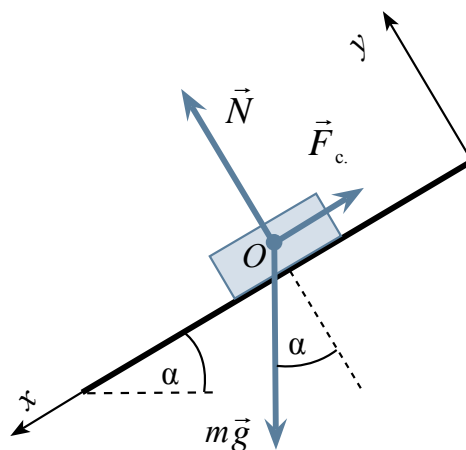
$$a = \frac{F_{\text{к.}} - F_{\text{с.}}}{m} \quad (2.11)$$

ифода меёбад.

Ба ҳолате, ки ба ҷисм якчанд қувва таъсир мекунад, ду масъаларо дида мебароем.

1. Шарти мувозинатии ҷисми ба ҳамвории моил гузоштасуда ва шитоби афтиши онро дида мебароем (расми 2.6). Дар ин ҷо α -кунҷи моилии ҳамвории моил. Коэффитсиенти соиши байни ҳамвории моил ва тахтачаи ба он гузошта ба μ баробар аст.

Ба тахтачаи ба ҳамвории моил гузошта қувваи вазнинӣ $m\vec{g}$, қувваи реаксияи нормалӣ \vec{N} ва қувваи соиши ороми бо ҳамвории ба боло равонаи $\vec{F}_{\text{с.}}$ таъсир мекунад.



Расми 2.6.

Тири x -ро аз рӯи сатҳи ҳамвории моил ба поён раво карда, тири y -ро ба ҳамворӣ амудӣ раво мекунем.

Барои дар ҳолати мувозинатӣ мондани ҷисм дар ҳамвории моил баробар таъсиркунандаи ҳамаи қувваҳои ба он таъсирбахшанда бояд ҳеҷ бошад.

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{с.}} = 0.$$

Барои ин дар тирҳои координатӣ доир ба проексияи онҳо системаи муодилаҳоро менависем:

1) дар самти тири x $mg \sin\alpha - \vec{F}_{\text{с.}} = 0$;

2) дар самти тири y $-mg \cos\alpha + N = 0$.

Барои он, ки ҷисм дар ҳамвории моил дар мувозинат бимонад, нобаробарии $\vec{F}_c \geq mg \cdot \sin\alpha$ иҷро шавад.

Дар асоси муодилаи якум $\vec{F} = mg \cdot \sin\alpha$, дар асоси муодилаи дуюм $N = mg \cdot \cos\alpha$ мешавад. Ин ифодаҳо ва $\vec{F}_c = \mu N$ ро ба ҳисоб гирем, $mg \sin\alpha \leq \mu mg \cos\alpha$ иҷро мешавад. Аз ин $\text{tg}\alpha \leq \mu$ бармеояд.

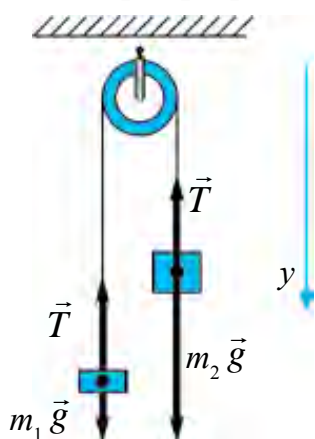
Ҳамин тавр шарт $\text{tg}\alpha \leq \mu$ иҷро шавад, тахтача дар ҳамвории моил дар мувозинат мемонад.

Агар $\text{tg}\alpha \geq \mu$ бошад, ҷисм дар ҳамвории моил ба поён бо шитоб ҳаракат мекунад. Барои ёфтани шитоб муодилаи $ma = mg \cdot \sin\alpha - \mu mg \cdot \cos\alpha$ ро тартиб медиҳем. Ҳар ду қисми муодиларо ба m ихтисор намуда ба,

$$a = g (\sin\alpha - \mu \cos\alpha) \quad (2.12)$$

соҳиб мешавем.

2. Ба ғарғараи беҳаракати массааш нозизи дар дараҷаи ба ҳисобнагирӣ буда бори массаҳояшон m_1 ва m_2 овехта шудааст (расми 2.7). Агар $m_2 > m_1$ бошад, шитоби ҳаракати онҳо ва тарангии ресмон ёфта шавад. Қувваи соиш дар ғарғара ва массаи ресмон ба ҳисоб гирифта нашавад.



Расми 2.7.

Ба ҳар як бор ду қувва таъсир мекунад: қувваи вазнинӣ ва қувваи тарангии ресмон.

Талаби ба ҳисоб нагирифтани массаи ғарғара ва ресмон, инчунин соишро ба ҳисоб нагирифтани ҳаминро мефаҳмонад, ки тарангии ресмони ду тараф як хел мешавад. Онро бо T ифода мекунем.

Муодилаи қонуни дуҷуми Нютонро барои борҳо менависем:

Аз сабаби наёзанда будани ресмон модули кӯчиши борҳо ва ба ҳамин мувофиқ, суръат ва шитобашон баробар мешавад. Модули шитоби борҳоро бо a ишора мекунем. Дар ин ҳол тири y -ро ба поён самт дода системаи муодилаҳои проексияҳои дар он бударо тартиб медиҳем:

$$\begin{cases} m_1 g - T = -m_1 a, \\ m_2 g - T = m_2 a. \end{cases}$$

Аз муодилаи дуюм муодилаи якумро тарҳ мекунем

$$g (m_2 - m_1) = a (m_2 + m_1).$$

Аз ин

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g. \quad (2.13)$$

Аз муодилаи якум муодилаи дуҷумро тарҳ карда $T = m_1(g + a)$ ро, аз дуҷумаш якумашро тарҳ намуда, $T = m_2(g - a)$ ро ҳосил мекунем. Ин вазнинии ҷисмҳои бо шитоб яке ба поён, дигаре ба боло ҳаракат кардаистода аст. Аз сабаби борҳо бо шитоб ҳаракат карда истоданашон, массаҳо ҳар хел бошанд ҳам, вазнашон як хел мешавад, ифодаи барои шитоб ёфтара ба ифодаи тарафи дилҳохи ресмон гузорем, ба,

$$T = 2 \frac{m_2 m_1}{m_2 + m_1} g \quad (2.14)$$

соҳиб мешавем. Бо ин ифода вазнинии ҳар як бор ёфта мешавад.

$$P_1 = P_2 = 2 \frac{m_2 m_1}{m_2 + m_1} g. \quad (2.15)$$



1. Қувваи баробартаъсиркунандаи ба ҷисм гузошташуда чӣ хел ёфта мешавад?
2. Кор бо проексияи қувваҳо дар тирҳои координатӣ нисбат ба ҷамъи векторҳо чӣ афзалиятҳо дорад?
3. Ҳангоми таъсири якҷанд қувваҳо ба ҷисм шарти дар мувозинат шудани он чӣ хел аниқ карда мешавад?
4. Вазнинии борҳои ба ресмон овезони ғарғара дар вақти ҳаракат барои чӣ баробар шуда мекӯнад?

Машқи 2

1. Бومي хона нисбат ба уфуқ 30° -ро ташкил медиҳад. Коэффитсиенти тагҷарми одами дар болои бом роҳ гаштаистода ба бом чӣ қадар бошад, вай налағжида роҳ гашта метавонад? (Ҷавобаш: 0,58).

2. Ба нўгҳои ресмони аз ғарғараи беҳаракат гузаронидашуда борҳои 50 г ва 75 г овехта шудааст. Массайи ресмон ва ғарғара дар дараҷаи ба ҳисобнагирӣ хурд аст. Ресмон наёзанда гуфта, суръати шитоби ҷисмҳо ва қувваи тарангии ресмонро ёбед. (Ҷавобаш: $1,96 \text{ м/с}^2$; 0,6 Н).

3. Ба болои ароба зарфи моеъдор гузошта шудааст. Ароба дар самти уфуқӣ бо шитоби a ҳаракат карда истодааст. Ҳангоми сатҳи моеъ дар ҳолати барқарорӣ буда нисбат ба горизонт чӣ гуна кунҷ ҳосил мекунад? (Ҷавобаш: $\text{tg}\alpha = \frac{a}{g}$).

4. Ҷисми тахти қувваи доимӣ ҳаракатро сар намуда дар сонияи якум 0,5 м роҳ рафт. Агар массаи ҷисм 25 кг бошад, қувваи таъсирбахш ба чанд баробар аст? (Ҷавобаш: 25 Н).

5. Ҷисми массааш 50 г тахти таъсири қувваи собит ҳаракат сар намуда дар 2 сония 1 м роҳ рафт. Қувваи таъсирбахш ба чанд баробар аст? (Ҷавобаш: 0,025 Н).

6. Дар сатили обдори ба лифт гузошта ҷисме шино мекунад. Агар лифт ба боло (паст) бо шитоби a ҳаракат кунад, чуқурии ғӯтиш оё тағйир меёбад?

7. Ба силиндри массааш M ресмон печонида шудааст. Сипас силиндриро ба паст партофта аз нӯги ресмон ба боло кашида истоданд. Дар ин ҳолат маркази массаи цилиндр ҳангоми дарозшавии ресмон айнан дар як хел баландӣ монд. Тарангии ресмон ба чанд баробар аст?

8. Дар тахтачаи уфуқӣ боре ҳаст. Коэффитсиенти соиши байни бор ва тахтача 0,1. Ба тахтача дар самти уфуқӣ чӣ гуна шитоб дода шавад, бори болои он лағжида меафтад? (Ҷавобаш: 1 м/с^2).

9. Дар болои варақи қоғаз цилиндр истодааст. Баландии цилиндр 20 см ва диаметри асос 2 см. Қоғазро бо кадом шитоби минималӣ кашем, цилиндр меафтад? (Ҷавобаш: $a = 0,1 \text{ м/с}^2$).

10. Автомобили бебори массааш 6 т бо шитоби $0,6 \text{ м/с}^2$ ҳаракат сар намуд. Агар вай бо ҳамон қувваи кашиш бо шитоби $0,4 \text{ м/с}^2$ ҳаракат сар кунад, ба он чӣ қадар бор гузоштаанд? (Ҷавобаш: 3 т).

Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби II

1. Ҷумларо пурра кунед. Системаҳои сарҳисоби дар ҳолати оромӣ буда ё ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода ... номида мешавад.
А) ... системаҳои сарҳисоби нисбӣ;
В) ... системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ;
С) ... системаҳои сарҳисоби ноинерсиалӣ;
Д) ... системаҳои сарҳисоби мутлақ.
2. Ҷисми массааш 10 кг бо таъсири қувваи 20 Н чӣ гуна ҳаракат мекунад?
А) бо суръати 2 м/с мунтазам;
В) бо шитоби 2 м/с^2 мунтазам тезшаванда;
С) бо шитоби 2 м/с^2 мунтазам сустшаванда;
Д) бо суръати 20 м/с, мунтазам.
3. Дар лифти бо шитоби 1 м/с^2 ба боло рафта истода одами массааш 50 кг истодааст. Вазнинии одам ба чӣ баробар аст (Н)?
А) 50; В) 500; С) 450; Д) 550.

4. Ба ғарғараи беҳаракат ба воситаи ресмон бори массаҳояшон m_1 ва m_2 овета шудаанд. Онҳо бо кадом шитоб ҳаракат мекунанд? $m_1 < m_2$ гуфта гиред.
- A) $a = \frac{m_2 + m_1}{m_2 - m_1} g$; B) $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g$; C) $a = \frac{m_1 - m_2}{m_2 + m_1} g$; D) $a = 0$.
5. Дар кадом ҳаракати лифт дар ҷисми дар он буда зиёдавазнӣ ба вучуд меояд?
- A) бо суръати бетағйир ба боло; B) бо суръати бетағйир ба поён;
C) бо шитоби доимӣ ба боло; D) ҳангоми беҳаракатии лифт.
6. Мадори геостатсионари радиф гуфта чиро мефаҳманд?
- A) Мадори минималии радиф аз сатҳи Замин;
B) Мадори максималии радиф аз сатҳи Замин
C) Мадори дар ягон баландии маълум пеш нарафта истодани радиф аз сатҳи Замин;
D) Мадоре, ки космонавтҳо дар радиф мушоҳидаҳо мебаранд.
7. Ба нӯгҳои динамометр дуто қувваҳои 60 Н-ии ба ҳам муқобил гузошта шавад, динамометр чанд нютонро нишон медиҳад?
- A) 15; B) 30; C) 60; D) 120.
8. Қувваҳои 3 Н ва 4 Н ба як нуқта гузошта шудаанд. Кунҷи байни самтҳои қувва 90° . Модули қувваи баробар таъсиркунанда чӣ қадар аст?
- A) 1; B) 5; C) 7; D) 3.

**Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар
боби II омӯхташуда**

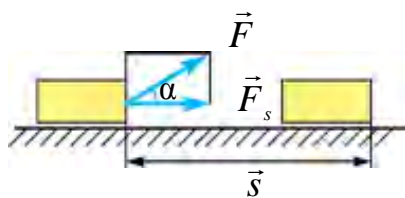
| | |
|--|--|
| Таърифе, ки Галилей ба қонуни якуми динамика додааст | Агар ба ҷисм ҳеҷ гуна ҷисмҳои дигар таъсир накунад, ҷисм нисбат ба Замин ҳолати оромӣ ё ҳаракати ростхаттаи мунтазами худро нигоҳ медорад. |
| Қонуни якуми динамика | Ҳамин гуна як системаҳои сарҳисоби системаи инерсиалӣ ном гирифта мавҷуданд, ки ҷисми дар он буда аз ҷисмҳои дигар ба дараҷаи кофӣ дур ҷойгир шуда бошад, дар ҳолати оромӣ ё ҳаракати ростхаттаи мунтазам мешавад. |
| Қувва | Дар механика дар натиҷаи таъсири мутақобили ҷисмҳо ба ченаки миқдории, ки сабаби шитоб шудааст, қувва номида мешавад. |

| | |
|---|--|
| Массаи инертӣ | Бузургии ба ҷисм тааллуқи бо нисбати $\frac{F}{a}$ ченшаванда. |
| Қонуни дуёми динамика | Шитоби гирифтаи ҷисм ба қувваи ба он гузошташуда мутаносиби роста асту ба массаи он мутаносиби чаппа: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ ҳосили зарби массаи ҷисм бар шитоби он ба баробартаъсиркунандаи қувваи ба ҷисм таъсирбахшанда баробар аст: $F = m \vec{a}$. |
| Қонуни сеюми динамика | Таъсир ҳар доим таъсири аксро ба вучуд меорад. Онҳо аз ҷиҳати қимати ададӣ ба якдигар баробар буда, аз рӯи як хати рост зидди якдигар равонаанд: $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$. |
| Системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ | Системаҳои сарҳисоби дар ҳолати оромиш буда ё нисбатан ҳаракати ростхаттаи мунтазам кардаистода. |
| Системаҳои сарҳисоби ноинерсиалӣ | Системаҳои сарҳисоби қачхатта ё бо шитоб ҳаракат кардаистода. |
| Қувваи инерсионӣ | Қувваи дар системаҳои сарҳисоби бо шитоб ҳаракаткунанда пайдошуда. |
| Суръати якуми кайҳонӣ | Суръате, ки ҷисм барои радифи маснӯи Замин шудан лозим аст – 7,91 км/с. |
| Суръати дуёми кайҳонӣ | Суръате, ки ба сайёраҳои системаи Офтобӣ рафтани лозим аст – 11,2 км/с. |
| Суръати сеюми кайҳонӣ | Суръате, ки барои қувваи ҷозибии системаи Офтобиро бартароф намуда, онро тарк кардан лозим аст – 16,7 км/с. |
| Қувваи вазнинии ҷисми бо шитоби \vec{a} амудӣ ҳаракат кардаистода | $\vec{P} = m (\vec{g} - \vec{a})$ – вазнинии ҷисми ба поён ҳаракатнок. $\vec{P} = m (\vec{g} + \vec{a})$ – вазнинии ҷисми ба боло ҳаракатнок. |
| Бевазнӣ | Ҳолати таъсири қувваи ба такягоҳ ё овеза кардаи ҷисм ҳеҷ будан, яъне ҳолати гумшавии вазнинӣ. |
| Зиёдавазнӣ | $n = \frac{P}{mg} = \frac{g+a}{g}$. |

Боби III. ҚОНУНҲОИ БАҚО ДАР МЕХАНИКА

Мавзӯи 14. ЭНЕРГИЯ ВА ҚОР. ҚОНУНИ БАҚОИ ЭНЕРГИЯ. ҚОРИ ИЧРОҚАРДАИ ЧИСМ МАВРИДИ ҲАРАКАТ ДАР ҲАМВОРИИ МОИЛ

Энергия – ченаки микдории ҳаракатҳои шаклашон гуногун ва таъсирҳои мутақобил аст. (вай аз калимаи юнонии *энергия–таъсир* гирифта шудааст). Энергия ба шакли ҳаракатҳои дар табиат буда нигоҳ карда, ҳар хел мешавад. Масалан, энергияҳои механикӣ, гармӣ, электромагнитӣ, ядрой ва ғайраҳо. Онҳо бо таъсири мутақобил аз як шакл ба шакли дигар мегузаранд. Лекин дар ҳамаи ин ҳараёнҳо энергияи аз ҷисми якум ба ҷисми дуюм нақлкарда (новобаста аз дар кадом шакл буданаш), ба энергияи ҷисми дуюм аз ҷисми якум гирифта баробар мешавад.



Расми 3.1.

Аз қонуни дуюми Нютон маълум аст, ки барои тағйир додани ҳаракати механикӣ ҷисм ба он бояд ҷисмҳои дигар таъсир бахшанд. Дигар хел бигӯем, байни ин ҷисмҳо мубодилаи энергияҳо рӯй медиҳад. Барои дар механика тавсиф додани ин гуна мубодилаи энергия мафҳуми қори механикӣ қабул карда

шудааст ва дар физика бо ҳарфи A ишора мекунанд.

Қори механикӣ. Бузургии ба ҳосили зарби скалярии қувва ва кӯчиши тахти ҳамин қувва дар самти таъсири он рӯйдодаро қори механикӣ меноманд, яъни

$$A = (\vec{F} \cdot \vec{s}) = F \cdot s \cdot \cos \alpha. \quad (3.1)$$

Дар ин ҷо: α – кунҷи байни қувва \vec{F} ва кӯчиш \vec{s} (расми 3.1).

Агар $\cos \alpha = \frac{F_s}{F}$; $F_s = F \cdot \cos \alpha$ ро ба ҳисоб гирем, (3.1) намуди зайл мегирад:

$$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha = F_s \cdot s. \quad (3.2)$$

дар инҷо F_s – проексияи кӯчиш дар самти қувва.

Ба ифодаи (3.2) асос карда, хулосаи зеринро баровардан мумкин: агар $\alpha < \frac{\pi}{2}$ бошад, $0 < \cos\alpha < 1$ – кори қувва мусбат, самти қувва ва кӯчиш мувофиқ меоянд;

агар $\alpha > \frac{\pi}{2}$ бошад, $-1 < \cos\alpha < 0$ – кори қувва манфӣ, самти қувва ва кӯчиш зид аст;

агар $\alpha = \frac{\pi}{2}$ бошад, $\cos 90^\circ = 0$ шуда, кори қувва ба сифр баробар, қувва ба самти кӯчиш амудӣ аст.

Кор бузургии аддитивӣ (*дар физика калимаи аддитив* – маънои бузургиҳои физикии дар система буда дар ҳолати умумӣ яклухт ҳисоб карда шуда, вай аз суммаи қисмҳои ин бузургиро ташкилдиханда иборатро мефаҳмонад).

Агар ба қисм якчанд қувва таъсир карда истода бошад,

$$F_s = F_{s1} + F_{s2} + F_{s3} + \dots + F_{sn}$$

мешавад, дар ин ҳолат кори пурра, ба кори баробар таъсиркунандаи онҳо иҷрокарда баробар аст.

$$A = F_s \cdot [\Delta s] = F_{s1} \cdot [\Delta s_1] + F_{s2} \cdot [\Delta s_2] + F_{s3} \cdot [\Delta s_3] + \dots + F_{sn} \cdot [\Delta s_n]$$

ё

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n.$$

Воҳиди кор. Воҳиди кор дар СИ Ҷоул (Ҷ):

$$[A] = [F] \cdot [s] = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1 \text{ Ҷ}. \quad (3.3)$$

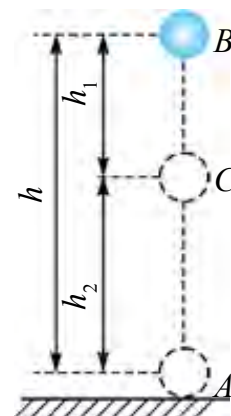
Ба сифати воҳиди кор дар СИ кори иҷрокардаи бо таъсири қувваи 1 Н кӯчиш қисм ба 1 м баробар қабул шуда аст.

Кори қувваи вазнинӣ. Дар баландиҳои ба сатҳи Замин наздик ба қисм аз тарафи Замин қувваи вазнинии $P = mg$ таъсир мекунад. Аз нуқтаи B -и аз сатҳи Замин дар баландии h буда, қисм ба нуқтаи C -и аз сатҳи Замин дар баландии h_2 воқеъ буда гузарад, кӯчиши он $h_1 = h - h_2$ мешавад (расми 3.2). Дар ин ҳолат кори қувваи вазнинӣ чунин ифода карда мешавад:

$$A = Ph_1 = mg(h - h_2) = mgh - mgh_2. \quad (3.4)$$

Дар ин ҷо: P –вазнини ҷисм, m –массаи он, g –шиктоби афтиши озод, h –масофаи амудии байни сатҳҳои, h_1 ва h_2 .

Кори иҷрокардаи қувваи вазнинӣ ба шакли роҳ новобаста буда, фақат ба баландии афтиш вобаста аст. Аз ин рӯ, корҳои бо таъсири қувваи вазнинӣ иҷрошаванда на ба шакли траектория, балки ба ҳолати ибтидоӣ ва интиҳоии ҷисм вобастаанд. Ин гуна қувваҳо қувваҳои *потенциалӣ* ва *консервативӣ* номида мешаванд. Майдони ин гуна қувваҳо *майдони потенциалӣ* гуфта мешавад.



Расми 3.2.

Мавриди ҳаракати ҷисм ба поён қувваи вазнинӣ ва кӯчиш ҳамсамт, аз ин рӯ кори иҷрошуда мусбат, хангоми ҳаракат ба боло онҳо зидсамт, бинобар ин кори иҷрошуда манфӣ аст. Ҳамин тавр, таҳти қувваи вазнинӣ ҷисм кӯчад ва боз ба ҳолати ибтидоӣ ояд, кори иҷрошуда ба сифр баробар аст.

Энергияи пурраи механикӣ гуфта, суммаи энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ ҷисмро меноманд. Масалан, энергияи пурраи ҷисми аз сатҳи Замин дар баландии h , бо суръати v , ки массааш m аст чунин ифода мекунаманд

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh. \quad (3.4)$$

Энергияи механикии пурра зери таъсири мутақобили ҷисмҳо бо мурури вақт тағйирнопазиранд:

$$E = E_k + E_p = \text{const}. \quad (3.5)$$

Ин қонуни бақои энергияи механикӣ номида мешавад.

Иҷрошавии қатъии қонуни бақои энергияро таҷрибаҳои зиёди гузаронидашуда ва хулосаҳои назариявӣ нишон медиҳанд. Дар табиат фақат табдилёбии як намуди энергия ба намуди дигар (масалан, аз энергияи механикӣ ба энергияи ҳароратӣ) рӯй медиҳад. Аз ҳамин сабаб ин қонун қонуни бақо ва табдили энергия ҳам гуфта мешавад. Ин яке аз қонунҳои асосии табиат буда, на фақат ба системаи макроскопӣ, балки ба микроҷисмҳо ҳам ҷой дорад.

Энергия ҳеч гоҳ нест ҳам намешавад, аз нестӣ пайдо ҳам намешавад, вай фақат аз як намуд ба намуди дигар табдил ёфтаниш мумкин.

Дар системаҳои сарбаст энергияи пурра доимӣ (собит) мемонанд.

Барои мисол, энергияи потенциали аз баландии h афтидаистода ба қувваи вазнинии он вобаста буда, ба вақти гузаронидани таҷриба мутлақо вобаста нест.

Коеффитсиенти кори фойданок. Бузургие дохил намудаанд, ки кадом қисми энергияи ба худ сарфкардаи мошин ва муҳаррикҳо ба кори фойданок табдил ёфтаниширо нишон медиҳад.

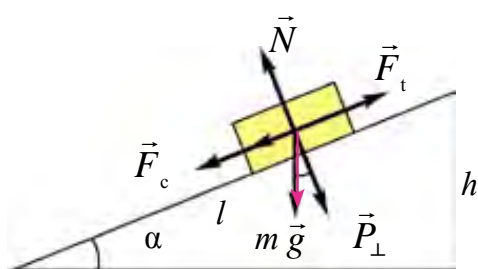
Нисбати кори фойданок ба кори пурра коеффитсиенти кори фойданок (К.К.Ф.) номида мешавад ва бо ҳарфи η ишора мекунад.

Агар кори фойданокро бо $A_{\text{ф}}$, кори пурраро бо $A_{\text{п}}$ ифода кунем, он гоҳ формулаи ККФ-ро чунин менависанд:

$$\eta = \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{п}}} \cdot 100\%. \quad (3.6)$$

ККФ аз як (100%) калон намешавад. Дар машина ва муҳаррикҳо бо сабаби кори қувваи соиш як қисми энергияи пурра исроф мешавад ва аз ин рӯ ККФ ҳама вақт аз як хурд мешавад.

Ҳангоми дар ҳамвории моил ба боло ҳаракаткунии ҷисм кори иҷрошударо дида мебароем. Дар асоси қоидаи тиллоии механика аз қувва чӣ қадар бурд ҳосил кунем, аз роҳ ҳамон қадар бой медиҳем.



Расми 3.3.

Ҳамвории моил ҳам аз кор бурд намедиҳад. Кунҷи моилро кам намуда мавриди бардоштани бор аз қувва бурд ҳосил мекунем. Лекин аз зиёдшавии масофаи кӯчиш кори иҷрошуда тағйир намеёбад. Қисми вазниниаш P -и дар ҳамвории моили дарозиаш l ва баландиаш h ба боло ҳаракат кардаистодаро дида мебароем (расми 3.3). Дар ин ҷо ба ҷисм қувваи соиш F_c , қувваи қашииш F_k -и ба ҳамвории моил параллел, қувваи $F_{\text{нр}}$ -и ба ҳамвории моил амудӣ ва ба ин қувваи амудӣ зид равони N (қувваи реаксияи ҳамвории моил) таъсир мекунад.

Агар қувваи соиш ба ҳисоб гирифта нашавад, ба,

$$A_{\phi} = A_1 = mgh \quad (3.7)$$

баробар аст. Агар соиш ба ҳисоб гирифта шавад,

$$A_n = A_1 + A_2 \quad (3.8)$$

ва

$$A_2 = F_c \cdot l = \mu N \cdot l = \mu mg \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = h \mu mg \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (3.9)$$

мешавад. Дар ин ҳол A_n чунин намуд мегирад:

$$A_n = mgh + \mu mgh \cdot \operatorname{ctg} \alpha = mgh(1 + \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha). \quad (3.10)$$

Коеффитсиенти кори фоиданок:

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{A_n} = \frac{mgh}{mgh(1 + \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha)} = \frac{1}{1 + \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha}. \quad (3.11)$$

Қувваи ба қисм таъсирбахши кашанда

$$\vec{F} = \vec{F}_n + F_s = \vec{P} \cdot \sin \alpha + \mu \vec{N} = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha). \quad (3.12)$$

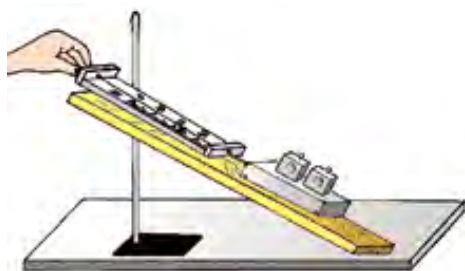


1. Кори механикӣ чӣ тавр муайян карда мешавад?
2. Кори қувваи вазнинӣ ба чӣ баробар аст?
3. Дар табиат қонуни бақои энергия оё ҳама вақт иҷро мешавад?
4. Оё ҳамвории моил аз қувва бурд медиҳад?

Мавзӯи 15. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: МУАЙЯН КАРДАНИ КОЭФФИТСИЕНТИ КОРИ ФОИДАНОКИ ҲАМВОРИИ МОИЛ

Мақсади кор: Омӯхтани ҳамвории моил ва аз он ба чӣ мақсад истифода бурдан. Бо динамометр чен кардани вазни қисмҳоро аз худ намудан. Дар амал мустаҳкам кардани донишҳо оиди кори фоиданок ва пурра инчунин оиди коеффитсиенти кори фоиданок. Ҳисоб карда тавонистани хатоҳо.

Асбобҳои лозимӣ: тахтаи борики дароз, штативи панҷадор, тахтача, маҷмӯи борҳо, динамометр.



Расми 3.4.

Ицрои кор:

1) тахтаи борик ба штатив маҳкам карда мешавад. Пас аз он баландӣ h ва дарозии ҳамвории моил l чен карда мешавад;

2) бо ёрии динамометр вазни тахтача P -ро аниқ мекунанд;

3) тахтачаро ба ҳамвории моил гузошта бо ёрии динамометр мунтазам

ба боло бо қувваи F ҳаракат мекунонанд;

4) Кори пурра бо ёрии $A_n = F \cdot l$, кори фоиданок бо ёрии $A_\phi = P \cdot h$ ҳисоб карда мешаванд.

5) бо ёрии ифодаи $\eta = \frac{A_\phi}{A_n}$ коэффитсиенти кори фоиданокро ҳисоб мекунанд.

Таҷрибаро камиш се маротиба тақрор мекунанд ва натиҷаҳо ба ҷадвали зерин навишта мешавад.

| № | l , (м) | h , (м) | F , (Н) | P , (Н) | A_n , (Ҷ) | A_ϕ , (Ҷ) | η , (%) |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|----------------|--------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

Таҷрибаро бо ҳамвориҳои моили гуногун (баландихояш h гуногун) гузаронида, оид ба вобастагии коэффитсиенти кори фоиданок ба кунҷи ҳамвории моил хулосаҳо мебароранд.

- ?** 1. Ҳамвориҳои моил чӣ гуна таҷҳизот ва онро бо кадом мақсад истифода мебаранд?
2. Кори фоиданок ва пурраро чӣ тавр муайян мекунанд?
3. Сабаби аз кори пурра хурд шудани кори фоиданок чист?
4. Вобастагии коэффитсиенти кори фоиданок ба кунҷи ҳамвориҳои моилро чӣ тавр мефаҳмед?

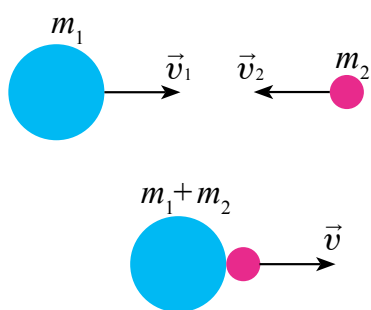
Мавзӯи 16. БАРХҶҶРДИ МУТЛАҚ ЧАНДИР ВА НОЧАНДИРИИ ЧИСМҶО

Дар давоми вақти бағоят хурд таъсирбахшии ду ё аз он зиёди чисмҷо бархӯрӣ номида мешавад.

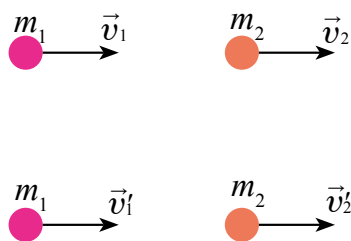
Бархӯрд дар табиат бисёр вомехӯрад. Бархӯрди саққоҳои билярд, чаҳиши одам бар замин, кӯфтани мех бо болға, тӯбзании футболчӣ ва ғайраҳо мисоли бархӯрд мешаванд.

Пас аз бархӯрд ба натиҷаи деформатсияи чисмҷо назар карда, онро ба ду намуд: бархӯрди мутлақ чандир ва бархӯрди мутлақ ночандир ҷудо мекунам.

Бархӯрди мутлақ ночандир. Ду саққоҳои деформатсияшаванда бо якдигар бархӯрда якҷоя ё бо суръати баробар ҳаракат кунанд, бархӯрди мутлақ ночандир номида мешавад. Пас аз бархӯрд саққоҳо якҷоя шуда ҳаракат намуданашон мумкин. Бархӯрди саққоҳои аз пластилин ё аз лой сохташуда ба ин мисол шуда метавонанд (расми 3.5).



Расми 3.5.



Расми 3.6.

Суръати ҷисми массааш m_1 пеш аз бархӯрӣ \vec{v}_1 , суръати ҷисми массааш m_2 пеш аз бархӯрд \vec{v}_2 бошад. Пас аз бархӯрд суръат \vec{v} бошад, қонуни бақои импульсро татбиқ намуда, ҳосил мекунем:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}.$$

Аз ин

$$\vec{v} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}. \quad (3.13)$$

Дар бархӯрди мутлақ ночандир қонуни бақои энергияи механикӣ иҷро нашуда, як қисми он ба энергияи дохилии саққо табдил мешавад.

Бархӯрди ду сакқои деформатсиянашаванда бархӯрди мутлақ чандир гуфта мешавад. Дар ин ҳолат энергияҳои кинетикии пеш аз бархӯрд доштаи сакқоҳо пурра ба энергияи кинетикии онҳо пас аз бархӯрд мубаддал мешаванд.

Дар бархӯрди мутлақ чандир қонунҳои бақои импульс ва энергияи кинетикӣ ҷой доранд.

Суръати сакқоҳои массаҳояшон m_1 ва m_2 то бархӯрд мувофиқан \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 пас аз бархӯрд \vec{v}'_1 ва \vec{v}'_2 бошад. Самти ҳаракатҳои онҳоро ба ҳисоб гирифта, ишораи ҳаракат ба тарафи ростро мусбат, ба тарафи чапро манфӣ мегирем (расми 3.6). Ба ин ҳол қонунҳои бақо ба импульс ва энергияи кинетикӣ чунин мешаванд:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2 \quad (3.14)$$

$$\frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} = \frac{m_1 \cdot v_1'^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2'^2}{2}$$

Формулаҳои болоиро якҷоя ҳал намуда, суръатҳои v'_1 ва v'_2 ро ёфтани мумкин:

$$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}, \quad v'_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}. \quad (3.15)$$



1. Чӣ гуна бархӯрд бархӯрди мутлақ ночандир гуфта мешавад?
2. Дар бархӯрди мутлақ ночандир оё қонуни бақои энергия иҷро мешавад?
3. Чӣ гуна бархӯрд бархӯрди мутлақ чандир гуфта мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Таҳти таъсири қувваи тағйирнопазири F вагон 5 м роҳ рафт ва 2 м/с суръат гирифт. Агар массаи вагон 400 кг ва коэффитсиенти соиш 0,01 бошад, кори иҷрокардаи қувва A ро ёбед.

Дода шуда аст:

$$F = \text{const};$$

$$s = 5 \text{ м};$$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 400 \text{ кг};$$

$$\mu = 0,01$$

Ёфтани лозим

$A = ?$

Ҳалли он:

Кори қувва иҷронамуда: A , ҳангоми кӯчиши вагон кори A_0 энергияи кинетикии ба он додасуда E_k кори иҷрошуда бошад, ба суммаи инҳо баробар аст

$$A = A_0 + E_k.$$

Дар ин ҷо: $F_c = \mu P$. $P = mg$ буданаширо ба эътибор гирем $A_0 = F_{\text{ish}} \cdot s = \mu mgs$. Дар навбати худ энергияи кинетикии вагон гирифта

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

Ҳамин тавр, кори қувваи F иҷронамуда $A = \mu mgs + \frac{mv^2}{2}$. Аз қиматҳои додасуда истифода барем $A = 0,01 \cdot 400 \cdot 9,8 \cdot 5 \text{ Ҷ} + \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 4 \text{ Ҷ} = 996 \text{ Ҷ}$.

Ҷавобаш: $A = 996 \text{ Ҷ}$.

Машқи 3

1. Вагони массааш 20 т, суръаташ 0,3 м/с ба вагони массааш 30 т ва суръаташ 0,2 м/с расида мегирад. Агар бархӯрд ночандир бошад, пас аз васлшавӣ онҳо бо кадом суръат ҳаракат мекунанд? (Ҷавобаш: $v = 0,24 \text{ м/с}$).

2. Одам ҷисми массааш 2 кг бударо ба баландии 1 м бо шитоби 3 м/с^2 бардорадчӣ қадар кор иҷро мекунад? (Ҷавобаш: $A = 26 \text{ Ҷ}$).

3. Киштии кайҳонии массааш 6,6 т дар мадор бо суръати 7,8 км/с ҳаракат, карда истода бошад, энергияи кинетикии он ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: $E_k = 200 \text{ ГҶ}$).

4. Ҷисми массааш 3 кг-и аз баландии 5 м озод афтада истода дар баландии 2 м аз сатҳи Замин дорои чӣ қадар энергияи потенциалии ва кинетикӣ аст? (Ҷавобаш: $E_p = 60 \text{ Ҷ}$; $E_k = 90 \text{ Ҷ}$).

5. Барои тӯби ба Замин афтада баргашта ба баландии $2h$ баромаданаш онро аз баландии h бо чӣ гуна суръати ибтидоии v_0 ба поён бояд партофт? Бархӯрд бо Замин мутлақ чандир ҳисобида шавад. (Ҷавобаш: $v_0 = \sqrt{2gh}$).

Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби III омӯхташуда

| | |
|-----------------------------------|--|
| Энергия | Ченаки миқдории ҳаракатҳои шаклашон гуногун ва таъсири мутақобил. Воҳиди он дар СИ 1 Ҷ. |
| Кори механикӣ | Бузургии ба ҳосили зарби скалярии қувва ва кӯчиши таҳти таъсири ҳамин қувва дар самти таъсири он рӯйдода. $A = F \cdot s \cdot \cos\alpha$. |
| Энергияи механикии пурраи система | Суммаи энергияҳои потенциалӣ ва кинетикии система. |
| Қонуни бақои энергия | Энергия ҳеҷ гоҳ нест ҳам намешавад, аз нестӣ пайдо ҳам намешавад, вай фақат аз як намуд ба намуди дигар табдил меёбад. |
| Коэффитсиенти кори фойданок | Нисбати кори фойданок ба кори пурра: $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%.$ |
| Бархӯрд | Дар давоми вақти бағоят хурд таъсирбахшии ду ҷе аз он зиёди ҷисмҳо. |
| Бархӯрди мутлақ чандирӣ | Бархӯрди ду сакқоҳои деформатсиянашаванда. |
| Бархӯрди мутлақ ночандир | Ду сакқоҳои деформатсияшаванда бо якдигар бархӯрда якҷоя ҷе бо суръати баробар ҳаракат мекунанд. |

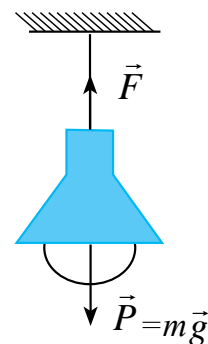
Боби IV. СТАТИКА ВА ГИДРОДИНАМИКА

Мавзӯи 17. ШАРТҲОИ ДАР МУВОЗИНАТ ШУДАНИ ҶИСМҲО

Дар мисоли қандили овезони хона қувваҳои ба он гузашташударо дида мебароем (расми 4.1).

Барои ин мафҳуми маркази масса, ки дар синфи 6 омӯхта будем, ба хотир меорем. Ҳангоми маркази масса гуфтани нуқтаи ҳаёлии тамоми *массаи ҷисм* дар он муҷассамшударо мефаҳманд.

Бинобар ин қувваҳои ба ҷисм таъсирбахшро нисбат ба маркази масса мегирем. Ба лампаи овезон ба паст қувваи вазнинӣ \vec{P} таъсир мекунад. Дар натиҷа ресмони онро нигоҳдоранда таранг кашида мешавад. Қувваи тарангии дар ресмон ҳосилшуда \vec{F} ва қувваи вазнинӣ \vec{P} дар хати ростӣ аз маркази масса гузаранда меҷаббад ва аз ҷиҳати самт зид мешаванд. Ин қувваҳо аз ҷиҳати қимати ададӣ баробар мешавад. Агар ин қувваҳо дар асоси қоидаи ҷамъи векторҳо ҳисоб карда шавад, қувваи натиҷавӣ ба сифр баробар мешавад. Аз ин рӯ лампа дар ҳолати мувозинатӣ мемонад.

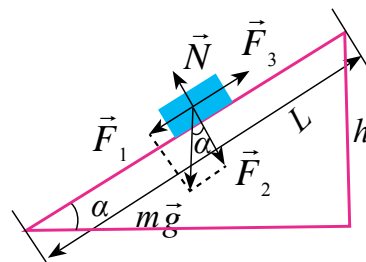


Расми 4.1.

Ягон ҷисми дар ҳамвории моил дар ҳолати мувозинатӣ истодаро дида мебароем (расми 4.2). Дар ин ҷо қувваҳои ба ҷисм гузошташударо нисбат ба маркази масса дида мебароем. Ба ҷисм пеш аз ҳама қувваи вазнинӣ $m\vec{g}$ таъсир мекунад.

Ин қувваро ба ташкилдихандаҳо \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 ҷудо мекунем.

Дар ин ҳолат қувват \vec{F}_1 ҷисмро дар ҳамвории моил ба поён лағжонидан ҳаракат мекунад. Қувват \vec{F}_2 бошад ба сатҳи ҳамвории моил қувваи фишорро ҳосил мекунад. Ин қувва аз тарафи масоҳат қувваи реаксияи \vec{N} ба ҷисм таъсирбахшандаро ҳосил мекунад. Дар самти лағжиши ҷисм қувваи соиши \vec{F}_3 ба он муқобил таъсир мекунад.



Расми 4.2.

Дар ин ҳолатҳо ҳам суммаи вектории ҳамаи қувваҳои ба ҷисм таъсирбахшанда ба сифр баробар мешавад.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{N}_1 + \vec{F}_3 = 0.$$

Аз гуфтаҳои болоӣ хулосаи поёниро баровардан мумкин:

Ҷисми ба меҳвари гардиш бесоҳиб ё системаи ҷисмҳо барои дар ҳолати мувозинатӣ мондан суммаи вектории қувваҳои ба он таъсирбахш баробари сифр шуданаш лозим.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0.$$

Намудҳои мувозинат.

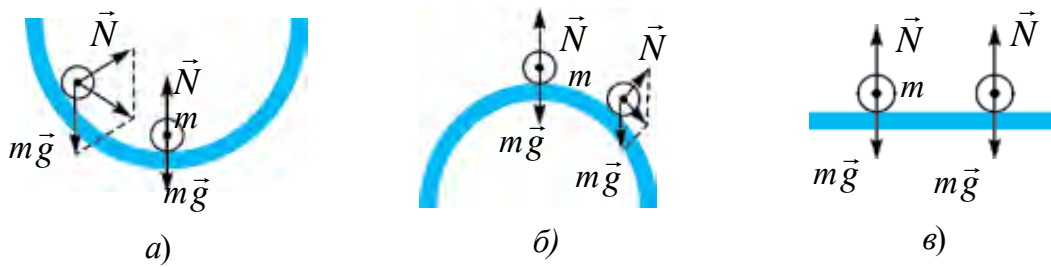


Расми 4.3.

Агар ягон ҷисм дар ҳолати мувозинатӣ бошад, он ҳама вақт дар ҳамин ҳолат набояд мемонад гуфт. Чунки дар шароити реалӣ ба он аз берун тақонҳои тасодуфӣ шуда меистад. Аз ин гуна тақонҳо имконияти ҷисмро пурра ҳолӣ намудан нест. Муҳимаш он, ки пас аз ин гуна тақонҳо ҷисм дар ҳолати мувозинатӣ мемонад ё не бояд инро донем. Барои ин ба ҷисми аз ҳолати мувозинатӣ бо таъсири тақон дуррафта самти таъсири қувваи натиҷавиро аниқ қардан лозим. Ба самти қувваи натиҷавии ҳосилшуда назар қарда мувозинат ба се тақсим мешавад (расми 4.3).

1. Мувозинати устувор. Мавриди аз ҳолати мувозинатӣ баровардани ҷисм қувваи онро ба ҳолати ибтидоӣ баргардон ҳосил шавад, ин гуна мувозинат, *мувозинати устувор* номида мешавад (расми 4.4-а). Агар саққои ба андаруни нимкура гузашта, аз ҳолати мувозинатӣ дур қарда шавад, баробартаъсиркунандаи қувваҳои ба он таъсирбахш боз онро ба ҳолати мувозинатӣ меорад.

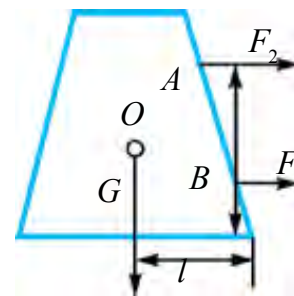
2. Мувозинати ноустувор. Ҳангоми аз ҳолати мувозинатӣ баровардани ҷисм, қувваи аз ҳамин вазияти ибтидоӣ боз дурбаранда ҳосил шавад, ин гуна мувозинат, *мувозинати ноустувор* номида мешавад (расми 4.4-б). Дар ин ҳолат саққои ба болои нимкура гузошта аз ҳолати мувозинатӣ каме барояд, баробартаъсиркунандаи қувваҳои ба он таъсирбахш онро аз ҳолати мувозинатӣ боз дур мебарад.



Расми 4.4.

3. Мувозинати бефарқ. Мавриди аз ҳолати мувозинатӣ баровардани ҷисм, ҳеҷ ягон қувваи ҳолати онро тағйирдиҳанда ҳосил нашавад, мувозинати бефарқ меноманд (расми 4.4-в). Ба саққои болои мизи уфуқӣ таъсири беруна диҳем, аз ҷояш меравад. Баробартаъсиркунандаи қувваҳои ба он таъсирбахш баробари сифр аст.

Дар расми 4.5 ба нуқтаи B -и аз маркази вазнинӣ паст ҷойгирбуда қувваи F_1 таъсир кунад ($F_1 > F_c$. F_c – қувваи соиш), ҷисм ҳаракати пешрафт мекунад. Бузургии қувваро тағйир надода, онро ба нуқтаи A кӯчонем, ҷисм ба майлқунӣ сар мекунад. Масофаи байни вектори аз маркази вазнинӣ ба паст равшуда ва нуқтаи канории контури асоси поёнии ҷисм l ба камшавӣ сар мекунад. Таъсири қувва давом кунад, вектори G аз дохили сарҳади асоси ҷисм берун мебарояд ва ҷисм меғалтад.



Расми 4.5.

Ҳамин тавр устувории ҷисм (барқарорӣи он):

- 1) ба вазнинии ҷисм;
- 2) ба калонии масоҳати асоси ҷисм;
- 3) Аз маркази вазнинӣ ба чӣ қадар поён гузоштани қувваи ғалтонанда вобаста аст.

$$F_1 = \frac{mgl}{h} \quad (4.1)$$

Намунаи ҳалли масъала

1. Ҷисми массааш 10 кг ба ду таноби наёзанда овехта шудааст. Онҳо байни якдигар кунҷи 60° ташкил намуда, дар ҳолати мувозинатӣ мемонанд. Қувваҳои тарангии танобхоро ёбед.

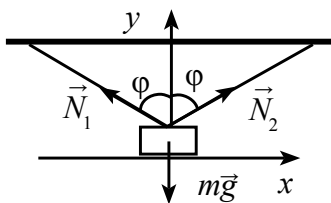
Дода шудааст:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\varphi = 60^\circ$$

Ёфтани лозим

$$N_1 = ?; N_2 = ?$$



Ҳалли он:

Дар асоси нақша ҳамаи қувваҳои ба бор таъсиркунанда \vec{N}_1 , \vec{N}_2 , $m\vec{g}$ дар як нуқта бурида мешаванд.

Бинобар ин шарти мувозинатӣ

бо ду муодила муайян карда мешавад.

$$N_1 \sin \varphi - N_2 \sin \varphi = 0;$$

$$N_1 \cos \varphi + N_2 \cos \varphi - mg = 0.$$

Пас аз бо инҳо тағйиротҳои математикӣ ба амал гузаронидан

$$N_1 = N_2; 2 N_1 \cos \varphi = mg; N_1 = N_2 = \frac{mg}{2 \cos \varphi};$$

$$N_1 = N_2 = \frac{10 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cos 60^\circ} = 100 \text{ Н.}$$

Ҷавобаш: 100 Н.



1. Дар самти нуқтаи маркази массаи ҷисмҳо ҷойгиршуда қувва таъсир кунад, чӣ мушоҳида мешавад?
2. Суммаи вектори қувваҳои ба ҷисмҳои меҳвари гардиш надошта таъсиркунанда ҳеч (сифр) бошад, чӣ мушоҳида мешавад?
3. Аз ҳаёт ва техника ба намудҳои мувозинат мисолҳо оваред.

Мавзӯи 18. МЕХАНИЗМҲОИ ДАР АСОСИ ҚОИДАИ МОМЕНТҲО КОРКУНАНДА

Дар синфи 6-ум Шумо бо механизмҳои оддӣ фишанг, ғарғараи ҳаракатнок ва беҳаракат, чиғир ва лебёдка шинос шудаед. Ба коркунии онҳо эътибор диҳем, дар ҳамашон меҳвари гардиш мавҷуд аст.

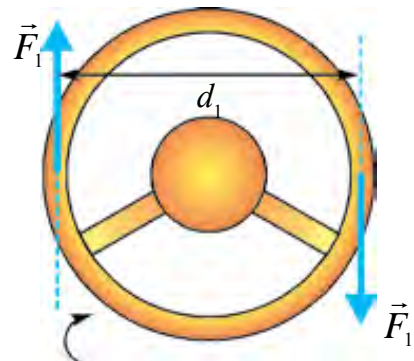
Барои дар мувозинат будани ин гуна ҷисмҳо суммаи вектори қувваҳои ба онҳо таъсирбахшанда баробари сифр шуданаш кофӣ набуданашро ҳам гуфта будем. Дар ин ҷо ба нуқтаи қувваи гузошташуда аз меҳвари гардиш дар кадом дурӣ буданаш ҳам вобаста мешавад.

Масофаи кӯтоҳтарини байни нуқтаи қувва гузашта ва меҳвари гардиш **китфи қувва** гуфта мешавад. Дар ин ҳолат қувва ва китф ҳар доим байни худ амудӣ мешаванд.

|| **Ҳосили зарби қувва бо китфи қувва моменти қувва номида мешавад: $M = F \cdot l$,**

Воҳиди моменти қувва $[M] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Чисм бо таъсири моменти қувва дар атрофи меҳвари худ тоб меҳӯрад. Дар ин ҷо моменти қувваи ба ҷисм таъсирбахшанда мисли таъсири қувваҳои ҷуфт мешавад. **Қувваи ҷуфт** гуфта самташон зид, бузургихояшон баробар, лекин дар як тир нахобандаро мефаҳманд.



Расми 4.6.

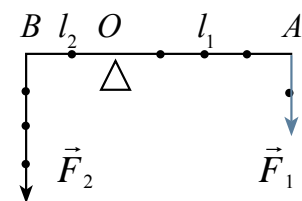
Ба ин тобхӯрии рули автомобилро чун мисол овардан мумкин (расми 4.6). Меҳвари гардиш дар мобайни рул буда, ба он қувваҳои ҷуфти F_1 таъсир мекунад.

Моменти қувваи натиҷавӣ ба суммаи моментҳои рулро ба як тараф тобдиханда баробар аст:

$$M = F_1 \frac{d_1}{2} + F_1 \frac{d_1}{2} = F_1 d_1.$$

Агар ба ҷисми молики меҳвари гардиш якчанд қувва таъсир кунад, моменти натиҷавӣ бо байни ҳам ҷамъкунии моментҳои ин қувваҳо ёфта мешавад. Дар ин ҷо моменти қувваҳои бо самти ақрабаки соат гардишдихандаро бо ишораи мусбат, дар самти зид бударо бо ишораи манфӣ мегиранд.

Дар расми 4.7 хаткаши масшабии аз нуқтаи O ба штатив овезон ва аз он дар масофаҳои гуногун бор овехта оварда шудаанд. Дар ин ҳолат вазнинии борҳои ба нуқта A гузошташуда ба F_1 , дурии он аз меҳвари гардиш l_1 буда моменти бо самти ақрабаки соат гардиш ҳосил мекунад. Вазнинии борҳои ба нуқтаи B овехташуда F_2 , аз меҳвари гардиш дар масофаи l_2 буда дар самти зидди ақрабаки соат моменти қувваи гардиш ҳосил мекунад.



Расми 4.7.

Барои ёфтани моменти қувваи натиҷавӣ ишораи моменти қувваҳои ба ҷисм таъсиркунандаро ба ҳисоб гирифта онҳоро ҷамъ мекунем:

$$M = F_2 l_2 + (-F_1 l_1) = F_2 l_2 - F_1 l_1.$$

Аз ин маълум аст, ки барои дар мувозинат мондани ҷисм $M = 0$ шуданаш шарт.

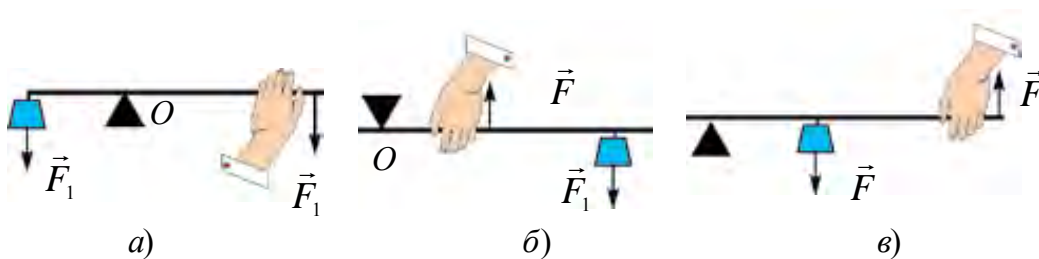
Бинобар ин шарти мувозинатии ҷисмҳои меҳвари гардишдор чунин мешавад:

Суммаи векториҳои моменти қувваҳои ба ҷисми меҳвари гардишдор таъсиркунанда ба сифр баробар бошад, ҷисм дар мувозинат мемонад:

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots + \vec{M}_n = 0. \quad (4.2)$$

Ин қоида аз тарафи Архимед ёфта шудааст ва онро қоидаи моментҳо мегӯянд. Ба механизмҳои оддӣ дар асоси қоидаи моментҳо коркунанда **фишанг**, ғарғараи беҳаракат ва ҳаракатнок, чиғир, винт (домкрат) дохил мешаванд.

Фишанг. Дар амалиёт се намуди фишанг истифода бурда мешавад (расми 4.8).



Расми 4.8.

Дар *фишанги ду китфдор* (расми 4.8-а) тақягоҳ байни нуқтаҳои бор гузошта мешаванд.

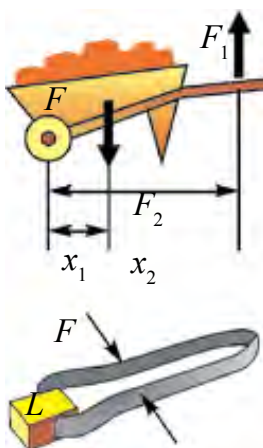
Дар *фишанги як китфдор* (расми 4.8-б) тақягоҳ дар яке аз нӯгҳои фишанг гузошта шуда ба нӯги дигаре бор мегузоранд. Қувваи нигоҳдоранда байни бор ва тақягоҳ гузошта мешавад. Дар ин ҳолат қувваҳо антипараллел самт доранд. Дастҳои инсон, чормағзшикан ба онҳо мисол шуда метавонанд (расми 4.9).

Дар *намуди сеюми фишанг* (расми 4.8-в) тақягоҳ дар яке аз нӯгҳои фишанг буда, борро дар байни тақягоҳ ва қувваи нигоҳдоранда ҷойгир мекунанд. Дар инҳо ҳам қувваҳо антипараллел самт доранд. Ба ин замбарғалтак, оташгирак мисол шуда метавонанд (расми 4.10).

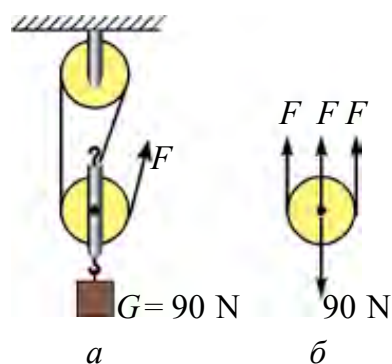
Ғарғараҳо. Ҳангоми истифодабарӣ аз ғарғара дар ҳаёт ва техника аз маҷмӯи ғарғараҳои беҳаракат ва ҳаракатнок истифода мебаранд. Дар маҷмӯъ ғарғараҳо байни ҳам васл шуда, **полиспасти дараҷадор** ҳосил мекунанд.



Расми 4.9.



Расми 4.10.



Расми 4.11.

Дар расми 4.11 ҳамин гуна полиспасти **дараҷадор оварда** шудаанд. Дар полиспасти дараҷадор вазнинии бори овехта ба миқдори танобҳои ба ғарғара печонидашуда тақсим мешавад.

$$F = \frac{P}{n}$$

(4.3)

Аз ин рӯ бор дар полиспаст ба чанд таноб тақсим шавад, қувваи барои ин борро бардоштан лозим буда ҳамон қадар кам мешавад.



1. Моменти қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда дар асоси кадом қоида ҷамъ карда мешавад?
2. Ба мувозинати ҷисмҳои дорои меҳвари гардиш мисолҳо оваред.
3. Дар полиспаст миқдори ғарғараҳои беҳаракат зиёд шавад, бузургии қувваро зиёд карда додани он чӣ хел таъйир меёбад?

Мавзӯи 19. ДИНАМИКАИ ҲАРАКАТИ ГИРДХАТТА

Шумо мавриди тамошои бисёр филмҳои ҷангарӣ, ронанда ҳангоми ба тарафи паҳлӯи якбора рули автомашинаро тоб додан чаппа шудани машинаро дидаед. Дар сирк мотосиклчӣ аз рӯи девор ҳаракат карданаширо бисёриҳо дидаанд.

Ҳамин гуна таҷриба гузаронида мебинем. Ба сатил каме об рехта онро дар ҳамвории амудӣ давр мезанонем. Сатил дар давоми гардиш ҳангоми аз нуқтаи болоӣ гузаштан оби дохили он нарехта мегузарад.

Дар мисолҳои болоӣ чаппакунии машина, ба девор фишурдани мотосиклчӣ ва қувваи вазнинии оби сатилро ба мувозинат оваранда мавҷуд буданаш бармеояд.

Ин қувва чӣ гуна пайдо мешавад ва бузургии он ба чӣҳо вобаста аст?

Дар ин ҷо мавриди ҳаракати мунтазами ҷисм аз рӯи давра мавҷудияти қувваи марказравро хотирнишон мекунем:

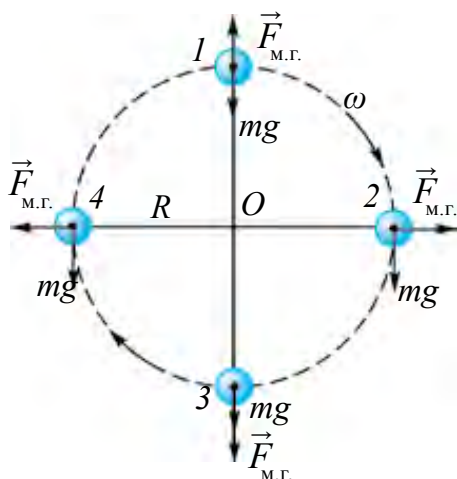
$$F_{\text{м.р.}} = \frac{mv^2}{R}. \quad (4.4)$$

Дар асоси қонуни сеюми Нютон:

$$F_{\text{м.р.}} = F_{\text{м.г.}}$$

қувваи марказгурез $\vec{F}_{\text{м.г.}}$ пайдо мешавад.

Ана ҳамин қувваи марказгурез машинаи якбора тобхӯрдаро чаппа мекунад ва оби сатил дар нуқтаи болоӣ чаппа шударо ба рехтан намегузорад.



Расми 4.12.

Дар расми 4.12 ба ҷисми аз рӯи давраи радиусаш R ҳаракатнок қувваҳои таъсиркунанда нишон дода шудаанд. Дар ҳолати якум боиси қувваи марказгурез $\vec{F}_{\text{м.г.}}$ ба қувваи $m\vec{g}$ вазнинӣ дар самти зид буданаш вазнинии ҷисм кам мешавад:

$$P_1 = mg - \frac{mv^2}{R}. \quad (4.5)$$

Дар ҳолати сеюм қувваи вазнинии ҷисм ва қувваи марказгурез ба паст, яъне ба як самт равона аст. Аз ин боис, қувваи вазнинӣ меафзояд:

$$P_2 = mg + \frac{mv^2}{R}. \quad (4.6)$$

Қувваи марказгурез дар ҳолатҳои ҳаракати гардони ҷисмҳо инчунин дар давоми ҳаракат дар ҳамгаштҳо ба ҳисоб мегиранд.

Айнан ҳамин тавр дар қисми ҳамгашти роҳ бар асари таъсири қувваи марказрав аз ҳолати амудӣ каме майлқунӣ мушоҳида мешавад. Барои ба

авария гирифта наовардани ин ҳолат велосипедчӣ ё мотосиклчӣ каме сӯи маркази давра майл карда, ҳаракат намуданаш лозим (расми 4.13-а).

Дар автомобил барои ин қувваи марказгурезро ба мувозинат овардан як тарафи роҳро каме баланд месозанд (расми 4.13-б). Қисми гардиши берунии релсҳои трамвай ва поездҳоро дар ҷойҳои ҳамгашти роҳ каме баланд мекунанд.

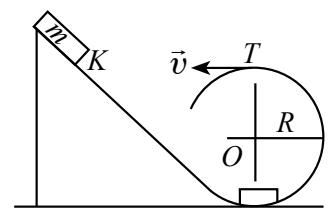


Расми 4.13.

Намунаи ҳалли масъала

Ҷисми аз ягон баландӣ сар додашуда аз рӯи ҳалқа ҳаракат мекунад. Радиуси ҳалқа чӣ қадар бошад, ҷисм аз нуқтаи T -и баландӣ намеафтад. Суръати ҷисм дар баландии T 30 м/с.

| | |
|--|---|
| Дода шудааст: $v = 30 \text{ м/с}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ Ёфтани лозим $R = ?$ | Ҳалли он: Барои он, ки аз нуқтаи T ҷисм наафтад, шарти $F_{\text{в.}} = F_{\text{м.г.}}$ бояд иҷро шавад. $mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g};$ $R = \frac{30^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 90 \text{ м.}$ |
|--|---|



Ҷавобаш: 90 м.

1. Чӣ гуна асбобҳои дар асоси таъсири қувваи марказгурез коркунандаро медонед?
2. Аз чӣ сабаб дар қисмҳои ҳамгашти роҳ ба суръати роҳгардиш автомобил меъёр гузошта шудааст?
3. Ронандаи автомобил мавриди наздикиавӣ ба ҳамгашти басо хурд чӣ бояд кунад? Чаро ронанда дар ҳолатҳои намигарӣ, дар роҳ бисёр будани барғҳои рехта ва яхмолак ниҳоят эҳтиёткор шуданаш лозим?

Мавзӯи 20. ҲАРАКАТИ МОЕЪ ВА ГАЗҲО, ТЕОРЕМАИ БЕФОСИЛАГИИ ҶОРИШАВӢ. МУОДИЛАИ БЕРНУЛЛИ

Шумо дар ҳолати оромӣ ба деворҳои зарф фишор додани моеъ ва газхоро медонед. Дар табиат ва рӯзгор моеъ бидуни ҳолати оромиш дар ҳаракат ҳам мешавад. Дар оби ҷорӣ шудаистодаи ҷӯй, канал, дарёҳо, кубурҳо чӣ гуна қувва ба вучуд меояд? Барои омӯзиши ин ҳолати сатҳи оби дар ҷӯй ҷорӣ шудаистодаро як ба хотир меорем. Дар канали васеи обаш бисёри суфт ҷорӣ шудаистода қисми миёнаи он як хел ҳамвор, тахминан аз рӯи як хат ҳаракат мекунад. Ба ин ба ҷӯбакҳои рӯи об ҳаракат кардаистода назар карда, боварӣ ҳосил кардан мумкин (расми 4.14). Ин гуна ҷоришавӣ ҷоришавии **қабатӣ** ё **ламинарӣ номида** мешавад. Оби ҷӯйбори аз кӯҳ ҷорӣ шудаистода тез аст. Ҳаракати ҷӯбҳои майда, баргхоро мушоҳида кунем, дар ҷойҳои бисёр гирдоб, яъне ҳаракати гирдпеч ҳосил мешавад (расми 4.15) Ин гуна ҷоришавӣ **ҷоришавии турбулентӣ** номида мешавад. Бинобар ин, мавриди ҳаракати моеъ дар най бо сабаби соишхӯрии он бо деворҳои най суръати ҷоришавӣ дар мобайн тезтар, дар қисмҳои канорӣ суфттар мешудааст. Дар ҳолати инкори соиш, ҷоришавии моеъро дар найи масоҳати бурриши арзиаш тағйирёбанда дида мебароем (расми 4.16).

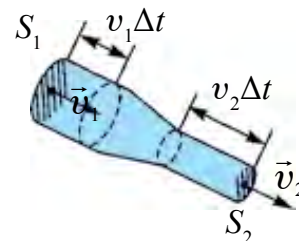
Моеъ ба қисми най, ки масоҳаташ S_1 аст бо суръати v_1 дохил шуда, аз қисми масоҳаташ, S_2 бо суръати v_2 мебарояд. Дар ягон вақти хурди Δt аз масоҳати S_1 моеъи массааш m_1 аз масоҳати, S_2 моеъи массааш m_2 ҷорӣ шуда мегузарад. Дар асоси қонуни бақои масса $m_1 = m_2$. Ба ҷои массаҳо зичии моеъ ρ ва ҳаҷм V ро гузорем. $\rho_1 S_1 v_1 \Delta t = \rho_2 S_2 v_2 \Delta t$. Фишурданашии моеъро ба ҳисоб гирем $\rho_1 = \rho_2$. Дар ин ҳол



Расми 4.14.



Расми 4.15.



Расми 4.16.

$S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t$ мешавад. Ду тарафи баробариро ба Δt тақсим кунем, ба

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \quad (4.7)$$

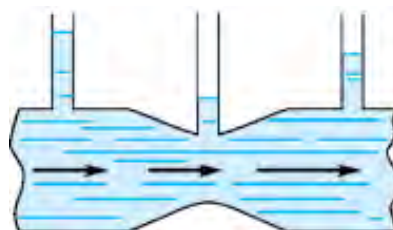
соҳиб мешавем. Натиҷаи гирифташударо чун зайл таъриф додан мумкин:

Модули суръатҳои моеъи фишурданашавандаи аз найи масоҳати бурришаш гуногун қорӣ шудаистода ба масоҳати бурриши моеъ мутаносиби чаппа аст. Ин барои моеъи фишурда нашаванда муодилаи бефосилагии қоришавӣ номида мешавад.

Ҳамин тавр, дар қисми васеи най суръати қараёни моеъ хурд, дар қитъаи танг бошад калон аст.

Тақсимшавии фишор дар моеъҳои ҳаракаткунандаро дида мебароем.

Аз найи масоҳаташ гуногуни ба қисми болоии он найчаҳои ченкунӣ васлшуда моеъ қорӣ шуда истодааст (расми 4.17). Мавриди қориши статсионарии моеъ дар ҳар як найчаҳои ченкунӣ моеъ баланд мешавад. Ба



Расми 4.17.

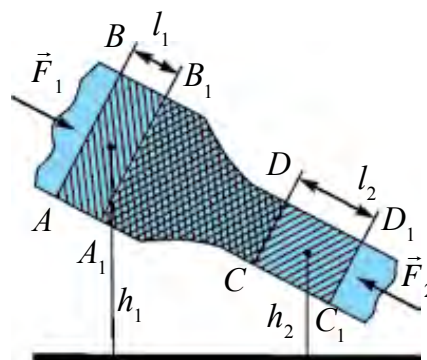
баландии устунҳои моеъ назар пардохта оиди фишори моеъ ба деворҳои зарф фикрронӣ намудан мумкин. Таҷрибаҳо ҳаминро нишон медиҳанд, ки фишори қисми васеи най нисбат ба фишори қитъаи танг калон аст. Мувофиқи муодилаи бефосилагии қоришавӣ дар қисми васеи най суръати қараён хурд, дар қисми танг калон аст. Аз ин чунин хулоса бармеояд:

Дар қойҳои суръати қараёни моеъ калон фишори он хурд ва баръакс дар қитъаҳои суръати қараён хурд калон аст.

Ифодаи математикии вобастагии фишори моеъ ба суръати қараён аз тарафи Д. Бернуллӣ соли 1738 аниқ карда шудааст.

Ба қараёни моеъ қонуни бақои энергияро татбиқ намуда, муодилаи Бернуллӣро ҳосил кардан мумкин. Найи масоҳати бурришаш тағйирёбандаро, ки аз он моеъ қорӣ аст, нисбат ба уфуқ моил мегузорем (расми 4.18).

Аз масоҳати AB -и қисми васеи най сар карда, ягон ҳаҷми маълуми моеъро ҷудо намуда дида мебароем. Барои аз ин ҳаҷм қорӣ шуда гузаштан вақти t лозим бошад. Аз фишурданашаванда будани моеъ дар давоми ин вақт аз масоҳати CD -и дар қитъаи танг воқеъ буда ҳам моеъи ҳаҷмаш ҳамин қадар мегузарад. Масоҳати AB -и моеъро бо S_1 , суръати моеъи аз он қорӣ



Расми 4.18.

шударо бо v_1 ва масоҳати CD ро бо S_2 , суръати моеъи аз он чоришударо бо v_2 ишора мекунем. Қувваҳои фишор F_1 ва F_2 инчунин бо таъсири қувваи вазнинии моеъи дар ҳаҷми ҷудо карда гирифта дар давоми вақти t ба тарафи рост раван мешавад. Дар ин кори иҷрокарда

$$A = A_1 + A_2 = F_1 l_1 - F_2 l_2 = p_1 S_1 v_1 \Delta t + p_2 S_2 v_2 \Delta t.$$

Дар ҷараёни статсионарии моеъ дар қитъаи $A_1 B_1$ ва CD (расми 4.18 масоҳати штрихдор) энергияи моеъ тағйир намеёбад, яъне моеъи ҳаҷми $ABB_1 A_1$ ро ишғолнамуда кӯчида, ҳаҷми $CDD_1 C_1$ ро мегирад. Дар асоси қонуни бақо кори қувваҳои берунӣ ба тағйироти энергия баробар аст:

$$\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (S_2 l_2 h_2 - S_1 l_1 h_1).$$

$S_2 l_2 = S_1 l_1 = \Delta V$ буданаш ба ΔV ихтисор намоем

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}. \quad (4.8)$$

Ин барои ҷараёни моеъи идеалӣ ё ҷараёни газ муодилаи Бернуллӣ гуфта мешавад.

Агар $h_1 = h_2$ мешавад,

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \text{ мешавад.}$$

Намунаи ҳалли масъала

Дар зарфи дар қаъри худ сӯрохии хурд доштаи бо пӯкак маҳкам кардашуда то баландии 1 м об рехта шудааст. Ба сатҳи рӯи об поршени масоҳаташ 100 см^2 ва массааш 1 кг гузашта шудаанд. Аз байни девори зарф ва поршен об намегузарад. Пас аз гирифтани пӯкак об бо кадом суръат берун зада мебарояд?

Дода шудааст:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$S = 100 \text{ см}^2$$

$$h = 1 \text{ м}$$

Ёфтан лозим

$$v = ?$$

Ҳалли он:

Аз муодилаи Бернуллӣ истифода мебарем. Фишори ҷараёни об ба фишори атмосферӣ p_0 баробар аст. Фишори аз сӯрохӣ то сатҳи поршени дар баландии h буда ба $p_0 + \frac{mg}{S}$ баробар аст. Дар асоси муодилаи Бернуллӣ:

$$p_0 + \frac{\rho v^2}{2} = p_0 + \rho g h + \frac{mg}{S}.$$

$$v = \sqrt{2gh + \frac{2mg}{\rho S}} \approx 4,9 \text{ м/с.}$$

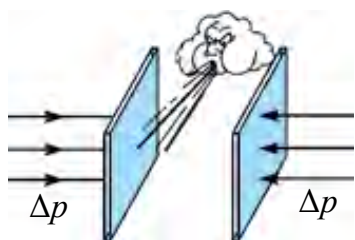
Ҷавобаш: 4,9 м/с.



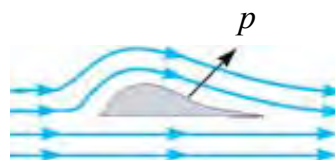
1. Фишори динамикии моеъ гуфта чиро мефаҳмед?
2. Ҷоришавии ламинарӣ ва турбулентӣ чӣ хел таъриф дода мешавад?
3. Обҳои ҷоришавандаи ҷои зисти худатон дар кадом намуд ҷорӣ шуданаширо таъриф диҳед.
4. Аз чӣ сабаб суръати моеъ зиёд шавад, фишори он кам мешавад?

Мавзӯи 21. ДАР ТЕХНИКА ИСТИФОДАБАРӢ АЗ ВОБАСТАГИИ ФИШОР БА СУРЪАТ ДАР ГАЗҲО ВА МОЕЪҲОИ ҲАРАКАТНОК

Ҳангоми ҳаракати моеъ нисбат ба ҳолати оромии худ тағйирёбии фишорро дидем. Ин фишор ба **фишори динамикӣ** вобастааст. Барои мушоҳидаи вобастагии фишори динамикӣ аз суръати ҳаракати моеъ ё газ таҷрибаи зеринро мегузaronем. Ду варақ қоғаз гирифта онро дар ҳолати амудӣ дошта ба байни қоғазҳо пуф мекунем (расми 4.19). Дар ин ҳол қоғазҳо ба якдигар наздик мешаванд. Сабаби ин дар он, ки мавриди пуф намудани ҳавои байни қоғазҳо ҳаво ба ҳаракат меояд ва фишор дар ин ҷо кам мешавад. Боиси фишори берунаи қоғазҳо нисбат ба фишори қисми дохилӣ калон шуданаш, қувваи ба якдигар фишурдани қоғазҳо пайдо мешавад. Дар баъзе ҳолатҳо ба якдигар бархӯрии киштиҳои ба як самт ҳаракатнок мушоҳида шудаанд. Сабаби ин ҳам чун ду варақи қоғаз мавриди пуфкунӣ фарқи фишорҳо ҳосилшавӣ шарҳ дода мешавад.



Расми 4.19.

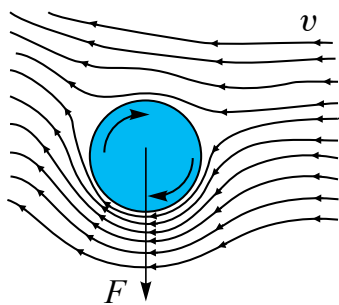


Расми 4.20.

1. Қувваи болобурди боли самолёт. Парвози самолёт ҳам айнан пас аз омӯзиши ин ҳодисаи болоӣ ба амал баромадааст. Инро бо системаи махсуси боли самолёт фаҳмонида мешавад (расми 4.20).

Боли самолёт дар ҳамин шакл сохта шудааст, ки шамоли ба он зада аз боло ва таги бол мегузарад. Роҳҳои болои бол, ки ҳаво мегузарад, нисбат

ба роҳи тағи бол калон аст. Аз ин r суръати шамол дар қисми болоии бол калон шуданаш лозим. Бинобар ин он ҷое, ки суръати шамол калон фишор ба p_1 , ҷое, ки суръати шамол хурд аст, фишор ба p_2 -и аз p_1 калон ҳосил мешавад. Дар натиҷа фарқи фишорҳои $p = p_2 - p_1$ и ба боло равона ҳосил мешавад. Чараён турбулент бошад, фарқи фишорҳо калон мешавад. Боиси фарқи фишорҳо қувваи болобурди боли самолёт ҳосил мегардад.



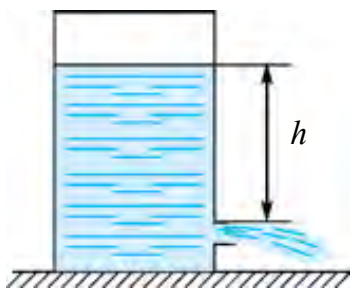
Расми 4.21.

2. Эффе́кти Ма́гнус. Тӯби кунҷии дар майдони футбол задашуда тоб хӯрда дохили дарвоза шуданаширо дар телевизор ё стадион гувоҳшудагон бисёранд. Чӣ маҷбур намуд, ки тӯб тоб хӯрад? Сабаб он, ки футболчиҳои мохир на ба миёнаи тӯп, балки ба канортари он зарба диҳад, дар давоми ҳаракати ростии худ ба даврзанӣ маҷбур мекунад. Дар натиҷа суръати ҳавои тарафҳои рост ва чапи он тағйир ёфта,

фарқи фишорҳо ҳосил мешавад ва ба самти дарвоза тоб меҳӯрад инро *эффе́кти Ма́гнус мегӯянд* (расми 4.21).

3. Ҳисоб кардани суръати моеъи аз сӯроҳии зарф баромадаистода.

Аз муодилаи Бернуллӣ истифода бурда, суръати моеъи аз сӯроҳии зарф дар чуқурии h воқеъбуда баромадаистодаро ҳисоб кардан мумкин (расми 4.22).



Расми 4.22.

Фишори p_0 сатҳи моеъи зарф ба фишори атмосферӣ p_0 баробар аст. Суръати моеъ $v_0 = 0$. Фишори пеши сӯроҳии моеъи ҷоришаванда ҳам p_0 аст. Суръати моеъи аз сӯроҳӣ барояндаро бо v ишора карда, ба ин ду ҷой формулаи 4.9-ро татбиқ мекунем:

$$p_0 + \frac{\rho v^2}{2} = p_0 + \rho gh, \text{ аз ин}$$

$$v = \sqrt{2gh}. \quad (4.10)$$

Инро *формулаи Торичеллӣ* барои моеъи идеалӣ мегӯянд.

Намунаи ҳалли масъала

Дар систернаи баландиаш 5 м, аз замин дар сатҳи 50 см ҷумрак гузоштаанд. Ҷумрак кушода шавад, аз он моеъ бо кадом суръат ҷорӣ шуда мебарояд?

| | | |
|---|------------------------------------|---|
| Дода шудааст: $H=5$ м $h=50$ см=0,5 м | Формулааш: $v = \sqrt{2g(H-h)}$ | Ҳалли он: $v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (5\text{м} - 0,5\text{м})} =$ $= \sqrt{20 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} 4,5} \approx 9,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ Ҷавоби он: $\approx 9,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ |
| Ёфтан лозим v —? | | |



1. Дар хона аз қоғаз бодбаракҳои гуногун созад. Дар кадоме аз бодбаракҳо қувваи болобурд калон шуданастро ба асоснок кардан кӯшида бинед.

2. Дар дарси тарбияи ҷисмонӣ тӯбро аз кунҷ зада, ба тобхӯрии он эътибор диҳед.



1. Бодбарак бо таъсири кадом қувваҳо боло меравад?
2. Суръати моеъи аз сӯроҳии зарф ҷоришаванда, расми 4.22 оё аз масоҳати сӯроҳӣ вобаста аст?
3. Барои чӣ намуди берунии автомобилҳои бисёр дар шакли секунҷа, чоркунҷа ё ба ҳамин монанд сохта намешавад?
4. Аз эффекти Магнус боз дар қучоҳо истифода бурдан мумкин?

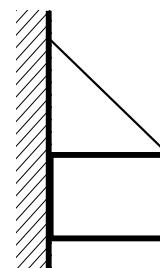
Машқи 3.

1. Оё арғамчинро овезон накарда кашидан мумкин?
2. Қубури массааш $1,2 \cdot 10^3$ кг дар замин хобидааст. Барои аз як нӯги он бардоштан чӣ қадар қувва лозим аст? (Ҷавобаш: $\approx 6 \cdot 10^3$ Н).
3. Меҳварҳои автомобили массааш 1,35 т, ки ба онҳо чархҳо шинонида шудаанд аз якдигар дар масофаи 3 м дурӣ ҷойгиранд. Маркази массаи автомобил аз меҳвари пеш дар масофаи 1,2 м ҷойгир аст. Қувваи ба ҳар як меҳвари автомобил гузошташударо ёбед.
4. Барои чаппа кардани ҷисми шакли куб дошта ба тегаи болоӣ чӣ гуна қувва бояд таъсир кунад? Тарафи куб a , массаи он M аст.
5. Дар ҳамвории уфуқӣ тахтачаи асосаш квадрати қадаш баланд истодааст. Фақат аз хаткаш истифода бурда коэффитсиенти соиши байни ҳамворӣ ва тахтачаро чӣ хел аниқ кардан мумкин?

6. Ба қисм се қувваи ҳар яке 100 Н таъсир карда истодааст. Агар кунҷи байни қувваҳои як ва ду 60° , қувваҳои ду ва се 90° бошад, баробартаъсиркунандаи ин қувваҳоро ёбед. (Ҷавобаш: 150 Н).

7. Ба таноби либосхушккунии дарозиаш 10 м костюми вазнаш 20 Н овехта шудааст. Либосовез дар мобайни таноб маҳкамшуда 10 см паст ҷойгир шудааст. Тарангии танобро ёбед (Ҷавобаш: 500 Н).

8. Яшики ба девори уфуқӣ ба таноб овезон карда, ки дар расми 4.23 нишон дода шудааст, дар ҳамин ҳолат истоданаш мумкинмӣ?



9. Релси дарозиаш 10 м, массааш 900 кг-ро бо ду симтаноби параллел бардошта истодаанд. Яке аз симтаноб дар нӯги релс, дигаре аз нӯги дигар дар масофаи 1 м ҷойгир аст. Қувваҳои тарангии симтанобро ёбед. (Ҷавобаш: 4 кН; 5 кН).

Расми 4.23.

10. Милаи металли вазнини якҷинса қат карда шуд ва аз як нӯгаш овехтанд. Агар кунҷи қатшуда 90° бошад, нӯги овезони мила бо хати амудӣ кадом кунҷро ташкил медиҳад? (Ҷавобаш: $\text{tg}\alpha = 1/3$).

11. Оби дарё дар кадом ҷои он тез аст: дар қисми берунӣ ё дар ягон чуқурии маълум; дар мобайни дарё ё дар қисми ба соҳил наздик?

12. Системаи обоварӣ сӯрох шуда, аз он об фаввора зада мебарояд. Агар масоҳати сӯрохӣ 4 мм^2 , баландии фаввора 80 см бошад, дар як шабонарӯз чӣ қадар об исроф мешавад? (Ҷавобаш: 1380 л).

13. Киштии зеробӣ дар чуқурии 100 м шино карда истодааст. Дар вақти машқ дар он сӯрохии хурд кушода шуд. Агар диаметрии сӯрохӣ 2 см бошад, об бо кадом суръат медарояд? Дар як соат ба воситаи сӯрохӣ чӣ қадар об ворид мешавад? Фишори дохили киштӣ ба фишори атмосферӣ баробар аст. (Ҷавобаш: 44,3 м/с; 50 м^3).

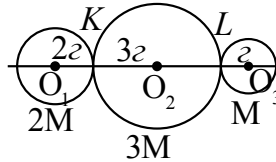
14. Сарфи об дар қубури мавриди оташ хомӯшкунӣ истифодабаранда 60 л/дақ. Агар масоҳати оби аз қубур баромада $1,5 \text{ см}^2$ бошад, дар 2 м баландӣ масоҳати об чӣ қадар мешавад?

15. Аз чӣ сабаб тири ба тухми пухта парронидашуда онро сӯрох намуда мегузарад, лекин тухми хомро пора карда меравад?

Саволҳои тестӣ оиди ҷамбасти боби IV

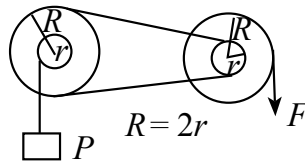
1. Ҷисмҳои дар шакли доира будаи массаҳои $2M$, $3M$ ва M чун нишондоди расм ҷойгиранд?

- A) Байни нуқтаҳои KL ;
 B) Дар нуқтаи L ;
 C) Дар нуқтаи M ;
 D) Байни нуқтаҳои LM .



2. Системаи дар расм нишондодашуда дар мувозинатанд. Қувваи F ба кадом қисми R баробар аст.

- A) $1/2$;
 B) $1/4$;
 C) $1/8$;
 D) 2.

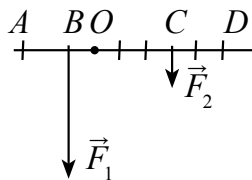


3. Китфи қувва – ин....

- A) дарозии фишанг;
 B) масофаи байни меҳвари гардиш то охири фишанг;
 C) масофаи кўтоҳтирини самти вектори қувва ва меҳвари гардиш;
 D) масофаи кўтоҳтарини байни ду қувваи параллели ба фишанг таъсирбахш.

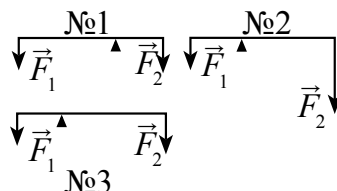
4. Дар расм қувваҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 -и ба фишанг таъсирбахшанда оварда шудаанд. Китфи қувваҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 ро нишон диҳед.

- A) OA ; OD ;
 B) BD ; CA ;
 C) AB ; CD ;
 D) OB ; OC .



5. Кадом аз фишангҳои дар расм нишон додашуда дар мувозинатанд?

- A) Фақат 1;
 B) Фақат 2;
 C) Фақат 3;
 D) Фақат 1 ва 3.



6. Моменти қувва бо кадом воҳид чен карда мешавад?

- A) Нютон метр ($N \cdot m$);
 B) Ҷоул (Ҷ);
 C) Ватт сония ($W \cdot s$);
 D) Ҷоул/сония ($\text{Ҷ}/s$).

| | |
|--|---|
| Фишанги ду китфдор | Такаягоҳ байни нуқтаҳои қувваҳои ба фишанг гузошта мешавад. |
| Фишанги яккитфдор | Такаягоҳ дар як нӯги фишанг буда, бор дар нӯги дигар мешавад. |
| Полиспасти дараҷадор | Маҷмуаи ғарғараҳои ҳаракатнок ва беҳаракат $F = \frac{P}{n}$. P – вазнинии бор; F – қувваи кашанда. |
| Қараёни ламинарӣ | Қабат-қабат ҷоришавии моеъҳо. |
| Қараёни турбулентӣ | Ҳаракати намуди гирдпечи моеъ. |
| Муодилаи бефосилагии ҷоришавӣ (қараён) | Модули суръатҳои моеъи фишурданашавандаи аз найи масоҳати бурришаш гуногун ҷорӣ шудаистода ба масоҳати бурриши моеъ мутаносиби чаппа аст: $S_1 v_1 = S_2 v_2$. |
| Муодилаи Бернуллӣ | $p_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$. Дар он ҷое, ки суръати ҷоришавии моеъ калон аст, фишори он хурд ва баръакс, дар ҷое, ки суръати ҷоришавӣ хурд аст, фишор калон мешавад. |
| Фишори динамикӣ | Фишоре, ки ҳангоми ҳаракати моеъ ба вучуд меояд. |
| Эффекти Магнус | Тағйирёбии самти ҳаракати ҷисм дар натиҷаи пайдошавии фарқи фишорҳои газ ё моеъ дар тарафҳои ҷисми дар ҳаракати гардишнок буда. |
| Формулаи Торичеллӣ | $v = \sqrt{2gh}$; v – суръати ҷоришавии об; h – баландӣ. |

Боби V. ЛАППИШҶОИ МЕХАНИКӢ ВА МАВҶО

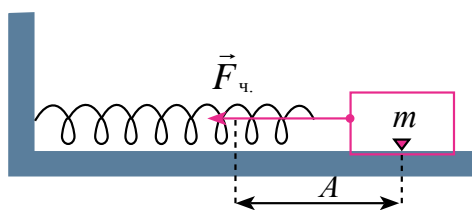
Мавзӯи 22. ЛАППИШҶОИ ГАРМОНИКӢ

Баъзе ҳаракатҳои дар ҳаёт вохӯранда дар лаҳзаҳои баробари вақт такрорианд. Ин гуна ҳаракат ҳаракати *даврӣ* номида мешавад. Дар байни ҳаракатҳои даврӣ ҳаракати ҷисми дар атрофи вазъияти мувозинатӣ гоҳ ба як тараф гоҳ ба тарафи дуюм ҳаракаткунанда бисёр вомехӯранд. Ин гуна ҳаракати ҷисм *ҳаракати лаппишнок* ё кӯтоҳ *лаппишҳо* номида мешавад.

Лаппишҳои бо таъсири қувваҳои дохилӣ худ аз худ ба амал овардаи ҷисми аз вазъияти мувозинатӣ баровардашуда *лаппишҳои хусусӣ (озод)* номида мешаванд. Масофаи дуршавии ҷисми лаппанда аз ҳолати мувозинатӣ *ғеҷиш* (x) номида мешавад. Ғеҷиши калонтарини ҷисм аз ҳолати мувозинатӣ *доманаи (амплитуда)* (A) лаппиш номида мешавад.

Барои мушоҳидаи лаппишҳои механикӣ бо лаппиши бори сари пружина шинос мешавем (расми 5.1). Бори сари пружинаи дар расм нишондодашуда дар милаи уфуқӣ бесоиш ҳаракат карда метавонад, чунки қувваи реаксияи мила вазнинии ҷисмро мувозинат мекунад.

Коэффитсиенти чандирии пружина k , массааш дар дараҷаи баҳисобнагирӣ хурд. Массаи система дар бор, саҳтӣ дар пружина чамъ шудааст гуфта ҳисоб кардан мумкин.



Расми 5.1.

Агар бори дар ҳолати мувозинатӣ бударо ба тарафи рост ба масофаи A ёзонида, сар диҳем, бор дар пружинаи ёзида (расми 5.1) бо таъсири қувваи чандирӣ ба тарафи вазъияти мувозинатӣ ба ҳаракат сар мекунад.

$$F_{\text{ч}} = -kA \quad (5.1)$$

Бо мурури гузашти вақт ғечиши бор аз A кам шудан мегирад, лекин суръати он зиёд шуда меравад. Дар ҳолати бор ва вазъияти мувозинатӣ омадан ғечиш (x) баробари нол ва қувваи чандирӣ ҳеҷ мешавад. Лекин бор бо инерсияи худ ба тарафи чап ҳаракати худро сар мекунад. Модули қувваи чандирии дар пружина ҳосилшуда ҳам зиёд шудан мегирад. Лекин аз боиси қувваи чандирӣ ҳама вақт ба ғечиши бор зид равон будан бор тормоз меҳӯрад. Дар натиҷа ҳаракати бор суфт шуда рафта ниҳоят бозмеистад. Акнун бор бо таъсири пружинаи фишурда, ки қувваи чандирӣ ҳосил шудааст, боз ба тарафи ҳолати мувозинатӣ ҳаракат мекунад.

Барои муайян кардани бо мурури вақт дар асоси қадам қонун тағйир ёфта истодани системаи ҷисми бо равиши даврӣ лаппида истода ба қиф рег андохта, онро ба ресмон меовезем ва мелаппонем. Дар ҷараёни лаппиши қиф картони таги онро бо як хел суръат кашида истем, шакли изи рег дар қоғаз синусоида буданаш гувоҳ мешавем. Аз ин хулосаи зерин бармеояд. *Ғечиши ҷисми бо мурури вақт лаппиши даврӣ карда-истода аз рӯи қонуни синус ё косинус тағйир меёфтааст.* Дар ин қимати калонтарини ғечиш домана ба A баробар мешавад:

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (5.2)$$

дар ин ҷо: ω_0 – басомади сиклии ба параметрҳои системаи лаппанда вобаста буда, φ_0 – фазаи ибтидоӣ, $(\omega_0 t + \varphi_0)$ – фазаи лаппиш пас аз саршавии лаппиш вақти t гузаштан.

Аз математика маълум аст, ки, $\sin \alpha = \cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$; аз ин рӯ (5.2) ро

$$x = A \cos\left(\omega_0 t + \varphi_0 - \frac{\pi}{2}\right) \quad (5.3)$$

гуфта навиштан ҳам мумкин.

Лаппишҳое, ки дар давоми вақт параметрҳояшон бо қонуни синус ё косинус тағйир меёбад лаппишҳои гармоникӣ номида мешавад.

Аз ин рӯ, пружинаи аз ҳолати мувозинатӣ дуршуда гармоникӣ мелаппидааст. Барои он, ки система лаппиши гармоникӣ кунад: 1) мавриди аз ҳолати мувозинатӣ баровардан, дар он қувваҳои дохилии системаро ба вазъияти мувозинатӣ оваранда ҳосил шавад; 2) Ҷисми лаппанда ба инертият соҳиб буда, ба он қувваҳои соиш ва муқовимат таъсир накарданаш шарт аст. Ин шартҳо шартҳои рӯй додани ҳаракатҳои лаппишноқ аст.

Параметрҳои асосии лаппишҳои гармоникӣ:

а) даври лаппиш T –вақти барои як лаппиши пурра сарфшуда:

$$T = \frac{t}{N}; \quad (5.4)$$

б) басомади лаппиш ν –адади лаппишҳои дар 1 сония рӯйдода:

$$\nu = \frac{N}{t}; \quad (5.5)$$

Воҳиди он $[\nu] = c^{-1} = \text{Гц}$;

в) басомади сиклӣ – адади лаппишҳо дар 2π сония:

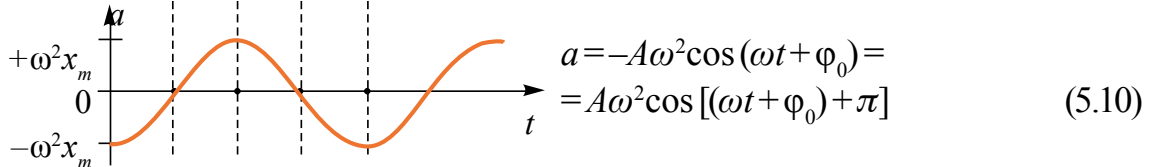
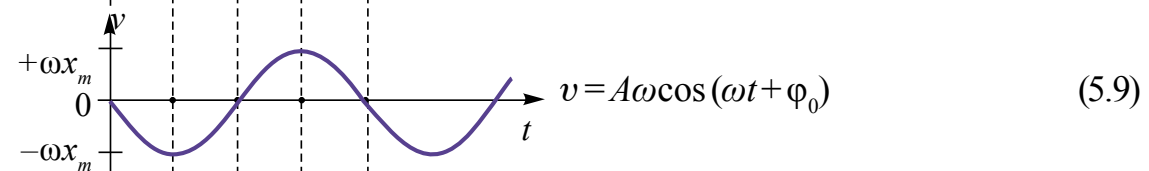
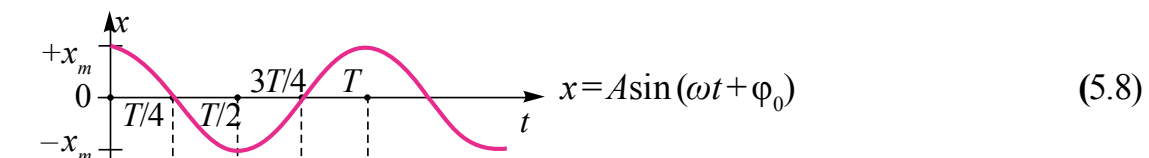
$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (5.6)$$

Муодилаи лаппишҳои гармоникӣ (5.2) ва (5.5), (5.6) ро ба ҳисоб гирифта, дар намудҳои зерин навиштан мумкин:

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0\right) = A \sin(2\pi \nu t + \varphi_0). \quad (5.7)$$

Аксарияти бузургиҳои лаппишҳои гармоникӣ ғеҷишаш дар давоми вақт бо қонуни синус ё косинус тағйирёбанда (суръат, шитоб, энергияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ) ҳам гармоникӣ тағйир меёбад.

Инро дар график ва муодилаҳои зайл дидан мумкин:



Расми 5.2.

Намунаи ҳалли масъала

Масъалаи 1. Нуқта ҳаракати лаппиши гармоникӣ мекунад. Ғеҷиш ва суръати максималӣ мувофиқан 0,05 м ва 0,12 м/с аст. Шитоби максималиро ва мавриди ғеҷиш 0,05 будан суръат ва шитоби нуқтаро ёбед.

Дода шуда аст:

$$A = 0,05 \text{ м}$$

$$v_{\max} = 0,12 \text{ м/с}$$

Ёфтан лозим

$$a_{\max} - ?$$

$$v - ?$$

$$a - ?$$

Формулаш ва ҳалли он:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi), \quad a_{\max} = \frac{v_{\max}^2}{A};$$

$$v = v_{\max} \sqrt{1 - \left(\frac{x}{A}\right)^2} = \frac{v_{\max}}{A} \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$v = \omega A \cos \omega t; \quad a = -\omega^2 A \sin \omega t = -\omega^2 x;$$

$$a = -\frac{v_{\max}^2}{A^2} x = -\frac{(0,12)^2 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)^2}{(0,05)^2} \cdot 0,03 = -(7,3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2)$$

$$a_{\max} = \frac{(12)^2 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)^2}{5 \cdot 10^{-2}} = 29 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2;$$

$$v = \frac{0,12 \frac{\text{М}}{\text{с}}}{0,05} = \sqrt{(0,05^2 - 0,03^2) \text{ м}^2} \approx 9,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$



1. Чӣ гуна ҳаракат ҳаракати даврӣ номида мешавад? Ба ҳаракати даврӣ аз ҳаёт ва техника мисолҳо оваред.

2. Муодилаи ҳаракати лаппиши механикиро нависед.

3. Ғеҷиш, домана, давр, басомади лаппиши механикӣ гуфта чиро меғӯянд?

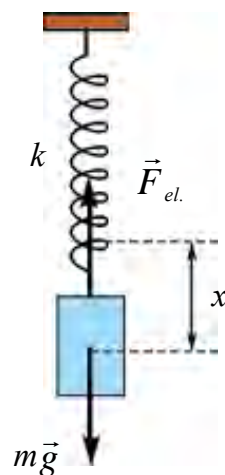
Мавзӯи 23. РАҚҚОСАКҲОИ ПРУЖИНАГӢ ВА МАТЕМАТИКӢ

Ҷисм ё системаи ҷисмҳои дар ҳаракати лап-пандаи даврӣ буда раққосак (маятник) номида мешавад. Аксарияти ҳаракати лаппишноки дар табиат вохӯранда ба ҳаракати раққосакҳои математикӣ ва пружинагӣ монанд аст.

Системаи аз пружинаи саҳтиаш k ва бори ове-зони массааш m иборатбуда раққосаки пружинагӣ номида мешавад (расми 5.3). Дар зери таъсири бори овезон пружина ба масофаи x_0 меёзад. Шарти мувозинатии он бо

$$m a = -k x_0 \quad (5.11)$$

муайян карда мешавад. Пружинаро ба ягон масофаи x каме ёзонида сар диҳем, бор дар самти амудӣ ба ҳаракати лаппишнок меояд.



Расми 5.3.

Бо ёрин таҷриба вобастагии ғечиши бор ба вақтро дар асоси қонуни

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

муайян карда будем. Шитоби ҷисми ҳаракати гармоникӣ кардаистода аз (5.10) $a = -\omega_0^2 x$ буданашро ба ҳисоб гирем, баробарии (5.10) ба намуди зерин меояд:

$$-\omega_0^2 x + \frac{k}{m} x = 0.$$

Аз ин баробарӣ ба

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (5.12)$$

соҳиб мешавем.

Аз ин рӯ, басомади лаппиши сиклии ҷисми дар лаппиши гармоникӣ буда ба параметрҳои ҷисмҳои ба системаи лаппишноқ дохилбуда вобаста будааст. (5.12) формулаи ёфтани басомади сикли (даврӣ) и раққосаки пружинагӣ гуфта мешавад. Дар асоси таърифи даври лаппиш

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{2\pi\nu} = \frac{2\pi}{\omega_0} \text{ аз}$$

ин

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

яъне

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (5.13)$$

Даври раққосаки пружинагӣ ба массаи бори аз решаи квадратӣ бароварда роста, ба саҳтии пружинаи аз решаи квадратӣ бароварда чаппа мутаносиб аст.

Дар раққосаки пружинагӣ табдили энергияро дида мебароем. Энергияи кинетикии раққосак, массаи пружина ба ҳисоб гирифта нашавад, $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ба энергияи кинетикии бор баробар мешавад. Дар мавзӯи гузашта суръат бо $v = A\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ аниқ карда шуданаш нишон дода шуда буд. Дар ин ҳол энергияи кинетикии раққосак ба

$$E_k = \frac{1}{2} mA^2 \omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (5.14)$$

баробар мешавад.

Энергияи потенциалии раққосаки пружинагӣ ба энергияи деформатсияи пружина баробар, яъне:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2}kA^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (5.15)$$

Дар бисёр ҳолат энергияи пурраи система $E_n = E_k + E_p$ ро доништан дорой аҳамияти калон аст:

$$E_n = E_k + E_p = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2\cos^2(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Агар $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ буданашро ба ҳисоб гирем,

$$E_n = \frac{1}{2}kA^2[\cos^2(\omega_0 t + \varphi_0) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0)] \quad (5.16)$$

ё

$$E_n = \frac{1}{2}kA^2 = \text{const} \quad (5.17)$$

буданаш бармеояд.

Эътибор диҳед, энергияи пурраи раққосаки пружинӣ бузургии собити новобастаи вақт будааст, яъне иҷрои қонуни бақои энергияи механикӣ мушоҳида мешавад.

Нуктаи материалии ба ресмони бевазни наёзанда овехта, инчунин ҳаракати лаппишноки даврикунанда **раққосаки математикӣ** номида мешавад.

Раққосак дар вазъияти мувозинати устувор бошад вазнинии нуктаи материалӣ ($P = mg$) қувваи таранги T -ро мувозинат мекунад (расми 5.4). Чунки модули онҳо баробар буда, аз рӯи як хати рост ба тарафҳои муқобил самт доранд. Агар раққосакро ба ягон кунҷи α майл кунем, қувваҳои mg ва T байни ҳам кунҷ ҳосил намуда равона шуданаш онҳо якдигарро мувозинат карда наметавонанд. Аз якҷояшавии ин қувваҳо раққосакро ба ҳолати мувозинатӣ оранда қувваи баргардонӣ ба вучуд меояд.

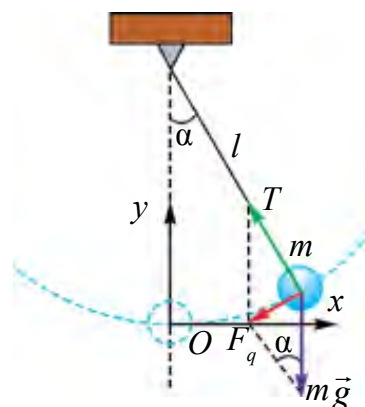
Раққосакро сар диҳем, раққосак бо таъсири қувваи баргардонӣ ба тарафи вазъияти мувозинатӣ ҳаракат сар мекунад. Аз расми 5.4

$$F_q = P \sin\alpha = mg \cdot \sin\alpha \quad (5.18)$$

буданашро мебинем.

Дар асоси қонуни дуёми Нютон қувваи, F_6 ба нуктаи материалӣ шитоби a медиҳад. Аз ин рӯ

$$-mg \sin\alpha = ma. \quad (5.19)$$



Расми 5.4.

Дар кунҷҳои майли басо хурд ($\alpha \leq 6^\circ \div 8^\circ$) буданаш ва қувваи F_g ҳама вақт ба ғеҷиш самти зид доштанаши (5.19) ро дар намуди

$$ma \approx -mg \cdot \frac{x}{l} \quad (5.20)$$

навиштан мумкин. Ғеҷиши дар ҷараёни лаппиш кардаи нуқтаи материалӣ (сакқоро) ро бо ҳарфи x ишора намоем ва инчунин $a = -\omega_0^2 x$ ба эътибор гирем, $-m\omega_0^2 x = mg \frac{x}{l}$.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (5.21)$$

мешавад. Дар асоси таърифи даври лаппиш, $T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{2\pi\nu} = \frac{2\pi}{\omega_0}$ буданаш:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (5.22)$$

Ин формулаи муайянкунандаи даври раққосаки математикиро **формулаи Гюйгенс** гуфта мешавад. Аз ин қонунҳои зерини раққосаки математикӣ бармеояд:

1) мавриди хурд будани кунҷи майл (α) даври лаппиш ба доманаи он вобаста нест.

2) даври лаппиши раққосаки математикӣ ба бори ба он овезон ҳам новобаста аст.

3) даври раққосаки математикӣ ба дарозии аз решаи квадратӣ баровардаи он мутаносиби роста ва ба шитоби афтиши озоди аз решаи квадратӣ бароварда мутаносиби чаппа аст.

Дар ин ҳол лаппиши раққосаки математикӣ бо ифодаи

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

аниқ карда мешавад.

Ҳаминро бояд таъкид кард, ки мавриди калон будани доманаи лаппиш ё калон будани кунҷи майл, лаппиши раққосаки математикӣ гармоник нашуда менамояд. Чунки, $\sin \alpha \approx \frac{x}{l}$ намешавад ва ҳалли муодилаи ҳаракати раққосак дар намуди синус ё косинус нашуда менамояд.

Намунаи ҳалли масъала

Масъалаи 1. Даври лаппиши раққосаки математикии якум 3 с, аз они дуюмӣ 4 с аст. Даври раққосаки ба суммаи дарозии инҳо баробарро ёбед.

| | | |
|---------------------|---|--------------------------|
| Дода шудааст: | Формулааш: | Ҳалли он: |
| $T_1 = 3 \text{ s}$ | $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}; T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}};$ | $T = \sqrt{3^2 + 4^2} =$ |
| $T_2 = 4 \text{ s}$ | | $= 5 \text{ c.}$ |
| $l = l_1 + l_2$ | | |
| Ёфтаг лозим | $T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} \cdot l_1 = \frac{T_1^2 \cdot g}{4\pi^2}$ ва | |
| $T = ?$ | $l_2 = \frac{T_2^2 \cdot g}{4\pi^2}; T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$ | Ҷавобаш: 5 s. |

- ?** 1. Барои ду баробар зиёд кардани басомади сиклии раққосаки математикӣ кадоме аз параметри онро чанд маротиба тағйир додан лозим?
2. Кунҷи майли ресмони раққосаки математикӣ дар асоси кадом қонун тағйир меёбад?
3. Кадом шарт бояд иҷро шавад, ки лапшиши раққосаки математикӣ гармоникӣ бошад?

Мавзӯи 24. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: ОМУҲТАНИ УСУЛИ БО ЁРИИ РАҚҚОСАКИ МАТЕМАТИКӢ МУАЙЯН КАРДАНИ ШИТОБИ АФТИШИ ОЗОД

Мақсади кор: Омӯхтани усули бо раққосаки математикӣ аниқ кардани шитоби афтиши озод.

Асбобҳои лозимӣ ва ҷиҳозҳо. Раққосаки математикӣ, штативи универсалии лабораторӣ, сониясанҷ, тасмаи ченкунӣ.

Тартиби иҷрои кор:

1. Ресмонро то имкон дароз маҳкам намуда дарозии онро чен мекунам. Радиуси кура r муайян карда мешавад. Натиҷаи гирифташударо ба ҷадвал менависанд. $l_1 = (l_{ip} + r) m$.

2. Саққоро аз ҳолати мувозинатӣ ба кунҷи на он қадар калон ($6^\circ - 8^\circ$) майл кунонида ба ҳаракат медарорем. Дар хамин лаҳза сониясанҷро ба кор меандозем.

3. Миқдори лапшишҳои раққосаки математикӣ шумурда мешавад. Раққосак пас аз $N_1 = 20$ маротиба лапиданаш сониясанҷро боздошта мешавад.

4. Нишондоди сониясанҷро кайд намуда ба ҷадвал менависанд.

5. Аз $T = \frac{t}{n}$ даври лапшиш ёфта мешавад.

6. Бо ифодаи $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ шитоби афтиши озод ҳисоб карда мешавад.

7. Дарозии ресмони раққосакро тағйир надода, барои адади лаппишҳо $N_2=30$ ва $N_3=40$ таҷриба такрор карда мешавад.

8. Дар асоси натиҷаҳои болоӣ қиматҳои даври лаппиши раққосак ва шитоби афтиши озодро ҳисоб намуда ба ҷадвал навишта мешавад.

9. Дар асоси натиҷаҳои ёфташуда ҷадвали зеринро пур мекунем.

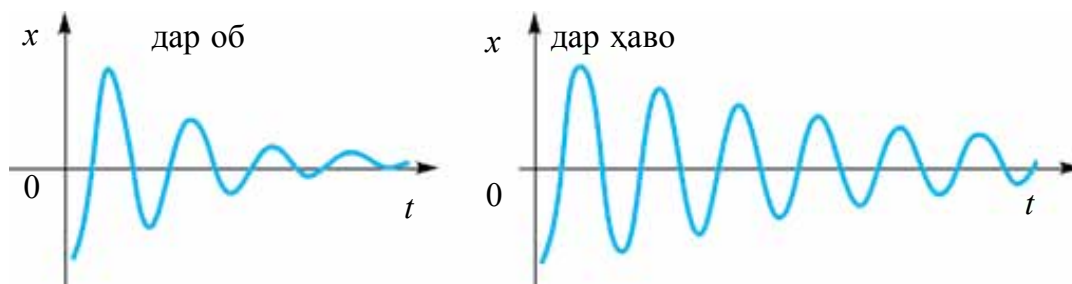
| l_i , м | N_i | t_i , с | \bar{g} , м/с ² | Δg , м/с ² | $\Delta \bar{g}$, м/с ² | $\varepsilon = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} \cdot 100\%$ |
|--------------|-------|--------------|---------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | 20 | | | | | |
| | 30 | | | | | |
| | 40 | | | | | |



1. *Аз чӣ сабаб даври раққосаки математикӣ ба массаи саққои раққосак новобаста аст?*
2. *Аз чӣ сабаб таҷрибаи мазкур дар географии гуногуни Замин гузаронида шавад, натиҷа ҳар хел мебарояд?*
3. *Андозаҳои саққои раққосаки математикӣ тағйир дода шавад, даври лаппиши он чӣ гуна тағйир меёбад?*

Мавзӯи 25. ЛАППИШҲОИ МАҶБУРӢ. РЕЗОНАНС ДАР ТЕХНИКА

Лаппишҳои озоди дар ягон муҳит рӯйдодаистода хомӯшшаванда мешавад (расми 5.5). Чунки дар даври лаппиш ҷисми лаппанда дучори муқовимати соиши муҳит мегардад.



Расми 5.5.

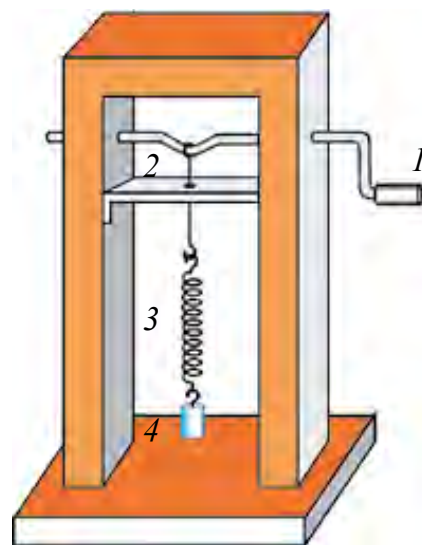
Бо ин сабаб дар амал аз лаппишҳои озод истифода намебаранд.

Барои хомӯш нашудани лаппишҳо энергияи сарфшударо бо тарзи даврӣ пур карда истодан мебояд. Барои ин ба системаи лаппиш даврӣ қувваи беруна таъсир намуданаш лозим. Макети соддаи таҷҳизоти ин гуна қувваи аз берун таъсирбахш дар расми 5.6 оварда шудааст. Бори ба пружина овехтаро поён кашида сар диҳем, вай ҳаракати даврӣ мекунад. Дар ин вақт дастаи меҳвари оҳани пружинаи овезон давр занонида шавад, лаппишҳо хомӯш намешаванд. **Лаппишҳои системае, ки бо таъсири қувваҳои бо равиши даврӣ аз берун таъсирбахш содир мешаванд, лаппишҳои маҷбурӣ номида мешавад.**

Ин қувваи берунаи бо равиши даврӣ таъсирбахш, ки боиси лаппишҳои маҷбурӣанд, *қувваи маҷбуркунанда* ном дорад.

Ба лаппишҳои маҷбурӣ аз ҳаёт басо мисолҳо овардан мумкин. Мембранаи радиокарнаи дар радио, магнитофон, телевизор, ки шумо бо мароқ мешунавед, бо таъсири ҷараёни аз он гузашта мелаппад. Аз назди хонаатон ё синфатон машинаҳои пурбор гузаранд, ба ларзиш омадани оинаи дирезаҳоро мешунавед. Таҷҳизотҳои кӯхнаи бетонӣ (пойдевор, сутун)-ро, ки *болғаҳои пневматикӣ* бо равиши даврӣ таъсир карда, пора мекунанд, чинсҳои кӯхиро мекӯчонанд, қувваи берунаи бо равиши даврӣ таъсирбахшанд. Барои дониستاني истифодаи лаппишҳои маҷбурӣ ё мавриди зарарнок бартараф намудан онҳоро омӯхтан лозим.

Аз таҷҳизоти расми 5.6 истифода бурда, таъсири қувваи маҷбуркунандаи берунӣ ба лаппишҳои дар системаи лаппишнок ба вуҷуд ояндаро меомӯзем. Нӯги пружинаи (3) бордор (4) ба нӯги сими чангакдор (2) овехта шудааст. Нӯги чангак дар шакли ҳалқа буда, дар қитъаи дар шакли камон қатшудаи меҳвари оҳанини (1) мелажад. Меҳвари оҳанин давр занонида шавад, пружинаи бордор мелаппад. Дастаи меҳварро бо тезӣ давр занонида равем, лаппиши бор дар аввал каме дар қафо монда, сипас баробар мешавад. Дар ин ҳолат лаппишҳо барқарор шуд, мегӯянд.



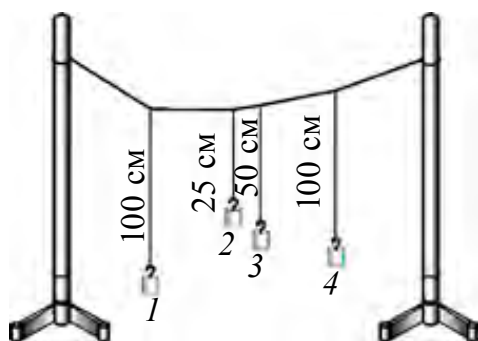
Расми 5.6.

Дар воҳиди вақт меҳвар чанд маротиба давр занад, пружинаи бордор ҳам ҳамин қадар давр мезанад. Аз ин рӯ, **лаппишҳои маҷбурии дар системаи лаппанда содиршаванда ба басомади қувваи маҷбуркунанда баробар аст.**

Лаппишҳои маҷбурӣ лаппишҳои хомӯшинашаванда аст.

Ҳодисаи резонанс

Акнун дар системаи лаппанда доманаи лаппишҳои содиршаванда ба қувваи маҷбуркунанда чӣ хел вобаста буданашро дида мебароем. Барои ин таҷрибаи оддитарин мегузаронем. Расмони дарозиаш 4–5 метрро аз як тарафи хона ба тарафи дигар каме овезон мекашем.



Расми 5.7.

Ба ин расмон 3–4 бори расмондори дарозиаш гуногунро меовезем (расми 5.7). Дарозии расмони бори якум овехтаро бо дарозии расмони бори дуюм овехта як хел интиҳоб мекунем. Раққосаки якумро аз вазъияти мувозинатӣ ба як сӯ бароварда сар диҳем, ҳаракати лаппишнок мекунад. Лаппиши он бо расмони умумӣ ба раққосакҳои дигар гузашта, онҳо ҳам оҳиста ба

ҳаракати лаппишнок мегузаранд. Пас аз дар раққосакҳои дуюм, сеюм ва чорум ба вучуд омадани лаппишҳои барқарор ба лаппишҳои раққосакҳо эътибор диҳем, ба аз ҳама калон будани доманаи раққосаки чорум боварӣ ҳосил мекунем. Бо сабаби дарозии раққосакҳои якум ва чорум баробар буданаш, даври (басомади) лаппишҳои озоди онҳо як хел мешаванд.

Бинобар ин, дар лаппишҳои маҷбурӣ басомади қувваи маҷбуркунанда бо басомади хусусии системаи лаппанда баробар бошад, басомади лаппишҳо аз ҳама калон мешаванд, яъне резонанс рӯй медиҳад.

Басомади қувваи маҷбуркунандаи беруна бо басомади хусусии системаи лаппанда баробар будан, ҳодисаи якбора афзудани доманаи лаппишҳо резонанс номида мешавад.

Сабаби дар даври резонанс афзудани домана байни ҳам мувофиқ омадани самти қувваи маҷбуркунанда бо самти ҳаракати ҷисми лаппанда аст.

Аз ҳодисаи резонанс дар техника ва ҳаёт васеъ истифода мебаранд. Дар соатҳо, дар тамоми зангҳои гуногун, дар сиренаҳо, болғаи пневматикӣ аз ҳодисаи резонанс истифода мебаранд.

Лекин дар баъзе ҳолатҳо резонанс зараровар аст.

Масалан, ҳангоми аз кӯпруки овезони болои дарё гузаштани одам вай лапида меистад. Ба тез ё суст гузаштани одам аз он нигоҳ карда лапиши кӯпрук калон ё суст шуданаш мумкин. Агар басомади қадамгузорӣ, бо басомади хусусии кӯпрук мувофиқ ояд, симтанобҳои кӯпрукро доштаистода канда шуданашон мумкин.

Дар ҳолатҳои зарарнок будани резонанс бо мақсади кам кардани оқибатҳои он чораҳои зарурӣ мебинанд. Барои рӯй надодани резонанс дар натиҷаи гардиши қисмҳои дастгоҳҳои корхонаҳо пойдевори биноҳоро вазнин ва калон месозанд. Барои тез хомӯшкунии лапишҳои автомобилҳо амортизаторҳо мегузоранд.

Автолапишҳо. Барои мавҷудияти лапишҳои маҷбурии хомӯшнашаванда бояд қувваи даврии беруна таъсир кунад. Лекин лапишҳои система бе таъсири қувваи даврии берунӣ ҳам хомӯшнашаванда шуданаш мумкин. Агар дар даруни системаи лапиши озод карда истода манбаи энергия бошад ва ин манба ба қисми лапанда ҳар доим ҷои энергияи камшударо бо миқдори зарурӣ пур карда истад, дар ин гуна система лапишҳои хомӯшнашаванда ба вучуд меояд.

Раққосаки соати оддӣ мисоли соддатарини намуди ин гуна система аст. Ин система ба захираи маълуми энергия, яъне энергияи потенциалии бори аз замин ба ягон баландӣ бардошташуда ё энергияи пружинаи фишурда соҳиб аст.

Системаҳое, ки бо туфайли манбаи энергия лапишҳои хомӯшнашаванда ҳосил мекунанд, *системаҳои автолапишҳо* номида мешавад. Занги электрикӣ, дили инсон ва шуши онро ҳам системаи автолапишҳо гуфта мумкин.

Дар система бе таъсири қувваи даврии беруна бо таъсири манбаи дохилӣ ҳосилшавии лапишҳои хомӯшнашаванда *автолапишҳо* гуфта мешавад.

Басомади лапишҳои маҷбуриӣ бо басомади қувваи беруна як хел мешавад. Басомади автолапишҳо ва доманаи онро бо хусусиятҳои шахсии система ифода мекунанд. Доманаи автолапишҳо ба бузургии таъсири (такон) кӯтоҳмуддати ин лапишҳоро ба амаловарда вобаста нест.



1. Барои ба лапишҳои хомӯшнашаванда табдил додани лапишҳои озод чӣ бояд кард?
2. Чӣ гуна лапишҳоро лапишҳои маҷбуриӣ меноманд?
3. Ҳодисаи резонанс дар кадом шароит ба вучуд меояд?

4. Ба ҳолатҳои фойданок ва зарарнок будани резонанс худатан мисолҳо оваред.



Тӯбро гирифта чун баскетболчиён ба замин зада бозӣ кунед. Ҳаракати тӯб ба кадом ҳаракат мансуб аст? Басомади ба замин задани тӯб ва баландии ҷаҳиши онро тағйир диҳед. Дар кадом ҳол ба барқарор будани ҳаракати тӯб эътибор диҳед.

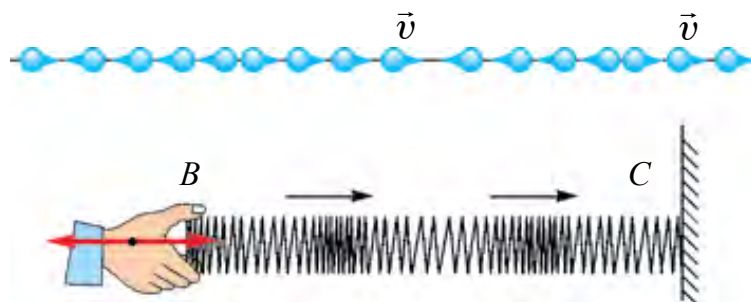
Мавзӯи 26. ПАҲН ШУДАНИ МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ ДАР МУҲИТҲО. ДАР ҲАЁТ ВА ТЕХНИКА ИСТИФОДАБАРИИ УЛТРА ВА ИНФРАСАДОҲО

Ба мо маълум аст, ки ҳаракати лаппишноки ягон ҷисм ба муҳите, ки он ҷойгир аст, нақл мешавад. Агар лаппиш дар ҳаво бошад, ҳаракати худро ба зарраҳои ҳаво нақл мекунад. Ҳаракати лаппишноки зарраҳои ҳаво ба тамоми самтҳо дар ҳаво паҳн мешавад. Ин ҳодиса дар моеъҳо ҳам, дар ҷисмҳои саҳт ҳам рӯй медиҳад. Дар вакуум мавҷҳои механикӣ паҳн намешаванд.

Қараёни густариши лаппишҳо дар муҳит бо мурури вақт *мавҷ* номида мешавад.

Умуман гирем, мавҷҳои механикӣ ду хел мешаванд: мавҷҳои арзӣ ва қаддӣ.

Самти лаппиши зарраҳои мавҷи дар муҳит густариш ёфта дар самти густариши мавҷ дар як меҳвар бошад, ин гуна мавҷҳо, **мавҷҳои тӯлӣ** номида мешавад.

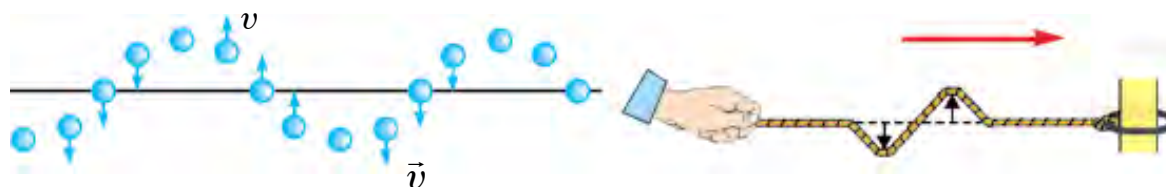


Расми 5.8.

Мавриди густариши мавҷҳои арзӣ муҳит ба деформатсияҳои фушурда ва васеъ дучор мешавад (расми 58). Дар моеъҳо ва газҳо ин гуна деформатсия ба воситаи зичшавӣ ва тунукшавии зарраҳои муҳит ба амал меояд. Мавҷҳои қаддӣ дар ҳар гуна муҳит: саҳт, моеъ ва газ густариш ёфтаниш мумкин.

Ба тариқи мисол ба мавҷҳои тӯлӣ мавҷи дар милаи чандирӣ ё густариши садо дар ҳаворо овардан мумкин.

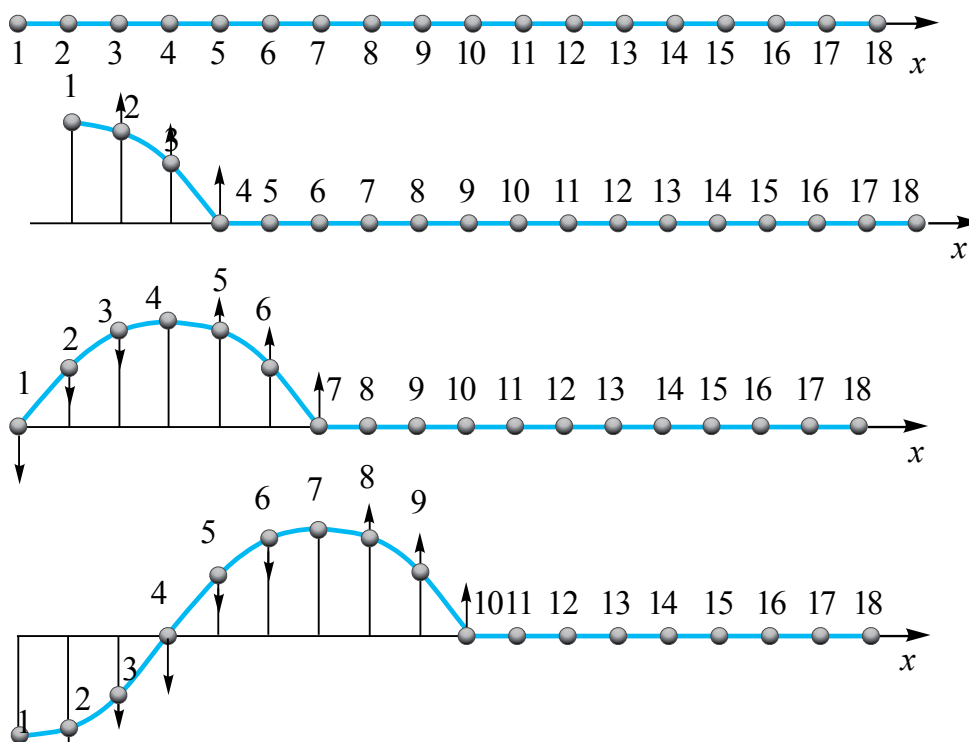
Дар муҳити густариши мавҷ самти лаппиши зарраҳо ба самти густариши мавҷ амудӣ бошад, **мавҷҳои арзӣ** номида мешавад.



Расми 5.9.

Мавриди густариши мавҷҳои арзӣ як қабати муҳит нисбат ба дуҷумӣ меғечад. Ҳангоми густариши ин гуна мавҷҳо баландӣ ва пастиҳо ҳосил мешавад (расми 5.9). Аз ҷисмҳои сахт бо равиши фарқнок нисбат ба ғеҷиши қабатҳо моеъҳо ва газҳо ба хусусияти чандирӣ соҳиб нест. Бинобар ин, мавҷҳои арзӣ фақат дар ҷисмҳои сахт густариш меёбанд.

Ҷараёни мавҷи арзӣ лаппиширо аз нуқта ба нуқта интиқол намуданаширо муфассал дида мебароем. Дар расми 5.10 ҳолати мавҷҳои арзӣ зимни вақти $\frac{1}{4} T$ оварда шудааст.



Расми 5.10.

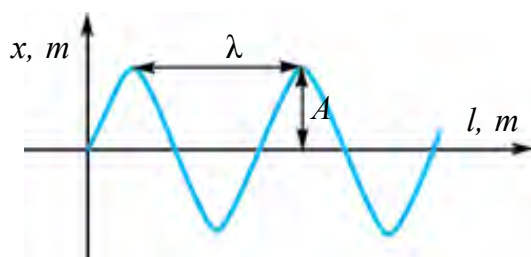
Дар расми 5.10 ҳолати зарра дар ягон момент дар намуди саққоҳои рақамнок дода шудааст. Аз боиси саққоҳо рақамнок дода шудааст. Аз боиси саққоҳо ба якдигар наздик ҷойгир буданаш байни онҳо таъсири мутақобил мавҷуд аст. Агар саққои якумро ба ҳаракат орем, яъне ба болову поён ҳаракати маҷбурӣ кунонем, маҳз бо таъсири мутақобили байни онҳо саққоҳои боқимонда ҳам ҳаракати онро такрор мекунанд. Лекин ҳаракати онҳо нисбат ба ҳаракати саққои аввалин дар ҳолати дермонда (аз ҷиҳати фаза ғеҷида) мешавад.

Масалан саққои чорум аз якум $\frac{1}{4}$ лаппиш қафо мемонад. Ҳаракати саққои ҳафтум аз якум ба $\frac{1}{2}$ лаппиш, даҳумаш ба $\frac{3}{4}$ лаппиш қафо мемонад. Саққои сездҳум аз якум ба як лаппиши пурра қафо мемонад, яъне бо он дар як ҳел фаза мелаппад.

Ду нуқтаи ба якдигар дар фосилаи наздиктарин ҷой гирифта ва масофаи байни ин нуқтаҳои дар як фаза лаппида истода дарозии мавҷ номида мешавад.

Дарозии мавҷро бо ҳарфи юнонии λ (“ламбда”) ишора мекунанд. Масофаи байни саққои якум ва чордахум, дуном ва понздаҳум, сеюм ва шонздаҳум ба дарозии якто мавҷ баробар гуфта мешаванд.

Аз ин рӯ, масофаи густариши мавҷ дар як давр ба дарозии мавҷ баробар аст:



Расми 5.11.

$$\lambda = vT.$$

Дар ин ҷо v —суръати дарозии мавҷ (расми 5.11). Вобастагии даври лаппиш ба басомад $\nu = \frac{1}{T}$ ба эътибор гирифта шавад, $\lambda = \frac{v}{\nu}$ мешавад. Воҳиди он $[\lambda] = 1 \text{ м}$.

Ба ҳавз ё дар вақти ором, бешамол ба рӯи об санг партоем, аз нуқтаи афтиши санг сар карда ба ҳама тарафҳо лаппишҳо густариш меёбанд. Ин мавҷҳо дар шакли давра буда, аз баландиҳо ва пастиҳо иборат аст.

Лаппиши тор, густариши он дар ҳамин тор ба мавҷи оддӣ мисол шуда метавонад.

Суръати густариши лаппиши он $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ аз ин рӯ:

а) суръати густариши он ба қувваи тарангии тор T ва зичии хаттии он ба $\rho = \frac{m}{l}$ вобаста аст;

б) Чандирии муҳит чӣ қадар калон бошад, суръати густариши лаппишҳо ҳамон қадар калон мешавад.

Садо ва табиати он. Басомади мавҷҳои дар муҳити чандирӣ густаришёфта аз 20 Гс (дар баъзе адабиётҳо 16 ёки 17 Гс) то 20000 Гс бошад, ин гуна мавҷҳои механикиро органи шунавоии инсон ҳис мекунад. Ин гуна мавҷҳо—*мавҷҳои садо* ё *овоз* гуфта мешавад. Мавҷҳои басомадашон аз 20 Гс хурд инфрасадо гуфта мешавад ва инро инсон ҳис намекунад.

Қисми физика, ки хусусияти мавҷҳои басомадаш аз 1 Гс то 10^{13} Гс бударо меомӯзад, *акустика* номида мешавад.

Садо мавҷи тӯлӣ буда, бо суръати ба зичии муҳит ва хусусияти он вобаста паҳн мешавад.

Ҳаминро бояд таъкид намуд, ки мавриди собит будани ҳарорати муҳит тағйирёбии фишор ба тағйирёбии зичӣ мутаносиби рост ва $\frac{P}{\rho} = \text{const}$ буданаш суръати густариши мавҷ дар газҳо ба фишор вобаста шуда наметавонад.

Лекин дар газҳо суръати густариши садо ба ҳарорати онҳо вобаста аст.

Дар ҷисмҳои сахт бошад, мавҷҳо ҳам тӯлӣ, ҳам арзӣ густариш меёбанд, аз ин рӯ суръати тӯлии садо $v_t = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, суръати арзии паҳншавии садо бо формулаи $v_a = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$ ҳисоб карда мешавад.

Дар ин ҷо: E —модули Юнг барои муҳит, G —модули ғечиш. Дар ҷисмҳои сахт суръати густариши мавҷҳои тӯлӣ аз суръати густариши мавҷҳои арзӣ қариб ду маротиба калон, чунки $E > G$.

Аз ин рӯ заминчунбиро ду маротиба ҳис мекунем, чунки аз маркази заминчунбӣ ба ҷои мо истода мавҷи тӯлӣ аввалтар, мавҷи арзӣ бошад, каме дертар расида меояд.

Басомади садое, ки гӯши инсон мешунавад ва ҳис мекунад, ба соҳаи садоҳои аз 16 Гс то 20000 Гс рост меояд.

Мавҷҳои садои басомадашон аз 20 кГц зиёд буда инфрасадо номида мешавад. Ултрасадоҳо ба хусусияти ба худ хос соҳиб буда, онҳо чун нурҳои рӯшноӣ дар фазо намудаи нури борик паҳн мешаванд.

Ултрасадоҳо дар соҳаҳои зерин васеъ истифода мешаванд:

1) Дар аниққунии нуқсонҳои дохили металлҳо, чизҳои зерин обиро, аз он ҷумла дар баҳр ҷои ҷойгиршавии тӯдаи моҳиёнро аниққунӣ;

- 2) Дар омӯзиши хосиятҳои физикии ҷисмҳои сахт, моеъ ва газӣ.
- 3) Дар қоркарди механикии ҷисмҳои басо сахт ва мӯрт, дар тозакунии онҳо;
- 4) Ҳангоми дар тиббиёт ҳолати гурда, ҷигар, ҳомила ва ҳамин гуна аъзоҳои андаруни инсонро аз назар гузаронидан истифода мебаранд.
- 5) Кӯршапаракҳо ултрасадои худаширо фиристодаро аз монеаи рӯ ба рӯ ки қисме бармегардад, қабул парда монеааро ҳис мекунанд ва рафта намезананд.



1. Мавҷҳои тӯлӣ ва арзӣ аз якдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
2. Мавриди густириши мавҷҳои тӯлӣ муҳит ба кадом деформатсия дучор мегардад?
3. Дарозии мавҷро чӣ тавр аниқ кардан мумкин?

Машқи 5

1. Раққосаки математикӣ дар давоми 40 с 50 маротиба мелаппад. Даври лаппиш ва басомади сиклии раққосакро ёбед. (Ҷавобаш: 2 с, $\pi \frac{1}{с}$).
2. Муодилаи ҳаракати лаппишноқ дар намуди $x=0,06 \cos 100\pi t$ дода шудааст. Домана, басомад ва даври ҳаракати лаппишноқро ёбед. (Ҷавобаш: 6 см, 50 Гс, 20 мс).
3. Нуқта ҳаракати лаппишноқи гармоникӣ мекунад. Ғеҷиши калонтарин $A=10$ см, қимати калонтарини суръат $v_m=20$ см/с. Басомади лаппиши сиклӣ ω ва шитоби a_m максималии нуқтаро ёбед (Ҷавобаш: 2 рад/с; 0,4 м/с²).
4. Нуқтаи доманааш $A=0,1$ м, давраш $T=2$ с буда ҳаракати лаппишноқи гармоникӣ карда истодааст. Мавриди ғеҷиш $x=0,06$ м будан суръат ва шитоб ёфта шавад. (Ҷавобаш: 0,25 м/с; 0,6 м/с²)
5. Фазаи ибтидоии лаппишҳои гармоникӣ сифр аст. Дар кадом қисми давр суръати нуқта ба нисфи қимати максималӣ баробар мешавад. (Ҷавобаш: $\frac{1}{12} T$).
6. Нуқтаи материалӣ бо доманаи $A=5$ см ҳаракати лаппишноқи гармоникӣ мекунад. Агар ба нуқта қувваи чандирии $F=0,2$ Н таъсир кунад, энергияҳои кинетикӣ, потенциалӣ ва пурраро ёбед.
7. Басомади лаппиши раққосаки пружинагии массааш 10 г, сахтиаш 100 Н/м чӣ гуна аст (Гс)? (Ҷавобаш: 16 Гс).
8. Агар нисфи пружинаи раққосаки пружинагиро бурида партоем, басомади лаппишҳои он чӣ гуна тағйир меёбад?
9. Дарозии раққосаки математикӣ 2,5 м, массаи саққои ба он овезон 100 г. Даври лаппиш ба чӣ баробар аст (с)? (Ҷавобаш: 3,14 с).

10. Сатили қаъраш сӯрохи обдори ба таноб овезон ҳаракати лаппишнок мекунад. Бо камшавии оби сатил даври он чӣ хел тағйир меёбад?

11. Дар фосилаи вақти баробар маятники (раққосаки) якум 50 маротиба, маятники дуюм 30 маротиба мелаппад. Агар дарозии яке аз дигаре 32 см фарқ кунад, дарозии ҳар як раққосакро ёбед.

12. Донишомӯзи массааш 20 кг арғунчак парида истодааст. Агар арғунчак аз вазъияти мувозинати 1 м майл намуда, дар як дақиқа 15 маротиба лаппида истода бошад, энергияҳои потенциали ва кинетикии онро дар $1/12$ қисми давр ёбед.

Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби V

1. Доманаи лаппиш ду маротиба афзояд, даври он чӣ гуна тағйир меёбад?

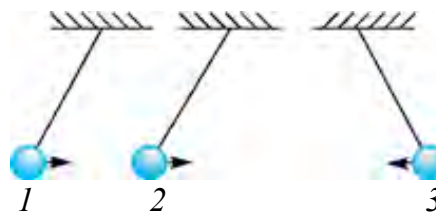
- А) 2 маротиба меафзояд; В) 2 маротиба кам мешавад;
С) 4 маротиба меафзояд; Д) тағйир намеёбад.

2. Дарозии раққосаки математикӣ 16 маротиба кам шавад, даври лаппиши озоди (хусусии) он чӣ хел тағйир меёбад?

- А) 16 маротиба кам мешавад; В) 16 маротиба меафзояд;
С) 4 марта меафзояд; Д) 4 маротиба кам мешавад.

3. Саққоҳо байни якдигар дар кадом фаза мелаппанд?

- А) 1 ва 3 зидди якдигар, 2 ва 3 дар як хел фаза;
В) 1 ва 2 дар фазаи муқобил, 2 ва 3 дар як хел фаза;
С) 1 ва 2 як хел, 2 ва 3 фазаҳои муқобил;
Д) 1 ва 2 муқобил, 1 ва 3 як хел.



4. Мавҷҳои тӯлӣ дар чӣ гуна муҳитҳо паҳн мешаванд? 1–дар ҷисмҳои сахт; 2–дар моеъҳо; 3–дар моддаҳои газмонанд.

- А) фақат 1; В) фақат 2; С) фақат 3; Д) дар 1, 2 ва 3.

5. Дар муҳити густариши лаппишҳо масофаи байни ду нуқтаи дар як фаза лаппишноки ... номида мешавад. Ҷумларо пурра кунед.

- А) ... наздиктарин дарозии мавҷ;
В) ... ғеҷиши калон домана;

| | |
|--|---|
| Раққосаки пружинагӣ | Системаи пружинаи сахтиаш k ва бори ба он овезони массааш m , ки лаппиши озод карда метавонад: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ |
| Раққосаки математикӣ | Системаи лаппишноки аз саққои ба ресмони бевазн, наёзанда овехташуда, ки андозаҳояш нисбат ба андозаҳои дарозии ресмон дар дараҷаи ба ҳисобнагирӣ хурдбуда. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. |
| Лаппишҳои маҷбурӣ | Бо мурури вақт лаппишҳои доманааш камшаванда. Лаппишҳои озод лаппишҳои маҷбурианд. |
| Ҳодисаи резонанс | Басомади қувваи маҷбуркунандаи берунӣ бо басомади хусусии системаи лаппишнок баробар будан, ҳодисаи якбора афзудани доманаи лаппишҳо. |
| Мавҷҳои тӯлӣ (мавҷҳои васеъшавӣ – фишурдашавӣ) | Самти лаппиши зарраҳои мавҷи дар муҳит густаришёфта бо самти густариши мавҷ байни ҳам мувофиқ оянда. Дар муҳитҳои саҳт, моеъ ва газмонанд густариш меёбанд. |
| Мавҷҳои арзӣ (мавҷҳои ғеҷанда) | Дар муҳити густариши мавҷ сокити лаппиши зарраҳо ба самти густариши мавҷ байни ҳамдигар амудӣ буда, фақат дар ҷисмҳои саҳт густариш меёбанд. |
| Дарозии мавҷ | Масофаи дар фосилаи як давр тай кардаи мавҷҳо: $\lambda = vT$. Воҳиди он $[\lambda] = 1$ м. |

Боби VI. АСОСҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА

Мавзӯи 27. БЕБОЗГАШТИИ ҶАРАЁНҲОИ ГАРМӢ. ҚОНУНҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА

Дар ҷараёнҳои термодинамикӣ система аз ҳолати ибтидоӣ ба воситаи ҳолатҳои мобайнӣ ба ҳолати интиҳӣ мегузарад. Ин гузариш бобозгашт ва бобозгашт шуданаш мумкин.

Ҷараёни бобозгашт гуфта ҳангоми система ба ягон ҳолат гузаштан аз ҳолати интиҳӣ ба ҳолати ибтидоӣ бо ҳамон ҳолатҳои мобайнӣ пай дар пай баръакс гузаштанро мегӯянд.

Масалан, тамоми ҷараёнҳои механикӣ софӣ бе соиш гузаранда мисол ҷараёнҳои бобозгашт мешаванд. Аз он ҷумла, лаппиши раққосаки вазнини ба чангаки дароз овезон ба ҷараёни бобозгашт наздик аст. Дар ин ҳол энергияи кинетикӣ дар амал ба энергияи пурраи потенциалӣ табдил меёбад. Ҳамин тавр, баръакси ин ҳам дуруст аст. Аз боиси муҳит дорои муқовимат будан доманаи лаппиш оҳиста кам мешавад ва ҷараёни лаппиш дер давом мекунад.

Ҳар гуна ҷараёни ба муқовимати маълум воҳӯранда ё аз ҷисми гарм ба ҷисми сард гузаронидани гармӣ рӯйдиханда ҷараёни бобозгашт аст. Дар мисоли болоии раққосаки овардашуда низ ҷараён бобозгашт аст, чунки соишро нест кардан номумкин аст. Аз боиси ин як қисми энергияи механикӣ хоҳем-нахоҳем ба гармӣ табдил меёбад ва бобозгашт ба муҳити гирду атроф паҳн мешавад, бинобар ин, дар ҷисмҳои атроф тағйирот содир мешавад, аз ин рӯ ҷараён бобозгашт мегӯянд. Инчунин ҷараёни гузаронидани миқдори гармӣ ба ҷисми сард аз ҷисми гарм ҳам ба ҷараёнҳои бобозгашт мисол шуда метавонад.

Умуман дар табиат ҷараёнҳои бобозгашт мавҷуд нест. Ҳамаи ҷараёнҳои реалӣ бобозгаштанд. Ҷараёнҳои бобозгаштдор мафҳуми идеалӣ кунонидашуда аст.

Энергияи дохилӣ. Системаи термодинамикӣ аз молекула ва атомҳои басо бисёр ташкил ёфтанишон ба шумо маълум аст. Вай дорои энергияи дохилӣ, яъне боиси молекулаҳо ҳама вақт дар ҳаракат будан ба энергияи кинетикӣ соҳиб аст. Яққоя бо ин аз мавҷудияти қувваҳои мутақобили байни молекулаҳои модда молекулаҳо ба таъсири мутақобили энергияи потенциалӣ ҳам соҳибанд.

Энергияи дохилии системаи термодинамикӣ гуфта суммаи энергияҳои кинетикӣ молекулаҳои дар ҳаракати бетартибона буда ва энергияҳои потенциали таъсири мутақобили онҳоро мегӯянд.

Энергияи дохилии қисмро набояд бо энергияи механикӣ қисм иваз кард, чунки энергияи механикӣ ба ҳаракат ва ҷойгиршавии як қисм нисбат ба қисми дигар вобаста бошад, энергияи дохилии қисм ба ҳаракати зарраҳои ин қисмро ташкил дода ва нисбат ба якдигар ҷойгиршавии онҳо вобаста аст.

Энергияи дохилӣ функсияи яққимати системаи термодинамикӣ аст, яъне ба ҳар як ҳолати система як қимати энергияи дохилӣ рост омада, ин система ба ин ҳолат чӣ тавр омад, вобаста нест. Агар газ гарм карда шавад, суръатҳои молекула ва атомҳо низ меафзояд. Ин бошад ба зиёдшавии энергияи дохилӣ гирифта меояд. Агар фишор ё ҳаҷми хос тағйир ёбад, ин ҳам ба тағйироти энергияи дохилӣ гирифта меояд, чунки масофаи байни молекулаҳо тағйир меёбад. Бинобар ин, энергияи потенциали таъсири мутақобил низ тағйир меёбад.

Энергияи дохилии система одатан дар $T=0$ К баробари сифр гуфта меҳисобанд, лекин ин ба аҳамияти муҳим соҳиб нест. Чунки система ҳангоми аз як ҳолат ба ҳолати дуюм гузаштан тағйироти энергияи дохилӣ ΔU ба аҳамият молик аст.

Қонуни якуми термодинамика. Барои ин мисоли ҷойнаки тафсон шудаистодаро мегирем. Миқдори гармии ҷойнак гирифта Q ба гармкунии оби андаруни ҷойнак, яъне барои энергияи дохилии об ΔU ро зиёдкунӣ ва ба қори A -и ба муқобили қувваҳои берунӣ (қувваи вазнинии сарпӯш) иҷронамудаи буғҳои оби сарпӯши ҷойнакро бардошта сарф мешавад. Қонуни бақо ва тақдирҳои энергия ба ин қараён ба намуди

$$Q = \Delta U + A \quad (6.1)$$

соҳиб мешавад. Ин намуди математикии қонуни якуми термодинамика аст.

Миқдори гармии ба системаи термодинамикӣ додашуда ба суммаи энергияи дохилии зиёдшуда ва кори иҷрокардаи он бар муқобили қувваҳои беруна баробар аст.

Агар система миқдори гармӣ дода истода бошад, Q мусбат, агар система миқдори гармӣ гирифта истода бошад, Q -ро бо ишораи манфӣ мегиранд. Ҳамин тавр агар система бар муқобили қувваҳои беруна кор иҷро намуда истода бошад, A мусбат, қувваҳои беруна дар болои система кор иҷро карда истода бошад, кори A манфӣ мешавад.

Қонуни якуми термодинамика муҳарриқи абадии намуди якум (лотинӣ “perpetuum mobile”) сохтан номумкин буданаширо нишон медиҳад. Дар намуди якуми “perpetuum mobile” асосан оиди бо миқдори баробар энергия сарф накарда сохтани машинаи кор иҷрокунанда фикр ронда мешавад. Дар қонуни якуми термодинамика, ки қонуни бақо ва табдили энергия аст, дар ҷараёнҳои дар табиат рӯйдиханда энергия худ аз худ пайдо намешавад ва нест намешавад, фақат аз як намуд ба намуди дигар табдил меёбад гуён қайд шудааст. Қонуни якуми термодинамикаро чун зайл низ таъриф додан мумкин:

Система аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузарад, тағйирёбии энергияи дохилӣ ба суммаи кори қувваҳои беруна (A') ва миқдори гармии ба система додашуда (Q) баробар аст:

$$\Delta U = Q + A' \quad (6.2)$$

Қонуни якуми термодинамика қонуни бақои энергия ва табдили онро ифода кунад ҳам самти рӯй додани ҷараёни термодинамикиро нишон дода наметавонад. Ба тариқи мисол, қонуни якум, имконияти интиқоли миқдори гармӣ аз ҷисми гарм ба ҷисми хунук чӣ қадар бошад, имконияти аз ҷисми хунук ба ҷисми гарм интиқол шуданаш ҳам ҳамин хел гуфта нишон медиҳад. Дар асл саволи “Дар табиат чӣ гуна ҷараёнҳо худ аз худ рӯй доданаши мумкин” пайдо мешавад. Ба ин қонуни дуҷуми термодинамика ҷавоб медиҳад.

Қонуни дуҷуми термодинамика. Якчанд шакли таърифи ин қонуни мавҷуд буда, таърифи соддатарини он таърифи Клаузиусро меоварем.

Гармӣ худ аз худ аз ҷисми ҳарораташ паст ба ҷисми ҳарораташ баланд намегузарад.

Дар амал гармии обҳои океани беканор худ аз худ ба ҷисмҳои ҳарораташон аз ҳарорати об пасттар гузаштанаш мумкин. Барои интиқоли гармӣ аз ҷисми ҳарораташ паст ба ҷисми ҳарораташ баланд кори иловагӣ бояд иҷро намуд. Якҷоя бо ин миқдори гармӣ пурра ба

кор табдил наёфта як қисми он ба гармкунии муҳити атроф сарф мешавад. Аз ин нуқтаи назар таърифи Планк оиди қонуни дуюм низ ба эътибор молик аст: **дар табиат ҷараёни пурра ба кор табдилёбии миқдори гармӣ мумкин нест.**

Барои гармӣ ба кор табдил ёфтан гармкунанда ва хунуккунанда шуданаш лозим. Дар тамоми машинаҳои гармӣ фақат як қисми энергияи аз гармкунанда ба хунуккунак додашуда ба кори ғоиданок табдил меёбад. Дар ин ҷо саволи ККФ-и машинаҳои гармӣ ба кадом бузургӣҳо вобаста аст ва барои зиёд намудани он чӣ бояд кард пайдо мешавад. Ба ин савол таърифи Карно оиди қонуни дуюми термодинамика ҷавоб медиҳад: **коэффитсиенти кори ғоиданоки машинаҳои гармии идеалӣ бо фарқи ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда муайян карда мешавад.**

Қонунҳои термодинамика дар амал чӣ гуна машинаҳои гармӣ сохтан мумкин будан ва барои зиёд кардани ККФ-ро зиёд намудан зарурати ба чиҳо эътибор додан роҳ нишон медиҳад.

Намуди дуюми “perpetuum mobile”. Намуди дуюми “perpetuum mobile” ба ғояи мумкин будани истифодабарӣ аз миқдори энергияи калони обҳои океанҳо бе иҷрои кор асос карда шудааст. Қонуни дуюми термодинамика бошад миқдори гармӣ фақат **аз ҷисмҳои гарм ба ҷисми хунук интиқол шуданаш мумкин, барои баръакси ин бошад, кори иловагӣ иҷро намуданро хотирнишон мекунад.** Ин бошад номумкинӣ сохтани намуди дуюми “perpetuum mobile”-ро нишон медиҳад.

Агар намуди дуюми “perpetuum mobile”-ро сохтан мумкин мебуд, инсоният соҳиби манбаи басо калони энергия мешуд. Агар ба пасткунии ҳарорати оби 10^{21} кг ба 1°C муваффақ мешудем, ин имконияти ҷудо карда гирифтани миқдори гармии 10^{24} Ҷ ро медод. Агар ба состави роҳи оҳан ангишти ҳамин гуна энергия диҳанда бор карда шавад, дарозии он 10^{10} км-ро ташкил медод. Ин қариб ба диаметри системаи Офтоби баробар аст.



1. Қонуни якуми термодинамика оё самти рӯйдоди ҷараёнро нишон дода метавонад?

2. Таърифҳои қонуни дуюми термодинамикаро гӯед.

3. Аҳамияти қонуни дуюми термодинамика дар чист?

4. Оё дар табиат ҷараёни пурра ба кор табдилёбии миқдори гармӣ шуданаш мумкин?

5. Коэффитсиенти кори ғоиданоки машинаҳои гармӣ ба чӣ вобаста аст?

Мавзӯи 28. ҶАРАЁНИ АДИАБАТӢ. КОЭФФИТСИЕНТИ КОРИ ҶОИДАНОКИ МАШИНАИ ҶАРОРАТӢ. СИКЛИ КАРНО

Ҷараёни адиабатӣ

Ҷараёни бо муҳити атроф бе мубодилаи миқдори гармӣ рӯйдиханда ҷараёни адиабатӣ номида мешаванд.

Ҷараёни адиабатӣ ба ҷараёни тезрӯйдиханда мисол шуда метавонад. Мисол, мавриди тез фишурдани газ кори иҷрошуда ба афзудани ҳарорат, яъне ба зиёд шудани энергияи дохилӣ гирифта меояд. Дар натиҷаи зиёдшавии температура барои ба гирду атроф паҳн шудани он вақти маълум лозим. Аз ин рӯ $Q=0$. Дар муҳаррикҳои дарунсӯз сӯхтани омехтаи сӯзишворӣ ба ҷараёни адиабатӣ мисол мешавад.

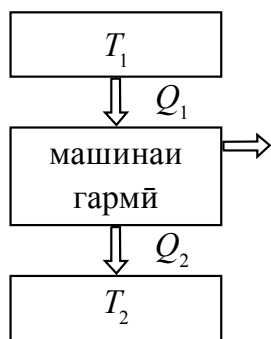
Барои ҷараёни адиабатӣ қонуни якуми термодинамика дар намуди зерин мешавад:

$$\Delta U + A = 0 \quad \text{ё} \quad A = -\Delta U, \quad (6.3)$$

яъне, дар ҷараёни адиабатӣ кор аз ҳисоби тағйироти энергияи дохилӣ иҷро мешавад.

Машинаҳое, ки энергияи дохилии сӯзишвориро ба энергияи механикӣ табдил медиҳад, машинаҳои гармӣ (ҳароратӣ) номида мешавад.

Принсипи кори машинаҳои гармӣ дар расми 6.1 оварда шудааст. Аз



Расми 6.1.

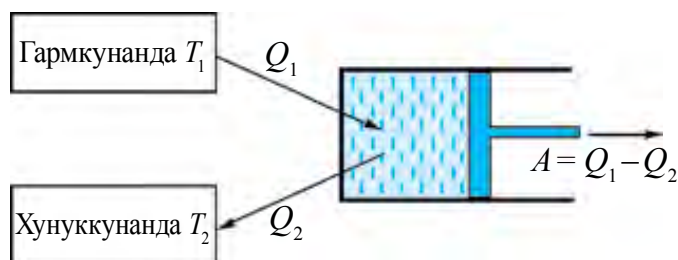
гармкунандаи ҳарораташ T_1 дар як сикл миқдори гармии Q_1 ро гирифта ба хунуккунаки ҳарораташ, T_2 миқдори гармии Q_2 ро бармегардонад ва миқдори кори $A=Q_1-Q_2$ ро иҷро мекунад. Дар расми 6.2 сохти машинаи гармӣ нишон дода шудааст. Ҷар гуна муҳаррик аз се қисм иборат аст: моддаи корӣ (газ ё буғ), гармкунанда ва хунуккунак. Аз гармикунанда миқдори гармии Q_1 мегирад ва моддаи корӣ васеъ шуда кор иҷро мекунад. Дар натиҷаи сӯхтани сӯзишворӣ

ҳарорати гармкунанда T_1 бетағйир (собит) мемонад.

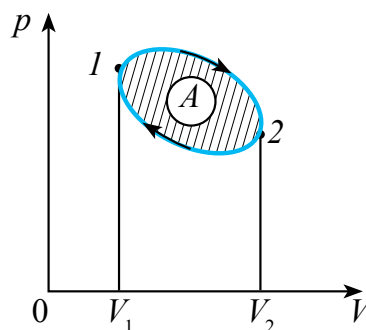
Мавриди фишурдан модда миқдори гармии Q_2 -ро ба хунуккунаки ҳарораташ T_2 интиқол мекунад. Муҳаррики гармӣ бояд дар равиши сиклӣ кор кунад.

Ҷараёни даврӣ ё сикл гуфта система аз якчанд ҳолатҳо гузашта ба ҷараёни ҳолати ибтидоӣ баргаштано мегӯянд (расми 6.3). Ҷараёнҳои

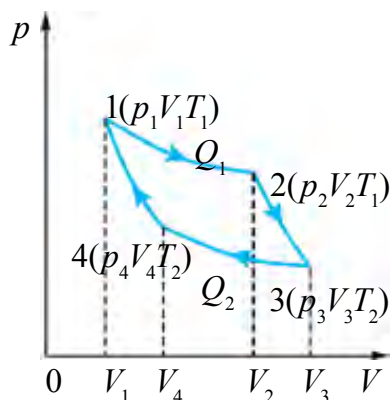
бо равиши гардиши акрабаки соат рӯйдиханда (газ аввал васеъ шуда, баъд фишурда мешавад) сикли рост, ба гардиши акрабаки соат дар самти муқобил (газ аввал фишурда, пас васеъ мешавад) рӯйдиханда бошад сикли чаппа (зид) гуфта мешавад. Машинаҳои гармӣ дар сикли рост, хунуккунакҳо бошанд, дар сикли чаппа кор мекунад. Пас аз интиҳои сикл моддаи корӣ ба ҳолати ибтидоӣ меояд, яъне энергияи дохилии он ба қимати ибтидоӣ баробар мешавад.



Расми 6.2.



Расми 6.3.



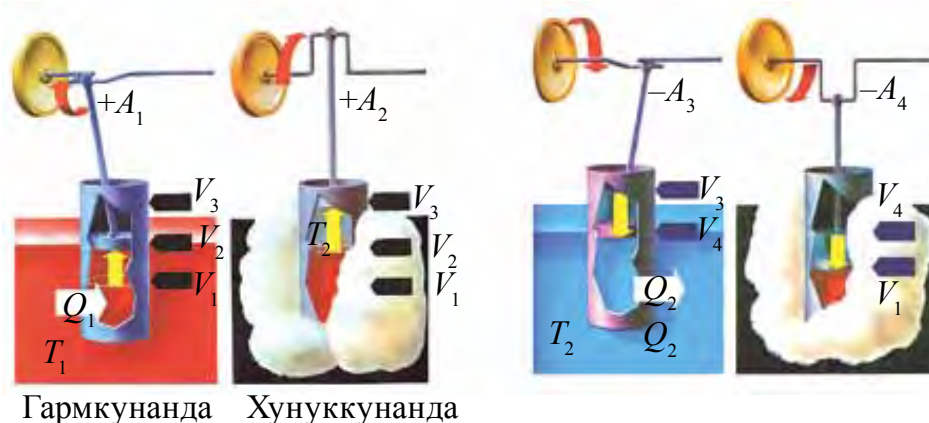
Расми 6.4.

Сикли Карно ҷараёни даврӣ бозгардандаи гармӣ буда, бонавбат байни худ ивазшавандаи аз ду ҷараёни изотермӣ ва ду адиабатӣ иборат аст. (расми 6.4).

Ҷараёни аз ду сикли изотермӣ ва ду сикли адиабатӣ иборат буда, ки сикли Карно ном дорад, дар расми 6.5 оварда шудааст. Онро дар мисоли силиндри поршендори шатун ва зонунавард шинонида шуда дида мебароем.

1. Поршени дохили силиндр дар ҳолати поёни ҳаҷми газ V_1 -ро ташкил мекунад. Силиндр дар даруни зарфи гармкунандаи ҳарораташ T_1 ҷойгир карда шудааст. Ҳарорати газ дар ҳолати ибтидоӣ T_1 , фишор p_1 ва ҳаҷмаш V_1 бошад, ин ҷараёнро дар расми 6.4-и диаграммаи pV , ҳолати ибтидоии газ 1 гуфта ишора мекунем. Аз гармкунандаи ҳарораташ T_1 ба силиндр миқдори гармии Q_1 дода мешавад ва аз ҳисоби миқдори гармии аз гармкунанда гирифта бо равиши изотермӣ васеъшавии ҳаҷми он то V_2 ба амал меояд. Охиран, параметрҳои газ дар ҳолати дуюм p_2, V_2, T_1 мешавад. Дар ин ҳолат газ кори A_1 ро иҷро мекунад. Дар расми 6.4 диаграммаи pV васеъшавии изотермии газ бо изотермаи 1–2 нишон дода шудааст.

2. Дар марҳилаи адиабатии васеъшавии дуюм миқдори гармӣ Q_1 кам карда шавад ҳам поршен аз V_2 то V_3 васеъ мешавад. Газ аз ҳисоби энергияи дохилӣ кори A_2 иҷро мекунад, ҳарорати газ паст мешавад. Дар диаграммаи pV -и расми 6.4 васеъшавии адиабатии газ бо адиабатаи 2–3 ифода ёфтааст ва параметрҳои газ дар ин ҳолат p_3 , V_3 , T_2 мешавад.



Расми 6.5.

3. Барои ба амал овардани фишурдашавии изотермии газ цилиндр T_2 ба хунуккунак ҷойгир карда шуда поршен фишурда мешавад, ҳаҷми газ аз V_3 ба V_4 кам шуда меравад. Аз изотермик будани ин ҷараён, ин кори A пурра ба гармӣ табдил ёфта, газ миқдори гармии Q_2 -ро ба хунуккунак интиқол мекунад ва дар диаграммаи pV , расми 6.5-б фишурдашавии изотермии газ бо изотермаҳои 3–4 нишон дода шудааст, ки ин ҳолати параметрҳои газ p_4 , V_4 , T_2 мешавад.

4. Дар қисми интиҳои сикл газ адиабатӣ фишурда шуда, поршен ҳаҷми газро аз V_4 то V_1 кам мекунад. Дар ин кори иҷрошуда ба ҳарорати газро то дараҷаи ибтидоӣ бардоштан сарф шуда, энергияи дохилии система меафзояд. Дар диаграммаи pV расми 6.5 фишурдашавии газ бо адиабатаи 4–1 нишон дода шудааст, ки дар ин ҳолат параметрҳои газ p_1 , V_1 , T_1 мешавад, қимати ҳолати ибтидоиро мегирад.

Ҳамин тавр, гази идеалӣ ба ҳолати ибтидоӣ бармегардад ва энергияи дохилиашро пурра барқарор мекунад. Дар давоми сикл гази идеалӣ аз гармкунанда миқдори гармии Q_1 мегирад ва ба хунуккунанда миқдори гармии Q_2 медиҳад. Мувофиқи қонуни якуми термодинамика миқдори гармии $Q_1 - Q_2$ ба иҷрои кор сарф мешавад ва ба масоҳати маҳдудкарда баробар аст.

Коэффитсиенти кори Ҷоиданоки машинаҳои гармӣ (хароратӣ).
 Коэффитсиенти кори Ҷоиданоки (ККФ) машинаи ҳароратӣ ё сикли Карно гуфта ба бузургии зерин гуфта мешавад:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}. \quad (6.4)$$

Агар кори иҷрокардаи машинаи ҳароратӣ ба ҳисоб гирифта шавад, яъне $A = Q_1 - Q_2$ бошад, он гоҳ

$$\eta = \frac{A}{Q_1}. \quad (6.5)$$

Ҳамин тавр ККФ-и сикли Карноро бо температураи гармкунанда T_1 ва хунуккунанак T_2 ҳам ифода кардан мумкин:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \quad (6.6)$$

Аз ин рӯ, ККФ-и машинаи ҳароратии идеалӣ ба намуди моддаи корӣ вобаста набуда, балки бо ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда аниқ карда мешавад.

Аз ифодаи (6.6) боз ба хулосаҳои зерин омадан мумкин:

- 1) Барои бардоштани ККФ-и машинаи ҳароратӣ ҳарорати гармкунандаро зиёд, ҳарорати хунуккунандаро бошад паст кардан лозим;
- 2) ККФ-и машинаҳои гармӣ ҳама вақт аз як хурд аст.

Ба (6.6) мувофиқ Карно оиди ККФ теоремаи худро навиштааст. ККФ-и муҳаррикҳои дилхоҳ дар ҳароратҳои додашудаи гармкунанда ва хунуккунанда аз ККФ-и сикли Карно калон намешавад.



1. Чӣ гуна таҷҳизот машинаҳои ҳароратӣ (гармӣ) гуфта мешавад?
2. Сикли Карно гуфта чиро мегӯянд?
3. Коэффитсиенти кори Ҷоиданоки (ККФ) машинаҳои ҳароратӣ чӣ хел аниқ карда мешавад?
4. ККФ оё ба намуди моддаи корӣ вобаста аст?
5. Барои зиёд кардани ККФ-и машинаҳои гармӣ чӣ бояд намуд?

Мавзӯи 29. АҲАМИЯТИ МУҲАРРИКҲОИ ҲАРОРАТӢ ДАР ҲАЁТИ ИНСОН. МУҲАРРИКҲОИ ҲАРОРАТӢ ВА ЭКОЛОГИЯ

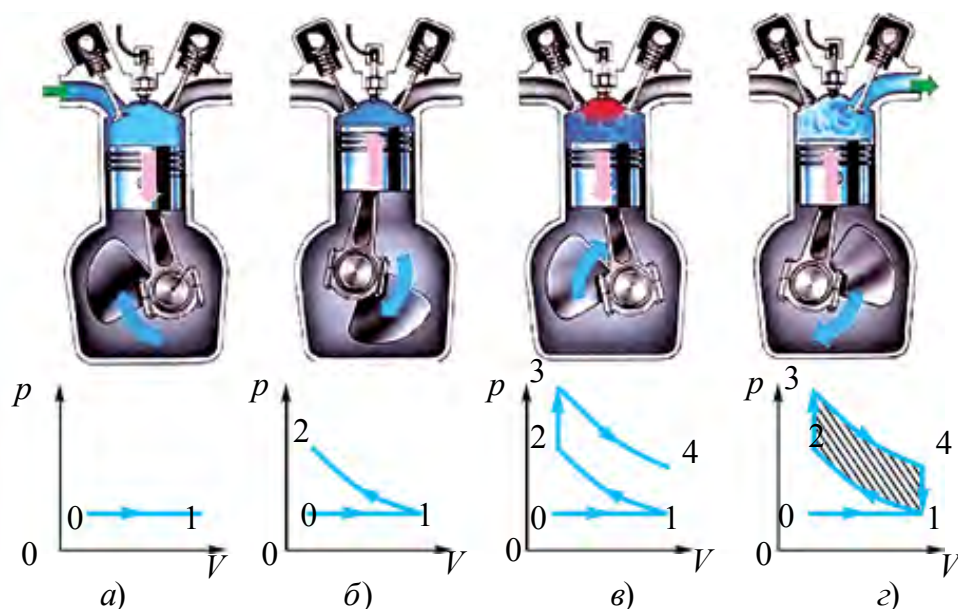
Муҳаррикҳои ҳароратӣ. Ба муҳаррикҳои ҳароратӣ машинаи буғӣ, турбинаи буғӣ, муҳаррики дарунсӯз, муҳаррики реактивӣ дохил мешавад.

Машинаи буғӣ. Дар машинаҳои буғӣ ва турбинаҳои буғӣ вазифаи гармкунандаро деги буғӣ, вазифаи моддаи кориро буғ, вазифаи хунуккунакро бошад, атмосфера ё таҷҳизоти хунуккунандаи буғи кор иҷрокарда – конденсатор иҷро мекунад.

Муҳаррики дарунсӯз. Дар муҳаррики дарунсӯз вазифаи гармкунанда ва моддаи кориро сӯзишворӣ, вазифаи хунуккунакро бошад атмосфера иҷро мекунад.

Одатан ба сифати сӯзишворӣ бензин, спирт, карасин ва сӯзишвории дизелӣ истифода мебаранд. Таҷҳизоти махсус (масалан, дар муҳаррикҳои бензинӣ карбюратор) омехтаи ҳаво ва сӯзишворӣ тайёр намуда, ба цилиндр интиқол мекунад. Дар цилиндр бошад, омехта месӯзад. Маҳсулотҳои сӯхта бошад ба атмосфера бароварда мешавад. Акнун бо баъзе намудҳои муҳаррико муфассал шинос мешавем.

Муҳаррикҳои карбюраторӣ. Диаграммаи корӣ ва принципи кори муҳаррикҳои чортактиро дида мебароем (расми 6.6). Бо таъсири



Расми 6.6.

кувваҳои беруна мавриди ҳаракати поршен ба поён (расми 6.6 а) клапани ворид кушода шуда омехтаи кори андаруни цилиндр мешавад.

Чараён дар зери фишори атмосферӣ бо равиши изобарӣ рӯй медиҳад. Поршен ба нуқтаи сокини поёнӣ расад, такти якум (такти воридшавӣ) ба охир мерасад: дар график бо хати рости 0–1 нишон дода шудааст. Такти дуюм (фишориш) ҳам (расми 6.6-б) таҳти қувваи беруна рӯй медиҳад.

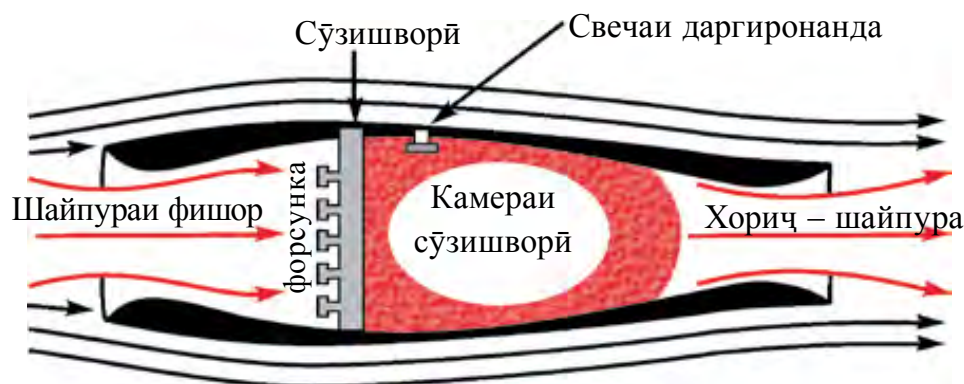
Ҳар ду клапан ҳам пӯшида ва газ бо равиши адиабатӣ гарм мешавад. Ин дар график ба хати 1–2 рост меояд. Такти сеюм дар чараёни корӣ (гашти корӣ) даргирии шароравӣ (расми 6.6-в). Поршен мавриди ба нуқтаи сокини болоӣ расидан свечаи даргиронанда, ки шарора медиҳад, омехтаро дар мегиронад ва фишори газ якбора меафзояд. Дар график ин ба чараёни изохорӣ 2–3 рост меояд. Клапан пӯшида буда, поршен поён ҳаракат мекунад, яъне адиабатӣ васеъ мешавад. Хати 3–4 ба гашти корӣ рост меояд (расми 6.6-в). Намоён аст, ки дар ин такт фишори газ кам, ҳаҷм зиёд, ҳарорат паст мешавад. Дар ин ҳол кори иҷрокарда мусбат буда, ин аз ҳисоби камшавии энергияи дохилии газ иҷро карда мешавад. Такти чорум такти хориҷ дар расми 6.6-г тасвир ёфтааст. Поршен ба нуқтаи сокини паст расад, клапани хориҷ кушода шуда, маҳсулотҳои сӯхта ба воситаи ин клапан ба гирду атроф бароварда мешавад, фишори газ паст мегардад ва дар охири такт бо фишори атмосферӣ баробар мешавад. Дар график ин чараёни изохорӣ бо хати 4–1 нишон дода шудааст. Поршен аз ҳисоби энергияи маховик ба ҳолати болоӣ бармегардад ва такт ба охир мерасад.

Кори дар ин чараёни пӯшида (сарбаст) иҷрогашта бо хатҳои чараёнҳо ҷудо карда шудаанд, ба масоҳати штрихноки шакл баробар аст. Таҳлили график ҳаминро нишон медиҳад, ки васеъшавии қисми 3–4 аз фишориши қисми 1–2 нисбатан таҳти фишори баланд рӯй медиҳад. Айнан, дар натиҷаи ин муҳаррик кори ғоиданок иҷро мекунад. Дар чараёнҳои изохории 3–2 ва 4–1 ($V = \text{const}$) кор баробари сифр ва чун гуфтаҳои болоӣ, кори ғоиданок бо фарқи васеъшавӣ ва фишориши адиабатӣ аниқ карда мешавад.

Дар амал ККФ-и муҳаррикҳои дарунсӯз 20–30% ро ташкил мекунанд. Барои зиёд кардани ККФ бошад, омехтаро бисёртар фишурдан лозим. Лекин дар муҳаррикҳои дарунсӯз омехтаи сӯзишвориро аз ҳад зиёд фишурдан мумкин нест, чунки сӯзишвории фишурда гарм шуда, худ аз худ даргирӣ содир шуданаш мумкин. Ин бошад, принциби кори муҳаррикро вайрон мекунад.

Дизел. Муҳандиси олмонӣ Дизел муҳаррикҳои аз мушкилоти болой озод ва ККФ-аш ба қадри кофӣ баланд сохт. Дар дизелҳо дараҷаи фишориш баланд буда, дар охир ҳарорати ҳаво, барои худ аз худ даргирии сӯзишворӣ кифоягӣ мекунад. Сӯзишворӣ бошад чун муҳаррикҳои карбюраторӣ на якбора, балки бо оҳистагӣ, дар давоми ягон қисми ҳаракати поршен дармегирад. Ҷараёни даргирии сӯзишворӣ дар давоми зиёд шуда рафтани ҳаҷми холии қорӣ рӯй медиҳад. Маҳз аз ин сабаб фишори газ дар давоми қор бетағйир мемонад. Ҳамин тавр, дар дизел ҷараёни сӯхтани омехта таҳти фишори собит рӯй медиҳад. Дар муҳаррикҳои карбюраторӣ бошад, ин ҷараён дар ҳаҷми собит рӯй медиҳад. Дизел нисбат ба муҳаррикҳои карбюраторӣ сарфақор буда, ККФ ҳам баландтар, наздик 40% ро ташкил медиҳад. Таъвоноии он ҳам ба қадри кофӣ баланд шуданаш мумкин. Дар айни вақт якҷоя бо сӯзишвории арзон ҳам қор мекунад. Дизелҳо дар таҷҳизотҳои статсионарӣ, роҳи оҳан, дар транспортҳои обӣ ва ҳавоӣ васеъ истифода мебаранд.

Муҳаррики реактивӣ. Дар расми 6.7 сохти схематикӣ муҳаррики реактивӣ оварда шудааст. Принсипи қорӣ он чунин аст. Ҳангоми парвози самолёт сели ҳавоӣ аз пеш задаистода ба воситаи шайпура гузашта, бо сӯзишвории пошидаи форсунка омехта, сӯзишвории қориро ҳосил мекунад. Пас ба камераи сӯзиш меафтад ва бо воситаи свечаи даргиронӣ даргиронида мешавад. Газҳои дар натиҷаи сӯзиши омехтаи қорӣ ҳосилшуда бо суръати қалон аз сӯроҳии хориҷ бароварда мешаванд. Сӯзиши омехта ба якбора зиёд шудани фишор гирифта меояд ва дар натиҷа суръати газӣ аз шайпура беруншуда аз суръати ҳавоӣ вориди муҳаррикшуда басо қалон мешавад. Айнан аз фарқи ин суръатҳо дар асоси қонуни бақои миқдори ҳаракат, қувваи қашии реактивӣ ба вуҷуд меояд.



Расми 6.7.

ККФ-и машинаҳои ҳароратии ҳозира аз 40% (муҳаррикҳои дарунсӯз) то 60% (муҳаррикҳои реактивӣ) шуданаш мумкин. Аз ин рӯ олимон дар роҳи боз ҳам беҳтар кардани муҳаррикҳои мавҷуда мунтазам ҷусту-ҷуйҳо бурда истодаанд. Бидуни ин, рӯз аз рӯз зиёдшавии муҳаррикҳои дарунсӯз ба табиат ва гирду атроф хавфи калон пайдо карда истодааст. Сохтани муҳаррикҳои тозаи экологӣ яке аз муаммоҳои асосии рӯзи имрӯз аст.

Муҳофизати табиат. Инсон, ки маҳсули олии ин табиат аст, ғайри ин ҷонзодҳои дигар ҳам як қисми ин табиатанд. Барои зиндагӣ ва ривочёбии онҳо неъматҳои зарурӣ – ҳавои тоза, оби тоза ва маҳсулотҳои тоза лозим. Ҳавое, ки мо нафас мегирем омехтаи газҳои ташкилкунандаи атмосфераи Замин аст. Дар таркиби он оксиген, нитроген ва ғайри газҳои табиӣ дигар: чанг, дуд, зарраҳои намак ва омехтаҳои дигар мавҷуданд. Бидуни ин дар таркиби ҳаво партовҳои саноатӣ ҳам мешаванд.

Муҳаррикҳои ҳароратӣ бисёр истифода бурда шаванд ҳам, ба муҳити атроф таъсири салбӣ мерасонанд. Ба ҳисобу китобҳо назар андозем, дар рӯи Замин ҳар сол 2 миллиард тонна ангишт ва 1 миллиард тонна нефт сӯхта мешавад. Ин бошад ба баландшавии ҳарорати замин ва дар натиҷа ба обшавии яхҳо, баландшавии оби океанҳо овардана шуда мумкин. Ғайр аз ин, ба атмосфера 120 миллион тонна ҳокистар ва то 60 миллион тонна гази захрнок бароварда мешавад.

Дар дунё зиёда аз 200 миллион автомобил ҳар рӯз ба атмосфера оксиди карбон (II), нитроген ва углеводородҳо бароварда ҳаворо захрнок мекунад. Бо зиёд шудани тавоноии стансияҳои электрикӣ ҳароратӣ ва атомӣ эҳтиёҷи онҳо ба об зиёд шуда меравад. Бинобар ин, ҳозир аз усулҳои бевосита ва бавосита аз ифлосшавӣ нигоҳ доштани ҳаво ва ҳавзаҳои об истифода мебаранд. Усули бевосита ин тоза намуда баровардани газҳо ва дудҳои гуногун; истифодабарии сӯзишворихои атмосфераро кам ифлоскунанда – газҳои табиӣ, нефти бе олтингӯгирд ва дигарон; сохтани муҳаррикҳои автомобили бе бензин коркунанда ва ғайраҳо.

Усулҳои бавосита ба кам кардани концентратсияи моддаҳои захрнокӣ қабати поёнии атмосфера гирифта меояд. Ин аз зиёд кардани баландии манбаъҳои партовбароранда, шароитҳои метеорологиро ба ҳисоб гирифта, аз усулҳои гуногун ба ҳаво пошидани омехтаҳо истифодабарӣ ва ғайраҳо иборат аст.



1. Ба муҳаррикҳои ҳароратӣ чиҳо дохил мешаванд?
2. Принципи кори муҳаррикҳои карбюраториро фаҳмонед.
3. Зиёд кардани ККФ-и муҳаррикҳои дарунсӯз чӣ гуна мушкилотҳо дорад?
4. Принципи кори дизелро фаҳмонед.
5. Принципи кори муҳаррики реактивиро фаҳмонед.
6. Барои муҳофизати табиат чӣ гуна тадбирҳо дида истодаанд?

Намунаи ҳалли масъала

Дар сикли Карнои коэффитсиенти кори фоиданокаш 0,4 кори газ дар васеъшавии изотермӣ ба 8 Ҷ баробар бошад, корро мавриди фишориши изотермӣ муайян кунед.

| | |
|--|---|
| Дода шуда аст: $\eta = 0,4$ $A = 8 \text{ Ҷ}$ $T = \text{const}$ Ёфтан лозим $A_{\phi} - ?$ | Формулааш ва ҳалли он: Диаграммаи pV -и сиклро месозем $\eta = 0,4$; 1–2 гузаштани изотермии газ $A = 8 \text{ Ҷ}$; васеъшавӣ; гузашти 3–4 бошад, фишори изотермӣ ($T = \text{const}$)-ро нишон медиҳад. |
|--|---|

ККФ-и сикли Карно чунин аниқ карда мешавад:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

дар ин ҷо: Q_1 – миқдори гармии гирифтаи газ аз гармкунанда, Q_2 – миқдори гармии ба хунуккунак додаи газ. Дар васеъшавии газ кори иҷрокардаи газ $A_{\text{в}}$ ба миқдори гармии аз гармкунанда Q_1 гирифта, кор дар фишурдашавии изотермӣ бошад A_{ϕ} ба миқдори гармии ба хунуккунак додаи газ Q_2 баробар аст, яъне $Q_1 = A_{\text{в}}$; $Q_2 = A_{\phi}$.

Дар ҳолат ККФ-и сикл чунин мешавад:

$$\eta = \frac{A_{\text{в}} - A_{\phi}}{A_{\text{в}}}.$$

Аз ин A_{ϕ} -ро ёфта, қиматҳои додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$A_{\phi} = (1 - 0,4) \cdot 8 \text{ Ҷ} = 4,8 \text{ Ҷ} \quad \text{Ҷавобаш: } A_{\phi} = 4,8 \text{ Ҷ}.$$

Машқи 6

1. Мавриди ба 20 °С зиёд шудани ҳарорати гелии массааш 200 г энергияи дохилӣ чӣ қадар зиёд мешавад? (Ҷавобаш: $\Delta U = 12,5 \text{ кҶ}$).

2. Ҳангоми гармкунии 320 г оксиген ба 10 К бо равиши изобарӣ чӣ қадар қор иҷро карда мешавад? (Ҷавобаш: $A=830$ Ҷ).

3. Ба зарфи обдори ҳарораташ 15 °С, массааш 1,5 кг буғи ҳарораташ 100 °С ва массааш 200 г ворид карда шуд. Пас аз конденсатсияи буғ ҳарорати умумӣ чӣ қадар мешавад? (Ҷавобаш: $t=89$ °С).

4. Ҳавои массааш 290 г ба 20 К изобарӣ гарм карда шавад, вай чӣ қадар қор иҷро мекунад ва ба он чӣ қадар миқдори гармӣ дода шудааст? (Ҷавобаш: 1,7 кҶ; 5,8 кҶ).

5. Барои 800 мол газро ба 500 К изобарӣ гармкунӣ ба он 9,4 МҶ миқдори гармӣ дода шуд. Қори иҷрокардаи газ ва чӣ қадар афзудани энергияи дохилии онро ҳисоб кунед. (Ҷавобаш: 3,3 МҶ; 6,1 МҶ).

6. Оксигени ҳарораташ 27° С, массааш 160 г изобарӣ гарм карда шавад ҳаҷми он ду маротиба афзуд. Мавриди васеъшавӣ қори газ, миқдори гармии ба гармкунии оксиген сарфшуда, тағйироти энергияи дохилро ёбед. (Ҷавобаш: 12,5 кҶ; 44,2 кҶ; 31,7 кҶ).

7. Ҳарорати гармкунандаи машинаи гармии идеалӣ 117° С, ҳарорати хунуккунанда 21° С. Миқдори гармии машина, ки дар 1 с аз гармкунанда мегирад ба 60 кҶ баробар аст. ККФ-и машина, миқдори гармии дар 1 с ба хунуккунанда додашуда ва тавоноии машинаро ёбед. (Ҷавобаш: 23 %; 146 кҶ; 14 кВт).

8. Бар ҳар як қилоҷоул энергияи аз гармкунандаи машинаи ҳарорати идеалӣ гирифта 300 Ҷ қор иҷро карда мешавад. Агар ҳарорати хунуккунак 280 К бошад, ККФ-и машина ва ҳарорати гармкунакро ёбед. (Ҷавобаш: 30 %; 400 К).

9. ККФ-и муҳаррики трактори дар як соат 28 кг сӯзишворию дизелӣ сарфкарда ва тавоноии 110 кВт доштаро муайян кунед. (Ҷавобаш: 34 %).

10. Агар мотосикл бо суръати 108 км/соат ҳаракат намуда ба роҳи 100 км 3,7 л бензин сарф кунад ва ККФ-и он 25 % бошад, тавоноии миёнаи муҳаррики он соҳибшударо ёбед? (Ҷавобаш: 8,9 кВт).

Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VI

1. Қонуни якуми термодинамика.
 A) $\Delta U = Q + A$; B) $Q = \Delta U + A$; C) $Q = \Delta U - A$; D) $\Delta U = Q - A$.
2. Ҷараёниҳо бо муҳити атроф бе ивази миқдори гармӣ рӯйдиханда ҷараёни ... гуфта мешавад.
 A) ... изотермӣ; B) ... изохорӣ; C) ... адиабатӣ; D) ... изобарӣ.
3. Коэффитсиенти кори Ҷоиданоки сикли Карно ...
 A) ... баробари як; B) ... аз як калон;
 C) ... баробари сифр; D) ... аз як хурд.
4. Миқдори гармӣ худ аз худ аз ҷисми ҳарораташ паст ба ҷисми ҳарораташ баланд интиқол намешавад. Ин таъриф чиро ифода мекунад?
 A) Қонуни якуми термодинамика;
 B) Мувозинати термодинамикӣ;
 C) Қонуни дуҷуми термодинамика;
 D) Ҷараёни термодинамикӣ.
5. Ҷумларо пур кунед. Машинаи энергияи дохилии сӯзишвориро ба энергияи механикӣ табдилдиҳанда ... номида мешавад.
 A) ... муҳаррики ҳароратӣ; B) ... машинаи ҳароратӣ;
 C) ... муҳаррики реактивӣ; D) ... турбинаи буғӣ.

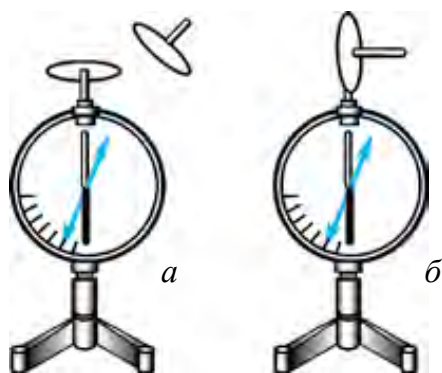
Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби VI омӯхташуда

| | |
|--------------------------|---|
| Системаи термодинамикӣ | Маҷмӯаи ҷисмҳо ва моддаҳои байни худ ва бо ҷисмҳои беруна таъсиркунанда инчунин ивазкунандаи энергия. |
| Ҳарорат | Бузургии физикии ҳолати мувозинати термодинамикии системаи макроскопиро ифодакунанда. |
| Системаи макроскопӣ | Системаи аз адади басо бисёри атом ва молекулаҳо ташкилёфта. |
| Мувозинати термодинамикӣ | Ҷараёни муддати дароз тағйир наёфтани параметрҳои макроскопии система. |
| Ҷараёни термодинамикӣ | Тағйирёбии камаш як параметри системаи термодинамикӣ. |

| | |
|--|---|
| Қараёни бобозгашт | Гузаштани система аз ҳолати интиҳой ба ҳолати ибтидой ба воситаи ҳолатҳои мобайнӣ дар самти баръакс ба муҳити гирду атроф бе ҳеч гуна тағйирот. |
| Қараёни бебозгашт | Ҳар гуна қараёни ба муқовимати маълум воҳӯранда ё аз қисми гарм ба қисми сард рӯй додани интиқоли гармӣ. |
| Энергияи дохилӣ | Суммаи энергияҳои кинетикии ҳаракати бетартибонаи ҳамаи молекулаҳои модда ва энергияҳои потенциалии таъсири мутақобил. |
| Қонуни якуми термодинамика | $Q = \Delta U + A$ Q – миқдори гармӣ; ΔU – тағйироти энергияи дохилӣ; A – кори иҷрошуда. |
| Қонуни дуюми термодинамика | Миқдори гармӣ худ аз худ аз қисми ҳарораташ паст ба қисми ҳарораташ баланд намегузарад. |
| Қараёни адиабатӣ | Қараёни бе доду гирифтӣ миқдори гармӣ бо муҳити гирду атроф. |
| Машинаҳои гармӣ (ҳароратӣ) | Машинаҳое, ки энергияи дохилии сӯзишвориро ба энергияи механикӣ табдил медиҳанд. |
| Қараёни даврӣ ё сиклӣ | Қараёни аз якчанд ҳолатҳо гузашта ба ҳолати ибтидой баргаштани система. |
| Сикли Карно | Қараёни даврии бобозгашти гармӣ буда, бонавбат байни худ ивазшавандаи аз ду қараёни изотермӣ ва ду адиабатӣ иборат буда. |
| Коэффитсиенти кори фойданоки машинаҳои гармӣ | $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, Q_1 – миқдори гармии аз гармкунанда гирифташуда, Q_2 – миқдори гармии ба хунуккунанда додашуда. |

Боби VII. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Мавзӯи 30. ҚОНУНИ БАҚОИ ЗАРЯД. МАЙДОНИ ЗАРЯДИ НУҚТАГӢ. ПРИНСИПИ СУПЕРПОЗИТСИЯИ ШАДИДИЯТИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ



Расми 7.1.

Қонуни бақои заряд. Ҳангоми заряднокшавии ҷисмҳо оё миқдори умумии заряди онҳо тағйир меёбад? Барои ба ин савол ҷавоб додан таҷрибаи зеринро мегузаронем (расми 7.1-а).

Электрометр гирифта, ба милаи он диски металлӣ мешиномем. Ба болои диск мовут печонида, болои мовут диски дигари дастааш изолатсиониро гузошта, соиш медиҳем. Дар ин ҳол ақрабаки электрометр майл меҳӯрад. Ин бошад дар мовут ва диски

ба он соишхӯрда зарядҳои электрикӣ ҳосил шуданаширо нишон медиҳад.

Таҷрибаро давом медиҳем. Диски аз мовут соишхӯрдари ба милаи электрометр мерасонем (расми 7.1-б). Ақрабаки электрометри дуҷум ҳам майл мекунад. Майли ақрабаки электрометри якум ба ҷӣ баробар бошад, кунҷи майли электрометри дуҷум ҳам ба он баробар мешавад. Ин бошад, ҳардуи диск аз ҷиҳати қимати ададӣ бо миқдори баробар заряднок шуданаширо нишон медиҳад.

Агар милаҳои ҳар ду электрометрро бо ноқили металлӣ пайваस्त кунем, ақрабаки ҳар ду электрометр ҳолати нолро нишон медиҳад. Ин ҳодиса электрометрҳо (дискҳо) аз ҷиҳати қимати ададӣ баробар, лекин дорои заряди ишораашон гуногун шуданаширо нишон медиҳад. Аз ин рӯ суммаи ин зарядҳо баробари сифр шуд.

Ҳамаи таҷрибаҳои оиди электрнокшавӣ гузаронидашуда ҳаминро нишон медиҳад, ки қисми танҳоро заряднок кардан номумкин аст. Барои зарядноккунии ҷисм албатта ҷисми дуюм бошад. Мавриди электрнокшавӣ яке аз ҷисмҳо чӣ қадар заряди манфӣ гирад, дуюмаш ба ҳамин гуна миқдор заряди мусбат соҳиб мешавад. Дар натиҷа миқдори умумии зарядҳои ҷисмҳо бетағйир мемонад.

Дар ҳар гуна системаи сарбаст суммаи алгебравии заряди ҳамаи ҷисмҳо собит мемонад, яъне:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const.} \quad (7.1)$$

Ин хулоса қонуни бақои заряди электрикӣ гуфта мешавад.

Қонуни бақои зарядҳо аз тарафи олими амриқоӣ ва арбоби сиёсӣ соли 1750 Бенджамин Франклин дохил карда шудааст.

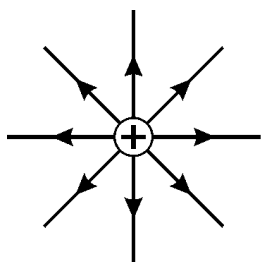
Дар асоси назарияҳои Фарадей ва Максвелл дар атрофи ҷисмҳои заряднок **майдони электрикӣ** ҳосил мешавад. Таъсири мутақобил ба воситаи ҳамин майдони электрикӣ ба амал меояд. Ин майдонро бо даст дошта, бо чашм дида намешавад. Онро фақат аз таъсири он ҳис кардан мумкин.

Омӯхтани таъсири майдони электрикӣ ба зарраҳои заряднок ҳаминро нишон медиҳад, ки таъсири майдон дар назди ҷисми заряднок пурзӯр, бо дуршавӣ кам шуда меравад. Барои нишон додани пурзӯр ё заиф будани майдони ҳосилкардаи зарядҳои электрикӣ бузургии шадидияти майдони электрикӣ дохил карда шудааст. **Шадидияти майдони электрикӣ** бо формулаи

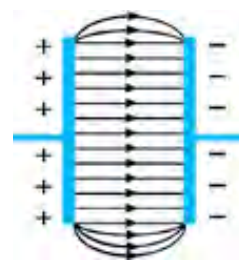
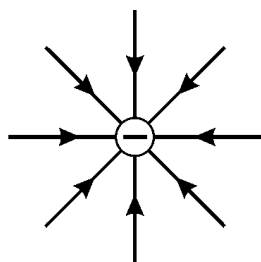
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (7.2)$$

аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо \vec{E} – шадидияти майдон дар ягон нуқтаи майдон; q_0 – миқдори заряди ба ҳамин нуқтаи майдон дохил кардашуда; $|\vec{F}|$ – қувваи ба заряди q_0 -и дар ин майдон ҷойгирбуда таъсирбахш.

Майдони электрикӣ бо хатҳои қуввагӣ ё хатҳои шадидият тавсиф карда мешавад (расмҳои 7.2 ва 7.3). Шадидияти майдони электрикӣ бузургии векторӣ буда, дар самти хатҳои қуввагӣ мешаванд.



Расми 7.2.



Расми 7.3.

$$\text{Воҳиди шадидият } [E] = \frac{|F|}{|q|} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \text{ ё } 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

Шаидияти майдони заряди нуқтагии q , ки дар масофаи r ҳосил кардааст, ҳисоб мекунем:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}; \quad F = k \frac{|q| \cdot |q_0|}{r^2}; \quad E = \frac{k \frac{|q| \cdot |q_0|}{r^2}}{|q_0|} = k \frac{|q|}{r^2};$$

$$E = k \frac{|q|}{r^2}. \quad (7.3)$$

Дар ин ҷо: r —масофа аз заряди нуқтагӣ то нуқтае, ки шаидияти майдонашро аниқ мекунамд; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$.

Майдони электрикиро асосан системаи зарядҳо ҳосил мекунамд. Масалан, ба ягон нуқтаи майдони системаи зарядҳои, q_1 ва q_2 заряди санҷиширо дохил кунем, ба он аз тарафи ҳар як заряд қувваҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 таъсир мекунамд (расми 7.4). Баробартаъсиркунандаи ин қувваҳои ба заряди санҷишӣ таъсир бахшидаистода ба зайл баробар мешавад:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2. \quad (7.4)$$

Дар ин ҳол шаидияти майдон дар нуқтаи A бо баробарии зерин ифода меёбад:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2. \quad (7.5)$$

Ифодаи (7.5) чунин таъриф дода мешавад:

Шаидияти майдони электрикии системаи зарядҳо дар ягон нуқта ба суммаи вектори шаидияти майдонҳои алоҳида-алоҳидаи ҳар яки зарядҳои дохили система, ки ҳосил кардааст, баробар аст.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n. \quad (7.6)$$

Ин ҳолат принсипи суперпозитсияи майдони электрикӣ номида мешавад.

Маънои калимаи суперпозитсия “якҷояшавӣ ё болои ҳам афтидан” аст.

Дар асоси принсипи суперпозитсия шаидияти ду заряди нуқтагии аз якдигар дар масофаи r ҷойгиршуда, ки дар ягон нуқтаи майдон ҳосил мекунамд, ҳисоб мекунем (расми 7.4). Шаидияти майдони ҳар яки

ин зарядҳо, ки дар нуктаи муоинашаванда ҳосил мекунад, бо ифодаҳои

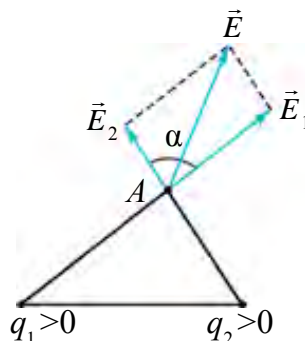
$$\vec{E}_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} \quad \text{ва} \quad \vec{E}_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

муайян карда мешавад. Шадидияти майдони

натичавии зарядҳоро дар ин нукта дар асоси принципи суперпозитсия бо ифодаи зайл ҳисоб мекунад:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cdot \cos \alpha}. \quad (7.7)$$

Дар ин ҷо: E_1 ва E_2 бо равиши мувофиқ шадидиятҳои зарядҳои нуктавӣ дар нуктаи муоина шуда истода, α – кунҷи байни векторҳои шадидият.



Расми 7.4.

Намунаи ҳалли масъалаҳо

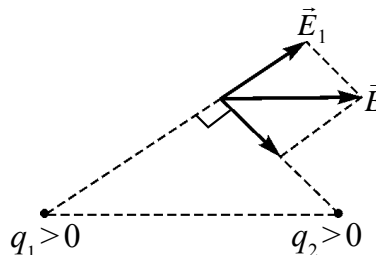
Ду зарядҳои нуктагии муқобилишораи аз якдигар дар масофаи 10 см воқеъбуда ҳар яке 4 нКл заряд дорад. Шадидияти майдони нуктаи аз заряди якум дар масофаи 8 см ва аз заряди дуюм дар масофаи 6 см ҷойгирбуда чӣ гуна аст?

Дода шуда аст:

$$\begin{aligned} q_1 &= 4 \text{ нКл} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \\ q_2 &= -4 \text{ нКл} = -4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \\ r &= 10 \text{ см} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ r_1 &= 8 \text{ см} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ r_2 &= 6 \text{ см} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ k &= 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \end{aligned}$$

Ёфтани лозим
 $E = ?$

Формулаш ва ҳалли он:



$$r_1^2 + r_2^2 = r^2 \text{ буданаш } \alpha = 90^\circ$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = k \cdot q \sqrt{\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2}}$$

$$\begin{aligned} E &= 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-9} \sqrt{\frac{1}{(8 \cdot 10^{-2})^2} + \frac{1}{(6 \cdot 10^{-2})^2}} = \\ &= 750 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}. \end{aligned}$$

Ҷавобаш: $750 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$.



1. Шадидияти майдони заряди нуктагӣ дар нуктаи муоинашаванда чӣ хел ҳисоб карда мешавад?

2. Маънои калимаи суперпозитсия чист?

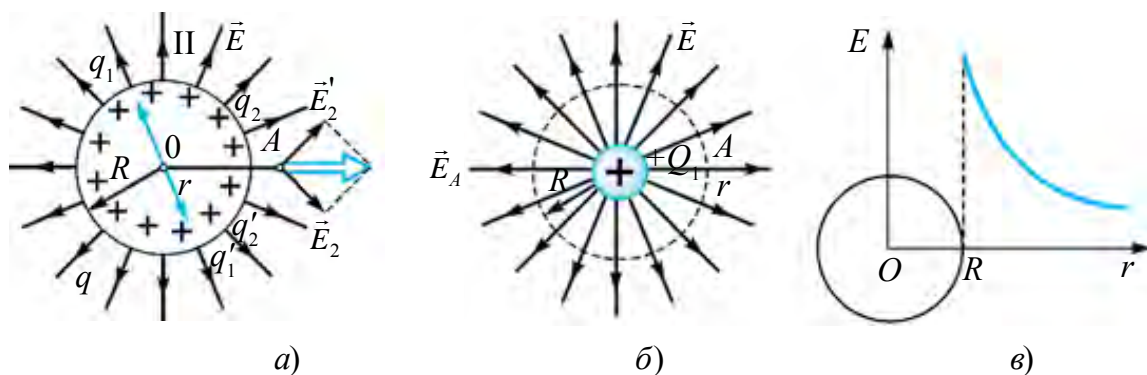
3. Принципи суперпозитсияро таъриф диҳед ва формулаи онро нависед.

Мавзӯи 31. МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКИИ КУРАИ ЗАРЯДНОК. НУФУЗПАЗИРИ ДИЭЛЕКТРИКӢ

Кураи радиусаш R электр гузаронанда бо заряди q заряднок шуда бошад (расми 7.5-а). Шадиияти майдони электрикии ин гуна кураи заряднок ҳосилнамударо дар марказ, сатҳ ва аз он берун аниқ мекунем. Барои ин мо пеш аз ҳама заряди q -ро дар сатҳи он мунтазам ба якчанд зарядҳои миқдорашон баробар ҷудо мекунем, яъне: $q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q'_1 + q'_2 + q'_3 + \dots$

Дар асоси принципи суперпозитсия суммаи шадиияти майдони натиҷавии ҳар гуна зарядҳои миқдорашон баробари монанди q_1 ва q'_1 дар маркази кура баробари сифр аст.

Шадиияти майдони нуқтаи ихтиёрии A аз кура беруни дар масофаи r бударо меёбем. Ҷуфти зарядҳои q_2 ва q'_2 -и ба хати OA симметрӣ ҷойгиршударо ҷудо карда мегирем. Ин зарядҳо дар тири бо тири Or ҳамсамт шадиият ҳосил мекунад. Бинобар ин ҳатҳои қуввагии шадиияти майдони нуқтаи аз кура берун бо ҳатҳои қуввагии майдони заряди нуқтагии мусбати ба маркази кура гузашташуда мувофиқ меояд (расми 7.5-б).



Расми 7.5.

Шадиияти майдони электрикии сатҳи кураи заряднок чунин аниқ карда мешавад.

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}.$$

Аз як хел будани шадиияти майдони дар нуқтаи берун аз кураи заряднок ҳосилкардаи он бо майдони заряди нуқтагӣ ҳосилнамуда, шадиияти майдони дар нуқтаи берун ($r \geq R$) аз кура бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин:

$$E = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0 r^2} = k \cdot \frac{|q|}{r^2}. \quad (7.6)$$

Назар ба ин, бо дуршавӣ аз сатҳи кура шадидияти майдон ба квадрати масофа бо равиши мутаносиби чаппа кам шуда меравад (расми 7.5-в).

Шадидияти майдони электрикӣ ба хосиятҳои муҳити ҷойгиршудаи заряд, ки майдон ҳосил мекунад, вобаста аст. Ҳолати байни ду лавҳаи бо ишораҳои муқобил заряднокшуда, ки диэлектрик гузошта шудааст, дида мебароем (расми 7.6).

Дар диэлектрик электронҳои озод басо кам. Электронҳои асосӣ дар қабати электронӣ ҷойгир шудаанд. Бо таъсири майдони электрикии лавҳа қабати электронӣ деформатсия мешавад. Дар натиҷа маркази зарядҳои мусбат ва манфии атом болои ҳам намеафтад. Ин ҳодиса *қутбшавии диэлектрик* номида мешавад.

Шадидияти \vec{E}' , майдони атомҳои (молекулаҳои) қутбӣ ҳосил намуда ба шадидияти майдони асосӣ \vec{E}_0 дар самти зид равон мешавад. Дар натиҷа майдони умумӣ то $\vec{E} = \vec{E}_0 - \vec{E}'$ суст мешавад. Ба тӯфайли диэлектрик бузургии, ки чанд маротиба кам шудани майдони диэлектрикро нишон медиҳад, *нуфузпазири диэлектрикӣ* номида мешавад:

$$\epsilon = \frac{E_0}{E}. \quad (7.7)$$

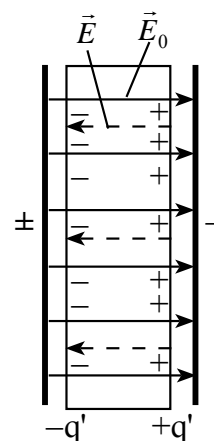
Дар ин ҳол аз заряди нуқтагии дар дохили диэлектрик ҷойгирбуда шадидияти майдони нуқтаи дар масофаи r ҷойгирбуда ҳам ϵ маротиба кам мешавад:

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot r^2}. \quad (7.8)$$

Ҳамин тавр, таъсири мутақобили байни якдигарии зарядҳои нуқтагии дохили диэлектрики якҷинса аз қувваи таъсир дар вакуум ϵ маротиба хурд аст ва қувваи ин таъсир бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon \cdot r^2}. \quad (7.9)$$

Нуфузпазири диэлектрикӣ бузургии бевоҳид аст.



Расми 7.6.

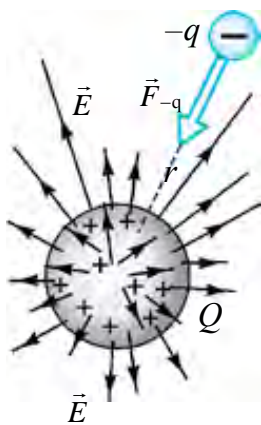


1. *Аз чӣ сабаб дар даруни кураи заряднок майдони электрикӣ ба сифр баробар аст?*
2. *Майдони электрикӣ дар сатҳи кураи заряднок ва аз он берун чӣ тавр ҳисоб карда мешавад?*
3. *Аз чӣ сабаб моддаҳои диэлектрикӣ майдони электрикиро заиф мекунад?*

Мавзӯи 32. ПОТЕНСИАЛИ МАЙДОНИ ЗАРЯДИ НУҚТАГӢ. ФАРҚИ ПОТЕНСИАЛҲО

Барои муайян кардани пурзӯр ё заиф будани майдони электрикӣ ба майдон заряди санҷишӣ дохил намуда, аз тарафи майдон ба он чӣ гуна қувва таъсир карданастро аниқ карда будем. Аз ин рӯ, шадидияти майдони электрикӣ хarakterистикаи қуввагии майдон ҳисоб мешавад.

Ба майдон заряди санҷишӣ дохил кунем, майдони заряди асосӣ муқовимат мекунад (расми 7.7). Бинобар ин муқобили қувваҳои майдон бояд қор иҷро намуд.



Расми 7.7.

Ин қори иҷронамуда чӣ хел муайян карда мешавад? Ин қор ба энергияи потенциали таъсири мутақобили заряди санҷишии дохилкарда ва заряди асосӣ табдил мегардад:

$$W_{-q} = -k \frac{Qq}{r}. \quad (7.9)$$

Дар формула ишораи манфии гузошташуда байни зарядҳо қувваи ҷозоба таъсирбахш буданастро нишон медиҳад.

Энергияи потенциалии заряди $+q$, ки аз заряди орои мусбат Q дар масофаи r истодааст (7.10):

$$W_{+q} = k \frac{Qq}{r}. \quad (7.10)$$

Дар формула гузоштани ишораи мусбат байни зарядҳо қувваи теладиханда таъсир карданастро нишон медиҳад.

Ба сифати ҳисоби сифри энергияи потенциалӣ дар формула масофаи калони беохир гирифта мешавад. Дар ин гуна масофаҳо зарядҳо байни якдигар таъсир намекунанд.

Ҳамин тавр бо соҳиби хarakterистикаи қуввагӣ шудани майдони электрикӣ якҷоя ба хarakterистикаи энергетикӣ ҳам соҳиб мегардад. Ин бо бузургии потенциали майдони электрикӣ номгирифта ифода карда мешавад.

Потенциали майдони электрикий заряди нуқтагӣ гуфта нисбати энергияи потенциалии таъсири мутақобили зарядҳои асосӣ ва санҷиши ба майдон дохилнамуда бар миқдори заряди санҷиширо мегӯянд:

$$\varphi = \frac{W_{-q}}{q}. \quad (7-11)$$

Потенциали заряди нуқтагӣ q чунин аниқ карда мешавад:

$$\varphi = k \frac{q}{\varepsilon \cdot r}. \quad (7.12)$$

Аз мафҳуми потенциал истифода бурда, кори заряди q_1 -ро дар майдони заряди q ба масофаи аз нуқтаи r_1 то масофаи r_2 кӯчонидан иҷрошударо меёбем:

$$A = W_1 - W_2 \text{ ё } A = q_1 \left(k \frac{q}{\varepsilon \cdot r_1} - k \frac{q}{\varepsilon \cdot r_2} \right) = q_1 (\varphi_1 - \varphi_2). \quad (7.13)$$

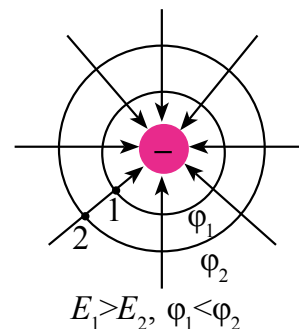
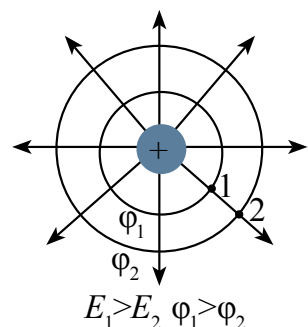
Фарқи $\varphi_1 - \varphi_2$ -и ин ифода аз **фарқи потенциали** байни нуқтаҳо иборат буда, онро **шиддати электрикӣ** меноманд ва чунин менависанд:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (7.14)$$

Воҳиди ченаки потенциал ва фарқи потенциалҳо ба шарафи олими италиявӣ Волта Вольт (В) гуфта мешавад. Аз $\varphi = \frac{W}{q}$ ба $1\text{В} = \frac{1\text{Ҷ}}{1\text{Кл}}$ баробар аст. Мувофиқи таърифи 1 Кл зарядро дар майдони электрикӣ аз як нуқта ба нуқтаи дигар кӯчонидан майдони электрикӣ кори 1 Ҷ ро иҷро кунад, фарқи потенциали нуқтаҳо ба 1 В баробар мешавад.

Потенциали нуқтаҳои аз заряди нуқтагӣ дар як хел дурӣ воқеъ буда баробар аст. Агар ин нуқтаҳо бо якдигар пайваст шаванд, сатҳи ҳосилшуда **сатҳи эквипотенсиалӣ** номида мешаванд.

Сатҳи эквипотенсиалии зарядҳои нуқтагӣ дар атрофи заряд дар шакли давраҳои концентрикӣ мешаванд (расми 7.8). Хатҳои қуввагии майдон ҳамма вақт ба сатҳи эквипотенсиалӣ амудӣ аст.



Расми 7.8.

Байни шадидияти майдон ва фарқи потенциалҳо муносибати зерин мавҷуд аст:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}, \quad (7.15)$$

d – масофаи байни нуқтаҳои потенциалҳояш φ_1 ва φ_2 . Аз ин воҳиди шадидият $1 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ бармеояд.

Намунаи ҳалли масъалаҳо

Ба кураи металли радиусаш 5 см, ки дар ҳаво ҷойгир аст, 30 нКл заряд доданд. Майдони потенциалии нуқтаҳои аз маркази кураи заряднок дар дурии 2 см, дар сатҳи кура ва аз сатҳи он дар дурии 5 см бударо ёбед.

| | | |
|--|---|--|
| <p>Дода шуда аст:</p> <p>$q = 30 \text{ нКл} = 30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$</p> <p>$r = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$r_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$r_2 = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$</p> <hr/> <p>Ёфтан лозим</p> <p>φ_d – ?</p> <p>φ_c – ?</p> <p>φ_o – ?</p> | <p>Формулааш:</p> $\varphi_d = \varphi_c = k \frac{q}{r}$ $\varphi_o = k \frac{q}{r + r_2}$ | <p>Ҳалли он:</p> $\varphi_d = \varphi_c = 9 \cdot 10^9 \frac{30 \cdot 10^{-9}}{5 \cdot 10^{-2}} = 5400 \text{ В};$ $\varphi_o = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-9}}{5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2}} = 2700 \text{ В}.$ <p>Воҳиди он:</p> $[\varphi] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}}{\text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Д}}{\text{Кл}} = \text{В}.$ <p>Ҷавобаш: 5400 В; 2700 В.</p> |
|--|---|--|

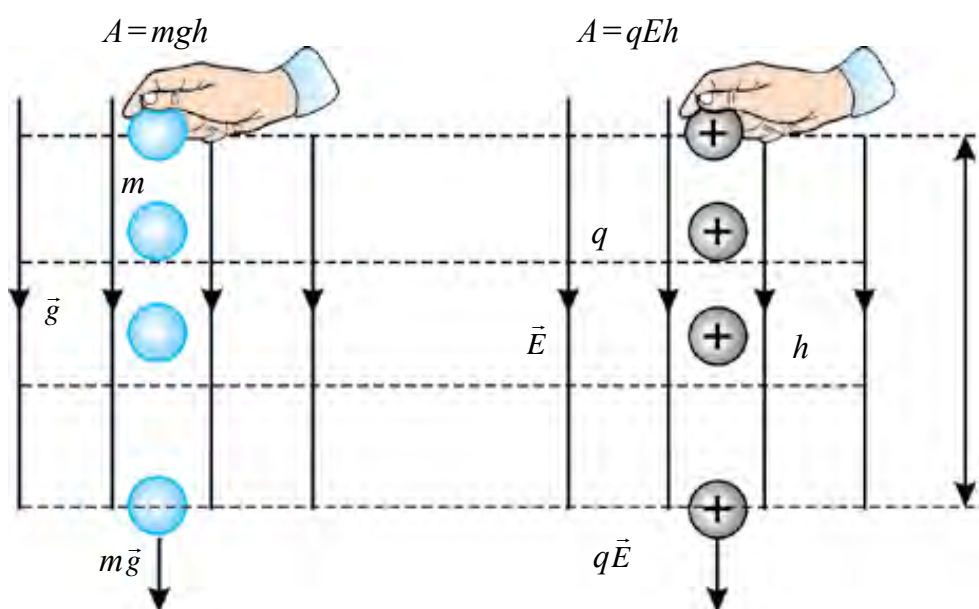


1. Вобастагии байни қори иҷрокардаи қувваи электростатикӣ ва энергияи потенциалиро нависед.
2. Энергияи потенциалии заряди дар майдони электрикӣ истодаро ёбед?
3. Аз протон дар дурии $5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}$ потенциали майдони электрикиро ёбед. Энергияи потенциалии электрони аз протон дар ҳамин дурӣ дар мадор ҳаракат кардаистода ба чӣ баробар аст?

Мавзӯи 33. КОРИ ИЧРОШУДА ҲАНГОМИ КҶЧОНИДАНИ ЗАРЯД ДАР МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКӢ

Бузургиҳои физикии ба механика дохил кардашуда (кӯчиш, қувва, кори иҷрокардаи қувва, энергияи потенциалӣ) таъсири мутақобили фундаменталии дилҳо, аз он ҷумла, дар ифодакунии таъсирҳои электромагнитӣ истифода бурда мешаванд.

Дар майдони гравитатсионии ($g = \text{const}$) якҷинсаи Замин ҷисмро мавриди ба масофаи h дар самти \vec{g} кӯчонидан (расми 7.9) кори иҷрокардаи қувваи вазнинӣ $A = mgh$ буд.



Расми 7.9.

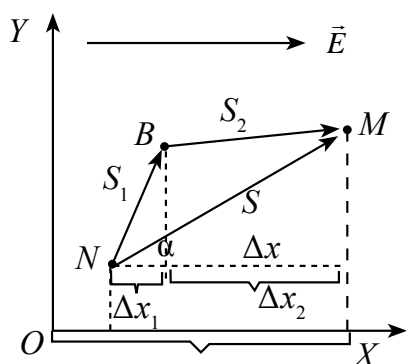
Ҳангоми кӯчонидани заряди $+q$ дар майдони электрикии якҷинса ($\vec{E} = \text{const}$) бо равиши хатҳои қуввагии майдон кори иҷрошуда ба

$$A_q = qEh \quad (7.16)$$

баробар мешавад. Ин формула мавриди мувофиқии шадидияти майдони электрикӣ ва самти кӯчиш ҷой дорад.

Ҳолати мувофиқ наомадани самтро ҳам дида мебароем.

Заряди ба майдони электрикии якҷинса дохил кардашуда q ($q > 0$, бошад) дар самти майдони электрикӣ ё дар самти муқобил ($q < 0$ бошад) кӯчад ва дар ин майдони электрикӣ кор иҷро менамояд. Барои ҳисоби кор аввал тири X -ро дар самти бо шадидияти майдон ба як тараф интиҳо мекунем (расми 7.10).



Расми 7.10.

Қувваи аз тарафи майдон ба заряди мусбат таъсирбахшанда ҳам бо тири X ба як тараф рагон мешавад. Заряди дар майдон буда бо таъсири қувваи $\vec{F} = q\vec{E}$ бо роҳи s аз нуқтаи N ба нуқтаи M кӯчида бошад, мавриди кӯчонидани он кори иҷрокардаи қувваи электрӣ чун зайл аниқ карда мешавад:

$$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha = q \cdot E \cdot s \cdot \cos\alpha. \quad (7.17)$$

Дар ин ҷо: α – кунҷи байни кӯчиш ва қувва.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = s \cdot \cos\alpha \quad \text{буданаш} \quad (7.17) \quad \text{баро-}$$

барӣ намуди зерин мегирад:

$$A = qE\Delta x. \quad (7.18)$$

Акнун кори заряди q -ро дар майдони электростатикӣ аз рӯи хати шикастаи NBM кӯчонидан ҳисоб мекунем. Аз сабаби кор бузургии скалярӣ буданаш кори дар роҳи NBM иҷрошуда ба суммаи алгебравии корҳои дар роҳҳои NB ва BM иҷрошуда баробар аст $A = A_1 + A_2$.

Корҳои A_1 ва A_2 дар кӯчонидани заряд чун кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидан заряд бо роҳи NM аниқ карда мешавад, яъне:

$$A_1 = qE\Delta x_1 \quad \text{ва} \quad A_2 = qE\Delta x_2. \quad (7.19)$$

Δx_1 ва Δx_2 бо равиши мувофиқ чун проексияи векторҳои s_1 ва s_2 дар тири X аст. Дар ин ҳол ифодаи (7.18) ва (7.19) гузошта шавад, ба намуди зерин меояд:

$$A = qE(\Delta x_1 + \Delta x_2) = qE\Delta x.$$

Аз ин хулосаи зайл бармеояд. Кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани заряд дар майдони электрикии якҷинса ба шакли роҳи кӯчиш вобаста набуда, фақат ба вазъияти ибтидоӣ ва интиҳои нуқтаҳои кӯчиши заряд (яъне Δx) вобаста мешавад. Ин гуна майдон *майдони потенциалӣ* номида мешавад. Бинобар ин майдони электростатикӣ майдони потенциалӣ аст. Аз ин рӯ, кори иҷрошуда мавриди кӯчонидани заряд дар майдони электростатикӣ бо контури сарбаст мудом баробари сифр аст. Қуввае, ки кори он мавриди кӯчонидани заряд ба траекторияи ҳаракати он новобаста аст, **қувваи консервативӣ** номида мешавад.

$E \cdot \Delta x = \varphi_2 - \varphi_1$ буданаш ба ҳисоб гирифта шавад, ба

$$A = q(U_2 - U_1) \quad (7.20)$$

соҳиб мешавем. Ин формула ҳангоми кӯчонидани заряди электрикии q аз нуқтаи потенциали майдони электриаши φ_2 ба нуқтаи потенциали майдони электриаши φ_1 кори иҷрошударо ифода мекунад.

Намунаи ҳалли масъала

Заряди нуқтагии 100 мкКл дар майдони электрикии якҷинсаи шадидияташ 4 кВ/м мавриди кӯчиш ба масофаи 4 см майдони электростатикӣ 8 мҶ кор иҷро намуд. Кунҷи байни хатҳои қуввагии майдон ва вектори кӯчишро ёбед?

| | | |
|--|---|---|
| <p>Дода шуда аст:</p> <p>$q = 100 \text{ мкКл} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$</p> <p>$E = 4 \text{ кВ/м} = 4 \cdot 10^3 \text{ В/м}$</p> <p>$s = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$A = 8 \text{ мҶ} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Ҷ}$</p> <hr/> <p>Ёфтани лозим</p> <p>$\alpha = ?$</p> | <p>Формулааш:</p> <p>$A = q \cdot E \cdot s \cdot \cos \alpha$</p> <p>$\cos \alpha = \frac{A}{q \cdot E \cdot s}$</p> | <p>Ҳалли он:</p> <p>$\cos \alpha = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{2}$</p> <p>$\cos \alpha = \frac{1}{2}$</p> <p>$\alpha = 60^\circ$.</p> <p>Ҷавобаш: 60°.</p> |
|--|---|---|



1. Чӣ гуна майдон майдони потенциалӣ гуфта мешавад?
2. Дар майдони электростатикӣ мавриди кӯчонидани заряд бо хати сарбаст кори иҷрошуда ба чӣ баробар аст?
3. Аз формулаи 7.20 истифода бурда, ба фарқи потенциалҳо таъриф диҳед.

Мавзӯи 34. ЭНЕРГИЯИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ

Дар аснои заряднок кардани ноқил қувваи таъсири мутақобили байни зарядхоро бартараф намуда кор иҷро мекунанд. Аз ҳисоби ин кор ноқил дорои энергия мешавад. Энергияи гирифтаи қисмҳои заряднок аз ҷиҳати микдор ($W_{\text{эл}}$ – ин энергия энергияи майдони электрикӣ гуфта мешавад) ба микдори кори иҷрошуда мавриди зарядноккунӣ айнан баробар аст, яъне $A = W_{\text{эл}}$. Кори иҷрошуда ҳангоми заряднок кардани ноқил чӣ хел ҳисоб карда мешавад? Дар аввал қисм безаряд буда, потенциали он баробари сифр аст. Ба он заряди q диҳем потенциали он аз сифр то φ тағйир меёбад. Кори иҷрошуда ҳангоми заряднок кардани қисм:

$$A = q \cdot \varphi_m \quad (7.21)$$

баробар мешавад. Қимати миёнаи потенциали ҷисм ба қимати миёнаи арифметикии қимати ибтидоӣ ва интиҳоии он баробар мешавад, яъне:

$$\varphi_m = \frac{0 + \varphi}{2} = \frac{\varphi}{2}. \quad (7.22)$$

Қимати φ_m -ро ба баробарии (7.21) гузошта, ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$A = \frac{q\varphi}{2}. \quad (7.23)$$

Аз ин рӯ, кори иҷрошуда мавриди зарядноккунии ҷисм ба нисфи ҳосили зарби заряд ва потенциали он баробар мешавад. Ҳангоми заряднок кардани ҷисм потенциали он дар асоси формулаи $\varphi = \frac{q}{C}$ мунтазам, яъне хаттӣ тағйир меёбад. Дар инҷо C –ғунҷоиши электрикии ноқил. Дар ин ҳол ифодаи (7.23)-ро дар намуди

$$A = \frac{C \cdot \varphi^2}{2} \quad \text{ва} \quad A = \frac{q^2}{2C} \quad (7.24)$$

навиштан мумкин. Аз он ҷумла назар ба муносибати $A = W_{\text{эл}}$ энергияи электрикии ҷисми зарядноки ҷудоғона чунин навишта мешавад:

$$W_{\text{эл}} = \frac{q \cdot \varphi}{2} = \frac{C \cdot \varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2C}. \quad (7.25)$$

Агар ҷисми заряднок аз конденсатор иборат бошад, аснои энергияи майдони электрикии он ($W_{\text{кон}}$)-ро ҳисоб кардан дар ифодаи (7.25) миқдори зарядро бо миқдори заряди яке аз рӯяҳои конденсатор, потенциалро бо фарқи потенциалҳои байни рӯяҳои конденсатор иваз кардан лозим, яъне:

$$W_{\text{кон}} = \frac{q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = \frac{C \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (7.26)$$

буданаш формулаи ҳисобкунии энергияи электрикии конденсатори заряднокро дар намуди

$$W_{\text{кон}} = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (7.27)$$

навиштан мумкин.

Энергияи ҷисми заряднок дар майдони электрикии атрофи он муҷассам шуда, қимати энергия ба ҳаҷми фазои майдони электрикии густаришёфта ва шадидияти майдон вобаста мешавад.

Дар ҳолати хусусӣ конденсатори зарядноки ҳамворро дида мебароем. Майдони электрикии зарядҳои рӯяҳои конденсатори ҳамвор

ҳосилнамуда дар муҳити рӯяхои он муҷассам мегардад. Ҳаҷми фазоро бо формулаи $V=sd$ ҳисоб кардан мумкин.

Ғунҷоиши конденсатори ҳамвор $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ ва шадидияти майдони конденсатор инчунин фарқи потенциали байни рӯяхо, формулаи (7.27) ро ба ҳисоб гирифта ба ифодаи зерин соҳиб мешавем:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot SE^2 d^2}{2d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E^2}{2} V. \quad (7.28)$$

Энергияи конденсатори ҳамвори заряднок ба квадрати шадидияти майдони электрикии онро ҳосил намуда ва ба ҳаҷми фазои ҳамин майдон ихотакарда мутаносиби роста аст. Энергияи ба воҳиди ҳаҷм рост оянда зичии ҳаҷмии энергия номида мешавад. Дар асоси таъриф:

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E^2}{2V} V = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E^2}{2}. \quad (7.29)$$

Ҳар як конденсатор на фақат ба худ заряд ғун мекунад, балки хусусияти ғункунии энергияро ҳам дорад. Энергияи конденсатор дар муҳити байни рӯяхо мешавад. Ин энергияро дар конденсатор муддати тӯлонӣ нигоҳ дошта намешавад. Бо мурури вақт конденсатор заряди гирифтаашро ба муҳиту атрофи онро ихота карда интиқол мекунад.

Мавриди безарядкунии конденсатор бо занҷири муқовиматаш хурд энергияи худро ҳамон замон медиҳад.

Намунаи ҳалли масъала

Ғунҷоиши конденсатори ҳамвори ҳавогӣ ба 0,1 мкФ баробар буда ба фарқи потенциалҳои, 200 В баробар аст. Энергияи электрикии конденсаторро ҳисоб кунед.

| | | |
|---|--|--|
| Дода шуда аст $C=0,1 \text{ мкФ}=1 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}$ $U_2-U_1=200 \text{ В}$ | Формулааш: $W = \frac{C(U_2-U_1)^2}{2}$ | Ҳалли он: $W = \frac{10^{-7} \cdot 40000}{2} \text{ Ф} \cdot \text{В}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Ҷ.}$ |
| Ёфтаг лозим $W=?$ | | Ҷавобаш: 2 мҶ. |



1. Энергияи гирифтаи қисми заряднок ба кадом бузургиро вобаста аст?

2. Мавриди зарядноккунии конденсатор чӣ гуна кор иҷро карда мешавад?

3. Энергияи конденсатори заряднок дар куҷо ғун мешавад?

Машқи 7

1. Дар ду қуллаи секунҷаи мунтазами тарафҳояш 10 см ду заряди -4 нКл ва $+4$ нКл ҷойгир аст. Шадиияти майдони қуллаи сеюми секунҷа ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: 3,6 кВ/м).

2. Дар андаруни муҳити диэлектрикӣ аз якдигар дар масофаи 6 см ду заряди зарядҳояшон 6 нКл ва -8 нКл ҷойгир аст. Шадиияти майдони байни онҳо чӣ хел аст? (Ҷавобаш: 140 кВ/м).

3. Чӣ гуна заряди нуқтагӣ байни ду нуқтаи фарқи потенциалиаш 100 В кӯчонида шавад, майдон 5 мкҶ кор иҷро мекунад? (Ҷавобаш: 50 нКл).

4. 50 мкҶ заряди ягон нуқтаи майдони электростатикӣ дорои 7,5 мкҶ энергияи потенциалӣ аст. Потенциали майдони электрикиро дар ҳамин нуқта ёбед. (Ҷавобаш: 150 В).

5. Ду зарядҳои нуқтагӣ $+0,4$ мкКл ва $-0,6$ мкКл аз якдигар дар масофаи 12 см ҷойгир аст. Дар миёнаи порчаи зарядҳоро пайваस्तкунанда потенциали майдони электрикӣ чӣ хел мешавад? (Ҷавобаш: -30 кВ).

6. Ду зарядҳои нуқтагии зарядҳояшон $3 \cdot 10^{-8}$ Кл дар ҳаво аз якдигар дар масофаи 50 см истодаанд. Барои онҳоро ба якдигар то 20 см наздиккунӣ чӣ қадар кор иҷро кардан лозим? (Ҷавобаш: 10,8 кҶ).

7. Масофаи байни ду лавҳаи параллели заряднок 12 см, фарқи потенциалҳо 180 В бошад, шадиияти майдони байни лавҳаҳоро аниқ кунед. (Ҷавобаш: 1500 В/м).

8. Дар майдони электрикни якҷинсаи шадиияташ 6000 В/м фарқи потенциалҳои ду нуқтаи масофаи байнашон 2 см, ки дар як хати шадиият гирифта шудааст ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: 120 В).

9. Шиддати байни рӯяхои конденсатор 150 В, зарядаш 80 мкКл бошад, энергияи майдони конденсатор ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: 6 мҶ).

10. Конденсатори ҳамвор 2 мкКл заряд гирифта, энергияи майдон 0,5 мкҶ шуд. Ғунҷоиши конденсатор чӣ гуна будааст? (Ҷавобаш: 16 мкФ).

11. Конденсатори ҳамвор $4 \cdot 10^{-5}$ Кл заряд гирифта, дорои энергияи 20 мҶ гашт. Шиддати байни рӯяхои конденсатор ба чӣ баробар аст? (Ҷавобаш: 1000 В).

12. Нуфузпазир диэлектрикиаш 4 ва шадиияташ $3 \cdot 10^3$ В/м бошад, зичии энергияи майдони электрикии ин нуқтаро ёбед. (Ҷавобаш: 159 мкҶ/м³).

Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VII

1. Дар нуқтаи шадидияти майдонаш 800 В/м , ки заряди 5 мкКл ҷойгир аст, ҷӣ гуна қувваи (Н) электростатикӣ таъсир мекунад?
А) $4 \cdot 10^{-2}$; В) $4 \cdot 10^{-3}$; С) $3,2 \cdot 10^{-5}$; Д) $1,6 \cdot 10^{-5}$.
2. Шитоби электрони дар майдони электрикии шадидияташ $27,3 \text{ кВ/м}$ ҳаракат карда истода ба ҷӣ баробар аст (м/с^2)? $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.
А) $4,8 \cdot 10^{16}$; В) $4,8 \cdot 10^{15}$; С) $7,2 \cdot 10^{16}$; Д) $9,6 \cdot 10^{15}$.
3. Чақраи зарядноки массааш $1 \cdot 10^{-4} \text{ г}$ дар майдони электрикии яқчинсаи шадидияташ 100 Н/Кл дар мувозинат аст. Заряди чақраро ёбед (Кл).
А) 10^{-8} ; В) 10^{-6} ; С) 10^{-4} ; Д) 10^{-3} .
4. Ба саққои металли радиусаш 2 см заряди $1,2 \text{ нКл}$ дода шуд. Дар наздикии сатҳи кура шадидияти майдон ба ҷӣ баробар аст (кВ/м).
А) 27; В) 18; С) 24; Д) 9.
5. Ба саққои металли радиусаш 6 см заряди 24 нКл дода шудааст. Аз маркази шар дар масофаи 3 см шадидияти майдонро ёбед (кВ/м)?
А) 45; В) 90; С) 60; Д) 0.
6. Дар сатҳи кураи радиуси 12 см заряди мусбати $0,18 \text{ мкКл}$ мунтазам тақсим шудааст. Потенциали майдони маркази кураро ёбед (В).
А) 90; В) 60; С) 120; Д) 180.
7. Масофаи байни ду заряди нуқтагиро 9 маротиба кам кунем энергияи потенциалии таъсири мутақобил ҷӣ хел тағйир меёбад?
А) 9 маротиба зиёд мешавад; В) 9 маротиба кам мешавад;
С) 3 маротиба зиёд мешавад; Д) 3 маротиба кам мешавад.
8. Заряди нуқтагии q байни ду нуқтаи фарқи потенциалҳояш 100 В кӯчидан кори 5 мҶ иҷро кард. Бузургии заряди q ба ҷӣ (мкКл) баробар аст?
А) 20; В) 5; С) 500; Д) 50.

**Мафҳум, коида ва қонунҳои муҳимтарини
дар боби VII омӯхташуда**

| | |
|---|---|
| Қонуни бақои заряд | Дар ҳар гуна системаи сарбаст суммаи алгебравии заряди ҳамаи ҷисмҳо собит мемонад, яъне: $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const.}$ |
| Хатҳои қуввагии майдони электрикӣ | Хатҳои самти қувваи ба заряди мусбати ба майдони электрикӣ дохил карда таъсирбахшро нишондиҳанда. Самти хатҳои қуввагии майдони электрикии заряди мусбат аз он бароянда, аз он заряди манфӣ ба он равона шуда (нигаронидашуда) аст. |
| Шадидияти майдони электрикӣ | $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ қувваи ба заряди мусбати воҳидии ба майдони электрикӣ дохилкарда таъсирбахшанда. |
| Шадидияти заряди нуқтагии q -и дар масофаи r ҳосилкарда | $E = k \frac{ q }{r^2}.$ |
| Принсипи суперпозитсияи майдонҳо | Шадидияти майдони электрикии системаи зарядҳо дар ягон нуқта ба суммаи вектори шадидияти майдонҳои алоҳида-алоҳидаи ҳар яки ин зарядҳои дохили система, ки ҳосил кардааст, баробар аст: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n.$ |
| Шадидияти майдони кураи заряднок дар дарун ва сатҳи кура | $E = 0;$ $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$ |
| Қутбшавии диэлектрик | Қабати электрони атомҳои (молекулаҳои) моддаи (муҳит) дар майдони электрикӣ ҷойгирбуда бо таъсири майдони электрикӣ деформатсия мешаванд. Дар натиҷа дар атомҳо (молекулаҳо) марказҳои заряди мусбат ва манфӣ болои ҳам намеафтанд. |

| | |
|--|--|
| Нуфузпазирии диэлектрик | $\varepsilon = \frac{E_0}{E}.$ |
| Шадидияти майдони нуқтаи аз заряди нуқтавии дар даруни диэлектрик дар масофаи r ҷойгир кардашуда | $E = k \frac{ q }{\varepsilon \cdot r^2}.$ |
| Энергияи потенциалии аз заряди мусбати Q -и сокин заряди $+q$ -и дар масофаи r истода | $W_{+q} = k \frac{Qq}{r}.$ |
| Потенсиали заряди q нуқтавӣ | $\varphi = k \frac{q}{\varepsilon \cdot r}.$ |
| Шиддати электрикӣ | $U = \varphi_1 - \varphi_2.$ |
| Қувваҳои консервативӣ | Қуввае, ки кори иҷрокардааш ба траекторияи кӯчиши заряд вобаста нест. |
| Зичии ҳаҷмии энергия | $w = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot E^2}{2}.$ |

Боби VIII. ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

Мавзӯи 35. ГУЗАРОНАНДАГИИ ЭЛЕКТРИКӢ. ВОБАСТАГИИ ҚУВВАИ ҶАРАЁН БА ШИДДАТ

Дар синфи 8 барои мавҷудияти ҷараёни электрикӣ 3 шарт иҷро шуданаш лозим буданаш таъкид шуда буд:

1. Мавҷудияти манбаи ҷараён.
2. Дар занҷире, ки ҷараёни электрикӣ мегузарад, мавҷуд будани зарраҳои зарядноки озодкӯчанда.
3. Сарбаст будани занҷир.

Инчунин ҳангоми дида баромадани гузаштани ҷараёни электрикӣ аз ҷисмҳои саҳт, моеъ ва газҳо мафҳуми муқовиматро дохил карда будем. Ҷараёни электрикӣ аз ҳисоби кадом зарраҳои заряднок мавҷуд мешавад? Аз чӣ сабаб ба гузаштани ҷараёни электрикӣ муҳит муқовимат нишон медиҳад. Барои ба ин гуна саволҳо ҷавоб додан мафҳуми гузаронандагии электрикиро дохил мекунем.

Бузургии ба муқовимат чаппа гузаронандагии электрикӣ $\left(\frac{1}{R}\right)$ номида мешавад. Воҳиди он ба шарафи олими олмонӣ Е.Р. Сиэменс гузошта шудааст.

$$\gamma = \frac{1}{R}; \quad (8.1)$$

$$1 \text{ Сиэменс} = 1\text{С} = \frac{1}{\text{Ом}}$$

Мавриди омӯзиши гузаронандагии электрикии металлҳо дар аввали асри XX дохил кардаанд, Соли 1901 олими олмон Карл Рикке занҷири аз се цилиндри басо суфта (дуто алюминийӣ ва якто мисин) иборатро тартиб дода, дар давоми як сол аз он ҷараён мегузаронад (расми 8.1). Дар муддати ин вақт аз цилиндриҳо миқдори умумии $3,5 \cdot 10^6$ Кл заряд мегузарад, лекин ин ба тағйирёбии кимёвии таркиби моддаи цилиндриҳо гирифта намеояд. Пас аз итмоми таҷриба цилиндриҳо аз ҳам ҷудо намуда тағйир наёфтани

массаи онҳоро амиқ намуданд. Изҳои ба якдигар гузаштани атомҳо аз натиҷаҳои диффузияи оддӣ дар ҷисмҳои сахт чизи дигаре набуд.

Лекин ин таҷриба дар металлҳо айнан кадом зарраҳо сабабгори гузаштани ҷараёнро фаҳмонида натавонист.

Физиқи амриқоӣ Т. Стюарт ва Р. Толменлар чунин таҷриба гузарониданд. Сели 1916 ғалтаки диаметраш калони ноқили металлӣ печонидашударо гирифта, онро бо басомади 500 гардиш/дақ ба ҳаракати гардишнок оварда якбора боздаштанд (расми 8.2). Дар ин ҷо зарядҳои озоди ғалтак бо инерсияи худ ҳаракатро давом доданд ва муддати кӯтоҳ ҷараён ба вуҷуд меояд. Инро ба нӯғҳои ноқили ҷараёндор галванометри контактҳои лағжандадорро пайваста қайд намуданд. Олимон заряди хоси $\frac{q_0}{m}$ зарраҳои барандаи ҷараёнро дар таҷриба аниқ намуданд. Ин ба $1,8 \cdot 10^{11}$ Кл/кг баробар буда, заряди хоси электронро ифода намуд.

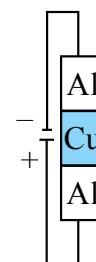
Ин факти илмӣ ба назарияи классикии гузаронандагии электронии металлҳо асос шуд.

Дар ибтидои асри XX физиқи олмонӣ П. Друде ва физиқи голланд Х. Лоренс назарияи классикии гузаронандагии электронии металлҳо офариданд. Мазмуни асосии ин назария аз инҳо иборат аст:

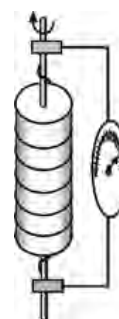
1. Баланд будани гузаронандагии электронии металлӣ дар бисёрии электронҳои озоди ба ҳаҷми воҳидӣ ростоянда аст. Масалан, дар мис концентратсияи электронҳои озод ба $8,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ баробар аст. Электронҳо чун газ фазои байни ионҳои панҷараро пур карда дар ҳаракати бетартибона ва бефосила мешаванд. Суръати ҳаракати бетартибонаи электронҳо дар металлҳо ҳисоб карда шаванд, баробари 60–100 км/с баромад. Аз сабаби набудани майдони электрикии беруна аз масоҳати бурриши арзии дилхоҳи ноқил электронҳои гузаранда, ки дар ҳаракати бетартибона ва бефосилаанд, ҷараёни электрикӣ баробари сифр аст.

2*. П. Друде ва Х. Лоренсҳо аз назарияи гузаронандагии электронии ноқилҳо истифода бурда барои қитъаи занҷирро бо равиши назариявӣ қонуни Омро кашф карданд.

Барои ин ноқили дарозиаш l , концентратсияи электрониаш n ва бурриши арзиаш S ро дида мебароем (расми 8.3). Ба нӯғҳои ноқил шиддати U дода шавад, тахти таъсири шадидияти майдони ҳосилшуда



Расми 8.1.



Расми 8.2.

$E = \frac{U}{l}$ электронҳо шитоби $a = \frac{eE}{m}$ мегирад. Пас аз вақти t суръати электрон $v = \frac{eEt}{m}$ мешавад. t -вақти байни ду бархӯрии электронҳо. Дар бархӯриҳо самти суръати электронҳо тағйир меёбад, лекин суръати миёна тағйир намеёбад.

$$v_m = \frac{eEt}{2m}. \quad (8.2)$$

Дар асоси таърифи қувваи ҷараён

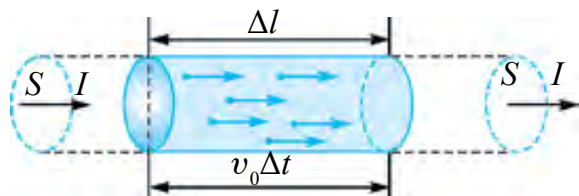
$$I = \frac{q}{t} = \frac{enV}{t} = \frac{enSl}{t} = enSv_m \quad (8.3)$$

Дар ин (8.1) ба ҳисоб гирифта шавад ба,

$$I = \frac{ne^2t}{2m_e} \frac{S}{l} U \quad (8.4)$$

соҳиб мешавем.

Ифодаи $\gamma = \frac{ne^2t}{2m_e} \frac{S}{l}$ – гузаронандагии электронӣ номида мешавад. $\gamma = \frac{1}{R}$ гузаронандагӣ буданаш ба ҳисоб гирифта шавад, ифодаи муқовимати электрикӣ, $R = \frac{2m_e}{ne^2t} \frac{l}{S}$ – бармеояд.



Расми 8.3.

Дар ин ҷо $\frac{2m_e}{ne^2t} = \rho$ – муқовимати хос номида мешавад. Ҳангоми гуфтани муқовимати хос муқовимати ноқили дарозияш 1 м, бурриши арзиаш 1 м² бударо мефаҳманд.

Ҳамин тавр

Қувваи ҷараёни аз қитъаи занҷир ҷоришаванда ба шиддати ба нӯғҳои ноқил гузошта ва ба гузаронандагӣ (нуфузпазирӣ) мутаносиби роста аст.

$$I = \gamma \cdot U. \quad (8.5)$$

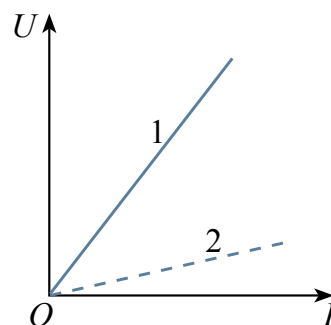
Ин вобастагӣ аз тарафи олими олмон Г. Ом бо роҳи таҷрибавӣ дар ибтидои асри XIX кашф шуда буд.

$$I = \frac{U}{R} \quad (8.6)$$

ифода карда мешавад.

Дар расми 8.4 вобастагии қувваи ҷараёни аз ду ноқили металлӣ гузаранда аз шиддати ба нӯгҳои ноқил гузошта дар ҳарорати собит оварда шудааст.

Графики вобастагии қувваи ҷараёни аз ноқилҳо, асбобҳо ва истеъмолкунандагон ҷорӣшуда ба шиддат характеристикаи вольт-амперӣ (ХВА) номида мешавад.



Расми 8.4.

Натиҷаҳои оиди гузаронандагии хоси электронии моддаҳо гирифташуда дар тайёркунии маҳсулотҳои электротехникии саноат ва хоҷагии халқ истифодабаранда аҳамияти муҳим дорад. Барои кабели ҷараён гузаронанда аз рӯи қобилияти гузаронандагӣ ноқилҳои металлӣ интихоб карда мешавад. Материал нодуруст интихоб шавад, дар натиҷаи тағйирёбии шиддат он гарм шуда, сабабгари сӯхтор шуданаш мумкин.

Дар металлҳо материали гузаронандагии электронии аз ҳама калон нуқра ҳисоб мешавад. Гузаронандагии хоси электронии нуқра ба 63,3 МС/м баробар аст. Бо сабаби тайёр намудани симҳои электрикӣ аз нуқра гарон афтидани аз мис, ки қобилияти электргузаронии пас аз онро дорад истифода мебаранд. Гузаронандагии хоси электронии он ба 58,14 МС/м баробар аст. Ноқилҳои мисӣ дар ҳаёти маишӣ ва истеҳсолат васеъ истифода бурда мешавад. Аз баланд будани ҳарорати гудозиш вай ба сарбори (нагрузка) баланд тобовар ва дар ҳолати тафсон муддати дароз кор карда метавонад.

Аз ҷиҳати истифодабарӣ ноқилҳои алюминий баъд аз мис меистанд. Гузаронандагии хоси электрии он дар 20°C ба 35,71 МС/м баробар аст. Ҳарорати гудозиши он нисбат ба мис тахминан ду баробар кам буда, тобоварӣ ба сарборӣ паст аст.

Аз омехтаҳои гузаронандагии хоси электрикӣ хурд (нихром 0,9 МС/м, фехрал 0,77 МС/м) спирали асбобҳои гармкунандаи электрикӣ сохта мешаванд.

Дар электролитҳо гузаронандагии хоси электрикӣ ба ҳарорат, консентратсия, табиати электролит вобаста аст. Гузаронандагии электрии маҳлулҳои электролитӣ (дар равиши фарқнок аз металлҳо) бо афзудани ҳарорат меафзояд. Бо афзудани консентратсия дар аввал гузаронандагии хоси электрии маҳлулҳои электролитӣ зиёд шуда, пас аз ба қимати максималӣ расидан кам шудан мегирад.

Барои ченкунии муқовимати хос ё гузаронандагии хоси электрикӣ аз асбоби махсус – *кондуктометр* истифода мебаранд. Бо ёрии кондуктометр сифати об, конденсат ё буғро назорат назорат мекунанд. Соҳаи истифодабарии он фармакология, тиббиёт, биокимё, биофизика, технологияи кимёвӣ, саноати хӯрокворӣ, тозакунии об ва ҳоказо.



1. Дар металлҳо бо тӯфайли ҳаракати муруттаби кадом зарраҳо ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд?
2. Оё дар саноат фақат материалҳои гузаронандагии электрикиашон баланд истифода мешаванд?
3. Характеристикаи волт-амперии асбоб гуфта чиро мефаҳманд?

Мавзӯи 36. ҚУВВАИ ҶАРАЁН ВА ЗИЧИИ ОН. ТАЪСИРҲОИ ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ

Агар аз бурриши арзии ноқил дар вақтҳои баробари дилҳоқ миқдори баробари зарядҳо ҷорӣ шуда гузарад, аз ноқил **ҷараёни доимӣ** гузашта истодааст, мегӯянд.

Бузургии физикие, ки бо нисбати миқдори заряди аз масоҳати бурриши арзии ноқил ҷорӣ шуда бар вақти сарфшуда чен карда мешавад *қувваи ҷараён* гуфта мешавад:

$$I = \frac{q}{t}. \quad (8.7)$$

Яке аз характеристикаи асосии қувваи ҷараён **зичии ҷараён** (j) ҳисоб мешавад. Зичии ҷараён гуфта бузургии физикии нисбати қувваи ҷараён I -и дар самти уфуқӣ ҷорӣ шудаистода бар масоҳати бурриши арзӣ S ченшавандаро меноманд:

$$j = \frac{I}{S}. \quad (8.8)$$

Зичии ҷараён бо $\frac{A}{m^2}$ чен карда мешавад.

Қувваи ҷараёнро дар намуди

$$I = nev_m S$$

ифода кардан мумкин. Дар инҷо: n – консентратсияи барандағони заряд; e – заряди электрон; v_m – суръати миёнаи ҳаракати муруттаби зарраҳо; S – масоҳати бурриши арзии ноқили ҷараёндор.

Дар ин ҳол зичии ҷараён

$$j = \frac{I}{S} = \frac{nev_m S}{S} = nev_m \quad (8.9)$$

ne —ҳосили зарб зичии зарядро характернок мекунад (заряди воҳиди ҳаҷм). Бинобар ин $j = r_e v_m$ мешавад.

Зичии ҷараён бузургии векторӣ буда, бо самти суръати v_m зарраи мусбат мувофиқ меояд.

Зичии ҷараёни ноқил бо энергияи электрикӣ то кадом дараҷа сарбор будани ноқилро нишон медиҳад. Барои роҳ надодан ба сарфи зиёдати дар ноқил, инчунин барои гарон наафтидан зичии ҷараёнро дар ҳолати оптималӣ интихоб бояд намуд.

Симҳои кории хонадон, ки дароз нест, зичии ҷараёни дар ҳолати сарфакорӣ дар байни 6–15 А/мм²-ро мегиранд. Ноқили изолятсияш ЛВХ-и мисини диаметраш 1,78 мм (2,5 мм²), ки зери андоваи (шкатулка) хонадон мегузоранд 30, ҳатто то қувваи ҷараёни 50 А тоб оварда метавонад.

Дар хатҳои интиқоли электр зичии ҷараёни сарфанок хурд буда, 1–3,4 А/мм²-ро ташкил медиҳад. Дар машинаҳо ва трансформаторҳои электрикии басомадаш (50 Hz) буда ин қимат аз 1 то 10 А/мм² мерасад.

Мавриди омӯзиши ҷараёни электрикӣ дар моеъҳо шумо бо дар электродҳо ҷудошавии миқдори модда шинос ҳастед. Яъне, агар аз баъзе муҳитҳо ҷараёни электрикӣ гузарад, тағйиротҳои кимёвӣ рӯй медеҳанд. Дар синфи 8, инчунин мавриди гузаштани ҷараёни электрикӣ гармшавии ноқилҳоро медонед. Бинобар ин таъсири гармии ҷараёни электрикиро ҳам медонед. Аз ин дар хизмати маишӣ, саноат васеъ истифода мебаранд.

Аз ноқилҳо ҷараён гузарад, дар атрофи он майдони магнитӣ пайдо шуданаширо бори нахуст Ханс Кристиан Эрстед дар соли 1820 аниқ карда буд. Пас аз ин олими фаронсавӣ Андре Мари Ампер таъсири ноқилҳои ҷараёндорро аниқ намуд. Тадқиқотҳои оянда ноқилҳои ҷараёндор ба воситаи майдони магнитӣ таъсир намуданашонро нишон дод. Омӯзиши таъсири магнитии ҷараён ба басо раванкёбии электротехника оварда расонд. Ҳаминро бояд таъкид намуд, ки мавриди гузаштани ҷараёни электрикӣ аз металлҳо, электролитҳо, газҳо ва нимноқилҳо ҳам таъсири магнитии ҷараён мавҷуд мешавад.

Аз металлҳо ҷараён гузарад, таъсири кимёвии он мушоҳида наместа мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Аз ноқили диаметраш 1 мм ҷараёни 5 А ҷорӣ шуда истодааст. Зичии ҷараёни ноқил ҳисоб карда шавад.

| | | |
|--|--|--|
| Дода шудааст: $D = 1 \text{ мм}$ $I = 5 \text{ А}$ Ёфташ лозим $j = ?$ | Формулааш: $j = \frac{I}{S}$ $S = \frac{\pi D^2}{4}$ | Ҳалли он: $S = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,785 \text{ мм}^2$ $j = \frac{5 \text{ А}}{0,785 \text{ мм}^2} = 6,37 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ Ҷавобаш: $6,37 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ |
|--|--|--|



1. Қувваи ҷараён чист?
2. Аҳамияти зичии ҷараён дар хизмати маишӣ ва саноат дар чист?
3. Таъсири ҷараёни электрикиро фаҳмонида диҳед.

Мавзӯи 37. ҚОНУНИ ОМ БАРОИ ЗАНЦИРИ ПУРРА.

КОЭФФИЦИЕНТИ КОРИ ФОИДАНОКИ МАНБАИ ҶАРАЁН

Вақте, ки аз ноқил ҷараён мегузарад, вай гарм мешавад ва дар миқдори маълум гармӣ ҷудо шуда мебарояд. Бинобар ин, дар асоси қонуни бақои энергия, ҳангоми кӯчиши электронҳои озод дар ноқилҳои электростатикӣ кор иҷро мекунад. Лекин дар занҷири электрикӣ энергия хориҷ шавад, дар асоси қонуни бақои энергия, ҳамин қадар энергияи электрикӣ ба занҷир омаданаш лозим. Ин гуна савол пайдо мешавад: дар қадом қитъаи занҷири электрикӣ рӯй медиҳад ва дар натиҷаи қадом ҷараёнҳои физикӣ энергия ба занҷири электрикӣ интиқол мешавад? Пеш аз ҳама аниқ карда мегирем: вазифаи манбаи энергияи занҷири электрикиро оё майдони электростатикӣ иҷро карда метавонад?

Иҷро карда наметавонад, чунки дар мавзӯи 33 дида гузаштем, ки ҳангоми кӯчонидани заряд дар майдони электростатикӣ бо траекторияи сарбаст кор иҷро намешавад. Аз ин рӯ фақат бо таъсири майдони электростатикӣ зарядҳои озод дар занҷири сарбаст ҳаракат карда наметавонад.

Аз гуфтаҳои болоӣ хулоса бармеояд, ки дар ягон қитъаи занҷир ба зарядҳо қувваҳои ғайрестатикӣ таъсир карданаш лозим. Ин қувваҳо қувваҳои ғайр гуфта мешавад. Онҳо ба заряд андаруни манбаи ҷараён таъсир намуда, айнан ин қувваҳо энергияро ба занҷири электрикӣ расонида медиҳад.

Дар манбаъи чараён тахти таъсири қувваҳои ғайр ҷудошавии зарядҳо рӯй медиҳад. Дар натиҷа дар як қутби манбаъ заряди мусбат, дар қутби дигар заряди манфӣ ғун мешавад. Байни қутбҳо фарқи потенциалҳо ба вучуд меояд.

Дар манбаъҳои кимёвии чараён қувваҳои ғайр табиати кимёвӣ доранд. Масалан, агар электродҳои рухӣ ва мисин ба кислотаи сулфат дохил карда шавад, ионҳои мусбати рух, нисбат ба ионҳои мусбати мис электроди худро тез-тез партофта рафта меистад. Дар натиҷа байни электродҳои рухӣ ва мисин фарқи потексилҳо ба вучуд меояд; потенциали электроди мис нисбат ба рух калон мешавад. Электроди мисин қутби мусбати манбаи чараён, электроди рухӣ бошад қутби манфӣ шуда мемонад.

Дар манбаъи чараён қувваҳои ғайр мавриди кӯчонидани электронҳои озод бар муқобили қувваҳои майдони электростатикӣ кори A_f -ро иҷро мекунад.

Ин кор дар давоми вақти додашуда ба миқдори заряди q дар занҷир кӯчида истода мутаносиб мешавад. Бинобар ин, нисбати кори иҷрокардаи қувваҳои ғайр бар миқдори заряд ба $A_{\text{ғайр}}$ ҳам, ба q ҳам вобаста намешавад. Аз ин рӯ ин характеристикаи манбаъи чараён ҳисоб мешавад. Ин нисбат, яъне кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани заряди q мусбати воҳидӣ дар занҷири сарбаст **қувваи электроҳаракатдиҳандаи манбаъ (ҚЭХ)** номида мешавад ва бо ҳарфи \mathcal{E} ишора мекунад:

$$\mathcal{E} = \frac{A_f}{q}. \quad (8.9)$$

ҚЭХ чун шиддат бо вольтҳо чен карда мешавад.

Агар қувваи чараён I бошад, дар давоми вақти t аз занҷир заряди $q = It$ мегузарад. Аз ин рӯ формулаи (1) ро чунин навиштан мумкин:

$$A_f = \mathcal{E} It. \quad (8.10)$$

Дар ин вақт дар даруни манбаъи чараён ва дар занҷири беруна миқдори гармии

$$Q_{\text{дох}} = I^2 r t \quad \text{ва} \quad Q_{\text{бер}} = I^2 R t \quad (8.11)$$

ҷудо мешавад. Дар ин ҷо r – муқовимати манбаъ буда, он **муқовимати дохилӣ** гуфта мешавад.

Дар асоси қонуни бақои энергия

$$Q_{\text{бер}} + Q_{\text{дох}} = A_f. \quad (8.12)$$

(8.9), (8.10) ва (8.11)-ро ба (8.12) гузошта, пас аз иҷрои амалҳои тааллуқдор ба

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad (8.13)$$

соҳиб мешавем. Ин ифода **қонуни Ом барои занҷири пурра** номида мешавад. $R+r$ -ро **муқовимати пурраи занҷир** мегӯянд.

Қонуни Омро барои занҷири пурра дар намуди

$$\mathcal{E} = IR + Ir \quad (8.14)$$

менависем. Ҷамъшавандаи якуми ин ифода ба шиддати U кутбҳои манбаъ баробар аст:

$$IR = U.$$

Шиддати максималӣ дар кутбҳои манбаъ ба \mathcal{E} баробар аст. Ин дар ҳолати $I=0$ будан мешавад. Ба занҷири беруна муқовимат васл накарда кушод монем, қувваи ҷараён сифр мешавад. Дар ин ҳол

$$U_{\max} = \mathcal{E}.$$

Шиддати минималии байни кутбҳои манбаъ баробари сифр аст. Ин ҳол мавриди расиши кӯтоҳ, яъне муқовимати беруна $R=0$ будан мушоҳида карда мешавад. Дар ин ҳол қувваи ҷараён ба қимати максималии худ мерасад:

$$I_{\text{рк}} = \frac{\mathcal{E}}{r}. \quad (8.15)$$

Инро *ҷараёни расиши кӯтоҳ* мегӯянд.

Кори дар занҷири беруна иҷрошуда *кори ғоиданок* гуфта мешавад. Онро бо A_{ϕ} ишора мекунем. Аз формулаи кори иҷрокардаи ҷараён истифода бурда

$$A_{\phi} = I^2 R t$$

ро ҳосил мекунем.

$$A_r = I^2 R t + I^2 r t$$

буданаш, нисбати кори ғоиданокро бар нисбати кори қувваҳои ғайр иҷрокарда меёбем:

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{A_r} = \frac{I^2 R t}{I^2 R t + I^2 r t} = \frac{R}{R+r}. \quad (8.16)$$

Ин нисбати бо ғоизҳо ифодашударо ККФ-и манбаи ҷараён меноманд.



1. *Аз чӣ сабаб вазифаи манбаи энергия дар занҷири электрикиро майдони электростатикӣ иҷро карда наметавонад?*
2. *Қувваҳои ғайр гуфта чиро мефаҳманд?*
3. *Қувваи электроҳаракатдиҳанда гуфта кадом қувва дар назар дошта шудааст?*
4. *Расиши кӯтоҳ чӣ гуна ҳодиса аст?*

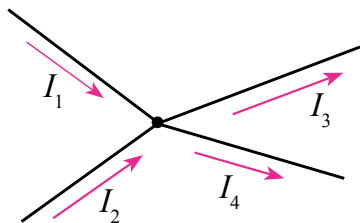
Мавзӯи 38. ПАЙВАСТИ ПАЙ ДАР ПАЙ ВА ПАРАЛЛЕЛИИ МАНБАӢҲОИ ҶАРАӢН

Қимати ҚЭҲ-и дар кутбҳои манбаӢҳои кимёвии ҷараӢни электрикӣ ҳосилшаванда хурд мешавад. Масалан, ҚЭҲ-и элементи Даниэли ба таркиби элементи галванӣ дохилшаванда ба 1,1 В, элементи Лекланше ба 1,4 В баробар аст. ҚЭҲ-и заряднок кардашудаи аккумулятори кислотагӣ ба 2,7 В баробар бошад, аккумулятори ишқорӣ ба 1,3 В баробар аст.

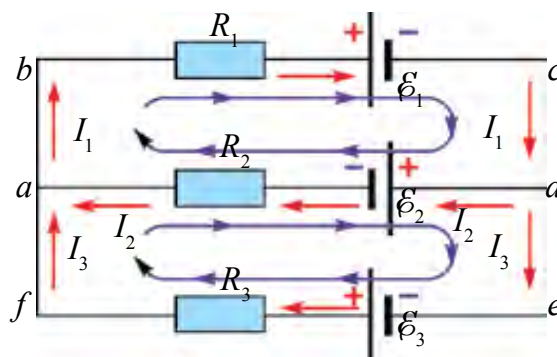
Барои ба кор андохтани бисёр таҷҳизотҳои техникӣ шиддати калон талаб мекунад. Масалан, барои гардиш дода ба кор андохтани муҳаррикҳои автомобил манбаӢи ҷараӢни шиддаташ 12 В ва тавононаш калони манбаӢи ҷараӢни доимӣ лозим аст. Дар ин гуна ҳолатҳо лозим меояд, ки элементҳо ё аккумуляторҳо байни худ пай дар пай ё параллел пайваस्त кунем.

Мавриди байни худ пайвастани манбаӢҳои ҷараӢн пай дар пай ё параллел барои ҳисоб кардани қувваи ҷараӢн ё шиддати дар онҳо ҳосилшуда аз қоидаҳои Кирхгоф истифода мебарем.

Нуктае, ки дар он камаш се сими ҷараӢндор воমেҳӯранд, **гирех** номида мешавад. Самти ҷараӢнҳои ба гирех дароянда мусбат, самти ҷараӢнҳои барояндаро манфӣ гуфта қабул мекунамд (расми 8.5).



Расми 8.5.



Расми 8.6.

Қоидаи якуми Кирхгоф. Суммаи алгебравии ҷараёнҳои ба гирех дароянда ва бароянда ба сифр баробар аст:

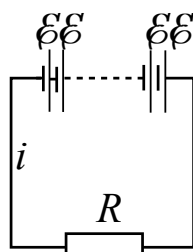
$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0. \quad (8.17)$$

Дар занҷирҳои ба шохаҳо ҷудошуда ҳама вақт барои самти ҷараён якчанд роҳҳои сарбастро ҷудо намуда гирифтани лозим. Ин гуна роҳҳои сарбаст *контур* номида мешавад. Дар қитъаҳои гуногуни контурҳои ҷудо кардашуда ҷараёни гуногун гузаштанаш мумкин. Дар расми 8.6 занҷири ба шохаҳо ҷудошудаи содда оварда шудааст.

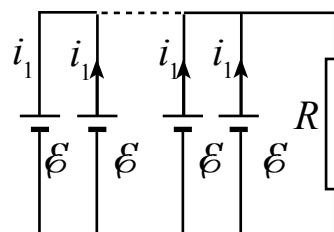
Қоидаи дуюми Кирхгоф. Суммаи алгебравии афтиши шиддат дар шохаҳои контури сарбаст ба суммаи алгебравии ҚЭҲ-и контур баробар аст:

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + I_2 R_2 &= -\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2; \\ -I_2 R_2 + I_3 R_3 &= \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2; \\ I_1 + I_2 + I_3 &= 0. \end{aligned} \quad (8.18)$$

Ҳангоми ҳисобкунии қувваҳои ғайрӣ самти онҳо мусбат ҳисобида мешавад. Аз қоидаҳои мазкур истифода бурда пайвасти пай дар пай ва параллелро меомӯзем.



8.7-rasm.



8.8-rasm.

Барои соддатар намудани масъала ҚЭҲ-и ҳамаи элементҳои васлшударо \mathcal{E} ва муқовимати дохили r -ро баробар гурӯҳа мегирем.

1. n -то элементро пай дар пай васл намуда, батарея тартиб медиҳем. Онро ба муқовимати R беруна васл мекунем. Қонуни дуюми Кирхгоф-ро ба контури сарбаст татбиқ мекунем:

$$n\mathcal{E} = I_1 R + nI r.$$

Аз ин

$$I = \frac{n\mathcal{E}}{R + nr}. \quad (8.19)$$

Бинобар ин, мавриди пайвасти пай дар пайи n то элемент, ки батарея ҳосил мешавад, ҚЭХ-и умумӣ n маротиба меафзояд.

Дар ин гуна васлкунӣ ҳангоми муқовимати беруна аз муқовимати дохилӣ якчанд маротиба калон будан самаранокиаш баланд мешавад. Дар ҳақиқат $R \gg nr$ бошад, nr -ро нисбат ба R дар формулаи (8.19) ба ҳисоб нагирем ҳам мешавад. Дар ин ҳол

$$I \approx \frac{n\mathcal{E}}{R},$$

яъне n то элемент пай дар пай пайваст шавад, қувваи ҷараёни занҷир, нисбат ба як элемент n маротиба меафзояд.

2. n то элементро параллел пайваста, занҷири батареядор ҳосил мекунем. Ба он муқовимати беруна R васл мекунем. Ҳар дуи қонуни Кирхгофро ба контури сарбаст татбиқ мекунем.

$$I = nI_1, \quad \mathcal{E} = IR + I_1 r$$

Дар ин: I_1 – қувваи ҷараёни аз як элемент гузаранда,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{n}}. \quad (8.20)$$

Бинобар ин n то элементро параллел пайваста, батарея тартиб диҳем ҚЭХ-и умумӣ тағйир намеёбад, муқовимати дохилӣ n маротиба кам мешавад. Пайвасти параллелӣ ҳангоми муқовимати беруна нисбат ба муқовимати дохилӣ дар ҳолатҳои хурд будан самарайи хуб медиҳад. $R \ll r$ бошад (8.25)-ро дар намуди

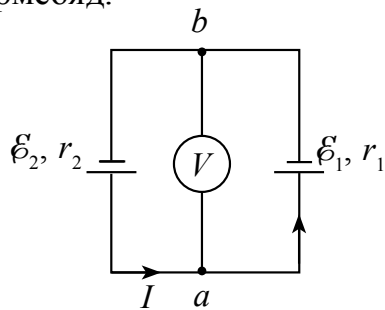
$$I \approx n \frac{\mathcal{E}}{r}$$

менависем.

Аз ин қувваи ҷараёни умумӣ аз қувваи ҷараёне, ки якто элемент медиҳад, нисбатан n маротиба зиёд буданаш бармеояд.

Дар амал ҚЭХ-ҳои элемент ва муқовиматҳои дохилии онҳо ҳар хел шуданашон мумкин.

Даставвал ҳолати пайвасти байни якдигарии қутбҳои ишораашон як хел бударо дида мебароем. Дар расми 8.9 схемаи электрикии ду элементи муқовимати дохилиашон r_1 ва r_2 , ҚЭХ – ашон \mathcal{E}_1 ва \mathcal{E}_2 -и байни якдигар



Расми 8.9.

кутбҳои ишораашон якхела васлшуда оварда шудааст. Волтметри ба нуқтаҳои a ва b -и нақша васлшуда чиро нишон медиҳад? Дар ин ҳол муқовимати дохилии волтметр аз муқовимати дохилии элемент бисёр маротиба зиёд гуфта меҳисобем.

Агар $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ бошад, самти ҷараёни занҷир чун нишондоди расми 8.9 мешавад. Аз калон будани муқовимати дохилии волтметр ҷараёни аз он гузарандаро ба ҳисоб намегирем. Дар асоси қоидаи дуноми Кирхгоф афтишҳои потенциал дар муқовиматҳои дохилии элемент ба суммаи ҚЭХ-и элементҳо баробар аст.

$$Ir_1 + Ir_2 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1. \quad (8.21)$$

Сабаби гирифтани ишораи манфӣ дар ин элементҳо дар занҷир ҷараёнҳои самтҳояшон муқобилро ҳосил мекунанд. Қувваи ҷараёни аз занҷир ҷоришаванда ба

$$I = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{r_1 + r_2} \quad (8.22)$$

баробар аст.

Нишондоди волтметр ба

$$U = \mathcal{E}_1 + Ir_1 = \frac{\mathcal{E}_2 r_1 + \mathcal{E}_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad (8.23)$$

баробар мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

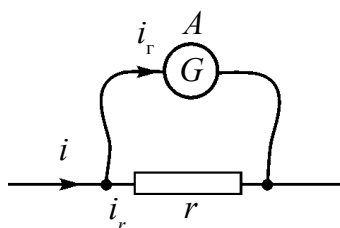
Ду манбаи ҷараёни муқовиматҳои дохилиашон 0,4 Ом ва 0,6 Ом буда, ки ҚЭХ-и яке 2 В, дигаре 1,5 В аст, чун нишондоди расми 8.9 васл шуда бошанд, шиддати байни нуқтаҳои a ва b -ро ёбед.

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| Дода шудааст: | Формулааш: | Ҳалли он: |
| $r_1 = 0,6 \text{ Ом}$ | $U = \frac{\mathcal{E}_2 r_1 + \mathcal{E}_1 r_2}{r_1 + r_2}$ | $U = \frac{1,5 \text{ В} \cdot 0,4 \text{ Ом} + 2 \text{ В} \cdot 0,6 \text{ Ом}}{0,4 \text{ Ом} + 0,6 \text{ Ом}} = 1,8 \text{ В.}$ |
| $r_2 = 0,4 \text{ Ом}$ | | |
| $\mathcal{E}_1 = 2 \text{ В}$ | | |
| $\mathcal{E}_2 = 1,5 \text{ В}$ | | |
| Ёфтан лозим | | |
| $U = ?$ | | Ҷавобаш: $U = 1,8 \text{ В.}$ |

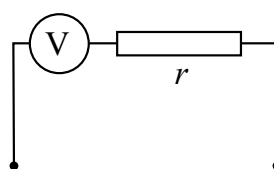
- ?** 1. Дар чӣ гуна занҷирҳо мавриди ҳисобкунӣ аз қоидаи Кирхгоф истифода бурдан мумкин?
2. Дар кадом ҳолатҳо пайвасти пай дар пай манбаъҳои ҷараён фойданок аст?
3. Дар кадом ҳолатҳо манбаъҳои ҷараён параллел пайваста мешавад?

Мавзӯи 39. ЗИЁД НАМУДАНИ ҲУДУДИ ЧЕНКУНИИ АМПЕРМЕТР ВА ВОЛТМЕТР

Асбобҳои ченкунандаи электрики ба занҷири электрикӣ васлшаванда то ҳудуди маълум қор мекунад. Масалан, галванометр асбоби басо ҳасоснок буда қувваи ҷараён ва шиддати басо хурдро чен карда метавонад. Барои зиёд намудани ҳудуди ченкунии онҳо бо равиши иловагӣ ба онҳо муқовимати иловагӣ пайваст мекунад.



Расми 8.10.



Расми 8.11.

Барои истифодаи галванометр чун амперметр ба он бо равиши параллелӣ муқовимати бузургиаш басо хурд, ки **шунт** ном дорад, пайваст мекунад (расми 8.10).

Муқовимати галванометрро бо R , муқовимати шунтро бо r ишора мекунем. Аз сабаби галванометр ва шунт параллел пайваст шудан шиддати нӯғҳои он ба U баробар аст. Дар ин ҳол ҷараёнҳои аз галванометр ва шунт гузаранда ба

$$I_g = \frac{U}{R} \text{ va } I_r = \frac{U}{r}$$

баробар мешавад. Қувваи ҷараёни умумии занҷир I аз қувваи ҷараёни галванометр I_g n маротиба калон бошад:

$$I = n \cdot I_g; \quad \frac{I_r}{I_g} = \frac{R}{r} = n$$

Қувваи ҷараён дар занҷир $I = I_g + I_r = I_g n + I_g = I_g (n + 1)$,

ё

$$\frac{I_g}{I} = \frac{1}{n+1}.$$

Ҳамин тавр, қувваи ҷараёни аз галванометр гузаранда аз ҷараёни умумӣ $(n+1)$ маротиба кам мешавад. Ба воситаи ифодаҳои қувваи ҷараён муқовимати шунти ба галванометр васлшударо меёбем:

$$\frac{U}{R}(n-1) = \frac{U}{r}, \quad \boxed{r = \frac{R}{n-1}} \quad (8.24)$$

Ҳамин тавр ба галванометр шунти муқовиматаш r бо равиши параллелӣ пайваста шавад, ҳудуди ҷенкуниаш n маротиба зиёд мешавад ва дараҷаи тақсими шкалаи асбоб $(n+1)$ маротиба меафзояд.

Барои чун вольтметр кор кардани галванометр ба он муқовимати иловагӣ бо равиши пай дар пай васл карда мешавад (расми 8.11). Дар ин ҳам муқовимати галванометр R , муқовимати иловагӣ r гуфта ишора мекунем. Аз сабаби галванометр ва муқовимати иловагӣ байни ҳам пай дар пай пайваस्त шуданаш қувваи ҷараёнҳои аз онҳо гузаранда ба $I=I_2=I_r$ баробар аст. Аз сабаби R ва r пай дар пай васл шуданаш шиддати имумӣ

$$U = I(R+r) = IR + I \cdot r$$

мешавад. Шиддати умумии занҷир U ва шиддати галванометр U_r чунин

$$n = \frac{U}{U_r} \text{ нисбат дорад.}$$

Дар ин U_r —ҳудуди шиддате, ки галванометр ҷен мекунад. Ду тарафи ифодаи шиддати умумиро ба U_r тақсим кунем, $n = 1 + \frac{r}{R}$ мешавад. Аз ин

$$\boxed{r = R(n-1)} \quad (8.25)$$

Бинобар, ин ба галванометр муқовимат r пай дар пай васл карда шавад, ҳудуди ҷенкунии шиддат n маротиба зиёд мешавад. Дар ин ҳол дараҷаи тақсими шкалаи асбоб $(n+1)$ маротиба меафзояд.

Одатан вольтметрҳои ин гуна қимати калони шиддатро ҷенкунанда ҳамин тавр кор мекунанд.

Намунаи ҳалли масъала

1. Амперметре, ки ба он шунти муқовиматаш 0,04 Ом пайваस्त карда шудааст, дар шабака 5А-ро нишон дод. Муқовимати дохилии амперметр 0,12 Ом. Қувваи ҷараёни занҷир дар қисми ба шохаҳо ҷудо нашудаи он ёфта шавад.

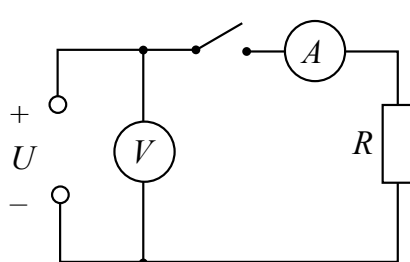
| | | |
|-------------------------|-----------------------|--|
| Дода шудааст: | Формулааш: | Ҳалли он: |
| $r=0,04 \text{ Ом}$ | $r = \frac{R}{n-1},$ | $n = \frac{0,12 \text{ Ом}}{0,04 \text{ Ом}} + 1 = 3 + 1 = 4;$ |
| $I_A = 5 \text{ А}$ | $n = \frac{R}{r} + 1$ | $I = 4 \cdot 5 \text{ А} = 20 \text{ А}.$ |
| $R_A = 0,12 \text{ Ом}$ | $I = nI_A$ | |
| Ёфтаган лозим | | Ҷавобаш: 20 мҶ. |
| $I=?$ | | |

- ❓ 1. Ба амперметр шунтро чӣ хел интиҳоб мекунанд?
 2. Муқовимати иловагӣ ба вольтметр чӣ хел интиҳоб карда мешавад?
 3. Ба вольтметр муқовимати иловагӣ параллел пайваста шавад, чӣ мешавад?

Мавзӯи 40. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: МУАЙЯН КАРДАНИ ҚЭҲ-И МАНБАИ ҶАРАӢН ВА МУҚОВИМАТИ ДОХИЛИИ ОН

Мақсади кор: Бо ёрии амперметр ва вольтметр қувваи электроҳаракатдиҳандаи манбаи ҷараён ва муқовимати дохилии онро муайян кардан.

Асбобҳои лозимӣ: 1) манбаи ҷараёни универсалии лабораторӣ ё батареяи аккумулятор; 2) амперметр; 3) вольтметр; 4) калит (басту кушо); 5) ноқилҳо; 6) муқовиматҳои 10 Ом, 20 Ом.



Расми 8.12.

Тартиби иҷрои кор.

- Занҷири электрикии дар расми 8.12 нишондода шударо тартиб медиҳем. Муқовимати 10 Ом-ро ба занҷир васл мекунем.
- Ҳангоми кушода будани калит нишондоди вольтметр U_B навишта мегирем. $U_B = \mathcal{E}$ гуфта ҳисоб мекунем.
- Калит пайваста мешавад ва нишондоди амперметр I_A -ро навишта мегиранд.
- Натиҷаҳо ба ҷадвал гузошта мешавад.

| Таҷриба № | $U_B, \text{ В}$ | $U_2, \text{ В}$ | $I_A, \text{ А}$ | $\mathcal{E}, \text{ В}$ | $r, \text{ Ом}$ |
|-----------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |

- Муқовимати дохилии манбаи ҷараён аз $r = \frac{\mathcal{E} - U_2}{I}$ ҳисоб карда шуда натиҷа ба ҷадвал гузошта мешавад.

6. Ба қадвал муқовимати 20 Ом-ро васл намуда, таҷрибаро такрор мекунамд.

7. Қиматҳои дар таҷрибаи 1 ва таҷрибаи 2 ёфтаи r_1 ва r_2 ро муқоиса кунед.



1. Кадоме аз қисмҳои занҷири электрикӣ қисми дохили, кадоме қисми берунии занҷир гуфта мешавад?
2. ҚЭХ-и манбаъ гуфта чиро мефаҳмед?
3. Муқовимати дохилии манбаъ аз ҳисоби чӣ ҳосил мешавад?

Машқи 8

1. ҚЭХ-и батарея 1,55 В. Онро ба муқовимати берунаи 3 Ом васл карда шавад, шиддат дар сикқонакҳои он ба 0,95 В баробар шуд. Муқовимати дохилии батарея ба чӣ баробар аст?

2. Қувваи ҷараёни занҷири ба батареяи ҚЭХ аш 30 В пайваст кардашуда ба 3 А баробар аст. Шиддати батарея дар сикқонакҳо 18 В. Муқовимати дохилии батарея ва муқовимати занҷири берунаро ёбед.

3. Ба манбаи ҷараёни электрикӣ муқовимати 5 Ом пайваста шавад, қувваи ҷараёни занҷир ба 5 А, муқовимати 2 Ом пайваста шавад, қувваи ҷараёни занҷир ба 8 А баробар шуд. Муқовимати дохилии манбаъ ва ҚЭХ-и онро ёбед (Ҷавобаш: 3 Ом; 40 В).

4. ҚЭХ-и элементи манбаъи ҷараён 1,5 В. Ҷараёни расиши кӯтоҳ 30 А. аст. Муқовимати дохилии элемент ба чӣ баробар аст? Агар элемент ба ғалтаки муқовиматаш 1 Ом пайваст карда шавад, шиддати кутбҳои элемент ба чӣ баробар мешавад?

5. Агар муқовимати берунаи ба батарея васл кардашуда n маротиба зиёд шавад, шиддати муқовимат аз U_1 ба U_2 гузарад, ҚЭХ-и батарея ба чӣ баробар мешавад? (Ҷавобаш: $\mathcal{E} = U_1 \cdot U_2 (n-1) / (U_1 n - U_2)$).

6. Дар кадом шароит шиддати кутбҳои батарея аз ҚЭХ-и он калон шуданаш мумкин?

7. Элементҳои ҚЭХ-шон \mathcal{E}_1 ва \mathcal{E}_2 параллел пайваст карда шудааст. Агар муқовимати дохилии онҳо баробар бошад, фарқи потенциалҳо дар сикқонакҳои батарея ба чӣ баробар аст?

8. Элементҳои якхелаи ҚЭХ-ашон 1,5 В ва 2 В бо кутбҳои ишораашон якхела ба якдигар пайваст карда шудаанд. Вольтметри ба клеммаҳои батарея васлшуда 1,7 В шиддатро нишон медиҳад. Нисбати муқовиматҳои дохилии элементҳоро ёбед (Ҷавобаш: $r_1/r_2 = 2/3$).

9. ҚЭХ-и элементҳо 1,3 В ва 2 В, буда муқовимати дохилии онҳо мувофиқан ба 0,1 Ом ва 0,25 Ом баробар аст. Онҳо параллел пайваст шудаанд. Қувваи ҷараёни занҷир ва шиддати кутбҳои элементҳоро ёбед.

10. Вольтметр чор худуди ченкунӣ дорад: 3, 15, 75, 150 В. Қувваи ҷараёни имконпазири аз асбоб гузаранда 0,8 мА аст. Агар муқовимати дохилии вольтметр 1000 Ом бошад, муқовиматҳои ба он васлшавандаи R_1 , R_2 , R_3 ва R_4 -ро ёбед (*Ҷавобаш*: 9,49,249 ва 499 кОм).

11. Галванометри муқовимати дохилиаш 200 Ом мавриди қувваи ҷараён 100 мкА будан то охири шкала майл меҳӯрад. Ба он чӣ гуна муқовимат пай дар пай пайваста шавад, ба сифати вольтметр кор карда, шиддати то 2 В-ро чен карда метавонад?

Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VIII

- Қувваи электроҳаракатдихандаи манбаи ҷараён бо кадом воҳидҳо ифода карда мешавад?
А) Н; В) Ҷ; С) А; Д) В.
- ҚЭҲ-и манбаъ 12 В. Дар дохили манбаъ ҳангоми кӯчонидани заряди 50 Кл аз як қутб ба қутби дигар қувваҳои ғайр чанд чоул кор иҷро мекунанд?
А) 60; В) 50; С) 330; Д) 600.
- Бори нахуст аз тарафи кӣ назарияи классикии гузаронандагии электронии металлҳо офарида шудааст?
А) П.Друде ва физики голланд Х.Лоренс; В) Е.Р. Сиэменс;
С) К.Рикке; Д) Т.Стюарт ва Р.Толмен.
- Шунти ба амперметр пайваस्तшаванда чӣ хел интиҳоб ва чӣ хел васл карда мешавад? R_A – муқовимати амперметр, r – муқовимати шунт.
А) $R_A > r$, параллел пайваста;
В) $R_A > r$, пай дар пай пайваста мешавад;
С) $R_A < r$, пай дар пай пайваста мешавад;
Д) $R_A < r$, параллел пайваста.
- Муқовимати иловагии ба вольтметр пайваस्तшаванда чӣ хел интиҳоб ва чӣ хел пайваста мешавад? R_B – муқовимати вольтметр, r – муқовимати иловагӣ.
А) $R_B > r$, параллел васл мешавад;
В) $R_B > r$, пай дар пай пайваст мешавад;
С) $R_B < r$, пай дар пай пайваста мешавад;
Д) $R_B < r$, параллел пайваста мешавад.
- Занҷири электрикӣ аз резистори муқовиматаш 4 Ом ва манбаи ҷараёни ҚЭҲ-аш 12 В, муқовимати дохилиаш 2 Ом таркиб ёфтааст. Афтиши шиддат дар резистор ба чӣ баробар аст?

| | |
|---|---|
| Қувваи электрохаракат- диханда (ҚЭХ) | $\mathcal{E} = \frac{A_f}{q}$ – Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди воҳидӣ дар занҷири сарбаст аз тарафи қувваҳои ғайр. Воҳидаш – 1 В. |
| Қонуни Ом барои занҷири пурра | $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$. |
| Чараёни расиши кўтоҳ | $I_{pk} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ – Қувваи чараён мавриди сифр будани муқовимати беруна. |
| ККФ-и манбаи чараён | $\eta = \frac{R}{R+r} \cdot 100\%$. |
| Қоидаи якуми Кирхгоф | Суммаи алгебравии чараёнҳои ба гирех дароянда ва бароянда ба сифр баробар аст: $I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0$. |
| Қоидаи дуюми Кирхгоф | Суммаи алгебравии афтиши шиддат дар шохаҳои контури сарбаст ба суммаи алгебравии ҚЭХ-и контур баробар аст: $I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_n$. |
| n -то элементро пай дар пай пайваста батарея ҳосил кардан | $I = \frac{n\mathcal{E}}{R+nr}$ – мавриди пайвасти пай дар пайи n то элемент, ки батарея ҳосил мешавад, ҚЭХ-и умумӣ n маротиба меафзояд. |
| n -то элементро параллел пайваста батарея тартиб медихем | $I = \frac{\mathcal{E}}{R+\frac{r}{n}}$ n -то элементро параллел пайваста бата- рея ҳосил кунен, ҚЭХ-и умумӣ n маротиба кам мешавад. |
| Шунт | Муқовимати қиматаш хурд, ки барои зиёд намудани ҳудди ченкунии амперметр ба он параллел пайваста мешавад $r = \frac{R}{n-1}$. |
| Муқовимати иловагӣ | Муқовимати қиматаш калон барои зиёд кардани ҳудуди ченкунии вольтметр ба он пай дар пай пайваста мешавад, $r = R(n-1)$. |

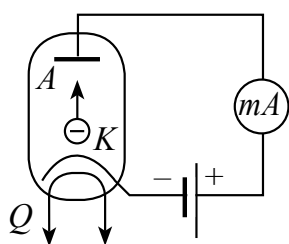
Боби IX. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҶИТҶОИ ГУНОГУН

Мавзӯи 41. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ВАКУУМ

Барои омӯзиши ҷараёни электрикӣ дар вакуум зарфи шишагин ё металли сарпӯшдорро (зарфи герметик пӯшида) гирифта ба дохили он ду электроди аз якдигар дар масофаи маълумбударо мегирем. Ҳавои зарфро кашида мегирем. Ҳаво то ҳамон дараҷа тунук шавад, ки мавриди ҳаракати молекулаҳо байни ду электрод ба якдигар барнахӯранд. Барои ин ҳавои дохили он дар фишори $p \ll 10^{-13}$ мм сут. сим. шуданаш лозим.

Яке аз электродҳоро анод (A) мегӯем ва онро ба қутби мусбати манбаъ пайваस्त мекунем. Дуюмашро катод (K) гуфта, онро ба қутби манфии манбаъ васл мекунем (расми 9.1).

Байни анод ва катод шиддат гузошта шавад, галванометри ба занҷир пайваस्तшудаи ҳассос ҳеҷ гуна ток набуданашро нишон медиҳад. Ин бошад дар вакуум мавҷуд набудани зарраҳои заряднокӣ ҷараёнгузарониро нишон медиҳад.



Расми 9.1.

Барои ҳосил намудани зарраҳои заряднок катод бо ёрии гармкунак (Q) тафсонида мешавад. Гармкунак дар шакли спирал сохта шуда, аз он ҷараёни электрикӣ алоҳида гузаронида мешавад.

Бо туфайли тафсон шудани металлҳо ҳодисаи аз онҳо паридани баромадани электронҳо эмиссияи термоэлектронӣ номида мешавад.

Ба электронҳои ҳангоми тафсоншавии катод хоричшуда майдони электрикӣ байни анод ва катод гузашташуда таъсир мекунад. Дар натиҷа электронҳо аз катод ба тарафи анод бошитоҳ ҳаракат мекунад. Галванометри ба занҷири анод васлшуда мавҷудияти ҷараёнро қайд мекунад.

Акнун ба қутби манфии манбаи ҷараён анодро, ба қутби мусбат катодро пайваस्त мекунем. Дар ин ҳолат ақрабаки галванометр майл намехӯрад, яъне аз занҷир ҷараён намегузарад.

Чараёни электрикӣ дар вакуум аз ҳаракати мурағтаби сели электронҳо иборат аст

Лампаи вакуумии аз анод ва катод иборат **лампаи электрони ду электродӣ – диод** номида мешавад.

Хосияти асбоби электрони дилхоҳ бо характеристикаи *вольт-амперӣ*, яъне аз вобастагии чараёни аз он ҷоришуда ба шиддати гузошташуда муайян мегардад.

Барои омӯзиши характеристикаи вольт-амперии диод ба гармкунаки он шиддати доимии 4 В дода собит нигоҳ медоранд. Дар натиҷа гармкунак бо ҳарорати доимии бетағйири T_1 тафсон меистад. Ҳангоми шиддати байни анод ва катод баробари сифр будан электронҳои аз катода тафсон паридани баромада дар атрофи катод абри электронӣ ҳосил мекунанд. Бо зиёд шудани шиддати анод электронҳои абри электронӣ ба тарафи анод ҳаракат сар мекунанд ва абри электронӣ кам шудани рафтани мегирад. Дар ин ҳол бо зиёдшавии шиддат чараёни анодӣ ҳам афзудани мегирад (расми 9.2). Дар характеристикаи вольт-амперии диод ин ба соҳаи 1 рост меояд. Лекин зиёдшавии ояндаи шиддат ба афзудани чараёни анодӣ таъсири намоён намекунад ва дар характеристика ба ин соҳаи 2 рост меояд. Дар ин вақт ҳамаи электронҳои аз катод хориҷшуда ба анод рафта мерасанд ва чараёни анодӣ тағйир намеёбад. Чараёни анодии ин ҳолат **чараёни сершуда** номида мешавад.

Шиддати гармкунак 6 В гирифта таҷриба такрор карда шавад ҳолат ҳарорат T_2 мешавад. Дар ин ҳолат қимати чараёни сершавӣ меафзояд.

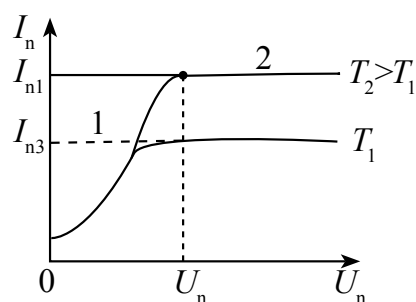
Аз характеристика намоён аст, ки вобастагии қувваи чараён аз шиддат хаттӣ нест.

Дар қисми 1-и характеристика вобастагии қувваи чараён ба шиддат ба қонуни

$$I_a = kU^{3/2} \quad (9.1)$$

риоя кардани аниқ карда шудааст. Ин формуларо формулаи **Богуславский-Ленгмюр** меноманд.

Пеш аз истехсоли диодҳои нимноқилии ба тавоноии калон доробуда аз диодҳои вакуумӣ барои рост кардани чараёнҳои тағйирёбанда истифода бурдаанд.



Расми 9.2.



1. Барои мушоҳидаи ҷараёни электрикии лампаҳои электронӣ фишори дохили онҳо аз чӣ қадар зиёд нашудани лозим?
2. Дар вакуум зарраҳои барандаи ҷараён чӣ хел ҳосил карда мешавад?
3. Абри электронӣ чист?
4. Аз диод бо кадом мақсадҳо истифода бурдан мумкин?

Мавзӯи 42. ВОБАСТАГИИ МУҚОВИМАТИ НОҚИЛҲОИ МЕТАЛЛӢ БА ҲАРОРАТ

Муқовимати ноқилҳои металлӣ ба тағйирёбии ҳарорат чӣ гуна вобаста аст?

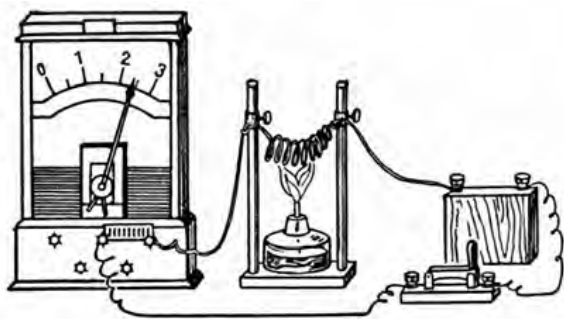
Барои ин мулоҳиза карда мебинем. Аз як тараф афзоиши ҳарорат ба зиёдшавии суръати электронҳои озод ва адади бархӯриҳо гирифта меояд. Бидуни ин, ба зиёдшавии домани лаппиши ионҳои дар гиреҳи панҷараи кристаллӣ буда ва бархӯрии электронҳои ҳаракатноки он гирифта меорад. Дар натиҷа суръати ҳаракати мурағабии зарраҳои заряднок кам мешавад, ки он ба камшавии қувваи ҷараён гирифта меорад.

Аз тарафи дуюм, ҳарорат зиёд шавад, адади электронҳои озод дар воҳиди ҳаҷм меафзояд. Масалан, дар маҳлулҳои электролитӣ адади ионҳо зиёд мешавад.

Қадам омил бештар рол бозад, зиёдшавии ҳарорат ба афзудани муқовимат ё кам шудани он гирифта омаданишон мумкин.

Барои дурустии мулоҳизаҳои мазкурро санҷидан таҷрибаи зерин гузаронида шудааст. Сими металии дар шакли спирал буда ба лампочкаи электрикӣ пайдар пай васл шудааст (расми 9.3).

Даставвал лампочка равшан дармегирад. Спирал гарм карда шавад, рӯшани лампочка кам мешавад. Агар ба онҳо пай дар пай амперметр пайваста шавад, камшавии қувваи ҷараёни ҷоришавандаро нишон медиҳад.



Расми 9.3.

Ин таҷриба мавриди тафсонидани спирал зиёдшавии муқовимати онро нишон медиҳад. Ин гуна таҷрибаро бо металлҳои дигар ё хӯлаҳои металлӣ гузаронида дидан мумкин.

Бинобар ин, **ноқилҳои металлӣ гарм карда шаванд муқовимати онҳо зиёд мешавад.**

Агар дар 0°C муқовимати ноқил R_0 , дар ҳарорати t R бошад, вобастагии байни онҳо

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta t) \quad (9.2)$$

мешавад. Дан ин ҷо: α –коэффитсиенти ҳароратии муқовимат гуфта мешавад. Барои маънои физикии онро фаҳмидан

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0\Delta t} = \frac{\Delta R}{R_0\Delta t} \quad (9.3)$$

ҳосил мекунем. Аз ин ρ , коэффитсиенти α –ҳангоми ба 1°C тағйир ёфтани ҳарорати ноқил кадом қисми муқовимати дар ҳарорати 0°C бударо ташкил доданаширо нишон медиҳад. Дар схемаҳои электронии саҳеҳ вобастагии муқовимати ноқил аз температура ба ҳисоб гирифтани зарур аст. Ба ҳисобнагирии он ба ҳатоғҳои иловагӣ сабаб шуданаш мумкин.

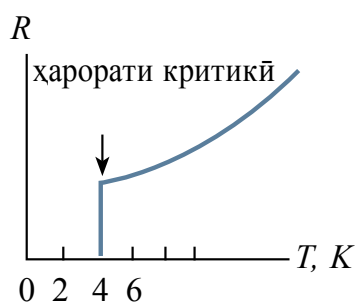
Мавриди тафсиши ноқилҳо андозаҳои геометрии онҳо кам тағйир меёбад. Муқовимати ноқил асосан бо тағйироти муқовимати хос тағйир меёбад. Барои ёфтани вобастагии муқовимати хос аз ҳарорат ба ифодаи (9.2) $R = \rho \frac{l}{S}$ ва $R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}$ гузошта мешавад.

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta t). \quad (9.4)$$

Дар ҷадвали зайл коэффитсиенти термикии муқовимати хоси баъзе металлҳо оварда шудаанд:

| Металл ё хӯла | α , $^\circ\text{C}$ | Металл ё хӯла | α , $^\circ\text{C}$ |
|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Алюминий | 0,0042 | Никелин | 0,0001 |
| Висмут | 0,0046 | Никел | 0,0065 |
| Волфрам | 0,0045 | Ниобий | 0,003 |
| Оҳан | 0,0062 | Нихром | 0,0002 |
| Тилло | 0,0040 | Қалъагӣ | 0,0044 |
| Индий | 0,0047 | Платина | 0,0039 |
| Кадмий | 0,0042 | Симоб | 0,0010 |
| Кобалт | 0,0060 | Сурб | 0,0042 |
| Мис | 0,0039 | Нукра | 0,0040 |
| Молибден | 0,0050 | Хром | 0,0059 |
| Натрий | 0,0055 | Хромал | 0,000065 |
| Нейзилбер | 0,0003 | Рух | 0,0042 |

Аз вобастагии муқовимати хоси металлҳо ба ҳарорат дар термометрҳои ҳароратӣ истифода мебаранд. Бо ин гуна термометрҳо ҳароратҳои басо паст ва баландро чен кардан мумкин. Масалан, бо термометрҳои платинагӣ ҳароратҳои аз $-200\text{ }^\circ\text{C}$ то $+600\text{ }^\circ\text{C}$ бударо бо саҳеҳии $0,0001\text{ }^\circ\text{C}$ чен кардан мумкин.



Расми 9.4.

Ҳамин тавр бо пастшавии ҳарорат дар металлҳо камшавии муқовимат ва дар ҳарорати сифри мутлақ баробари сифр шуданаш лозим. Лекин аз тарафи дигар нигоҳ кунем, дар ҳарорати ноли мутлақ суръати электронҳои озод дар натиҷаи ба сифри майлқунӣ муқовимати ноқил беохир афзуда рафтаниш лозим. Чӣ қадар дуруст будани ин нуқтаи назарро дар таҷриба санҷида дидан лозим буд. Дар соли 1908 физики голландӣ

Камерлинг-Оннес якумин шуда ба гирифтани гелии моеъ муваффақ шуд. Айнан дар ҳароратҳои “гелий” қорбарӣ ба Камерлинг-Оннес имконияти кашфи ҳодисаи “фавқулноқилият”-ро дод. Вай аввал бо металлҳо, баъд бо симоб таҷриба гузаронида мебинад. Таҷрибаи бо симоб гузаронидашуда натиҷаи ногаҳонӣ дод. Бо пастшавии ҳарорат муқовимати симоб кам шуда меравад ва дар ҳарорати $4,15\text{ K}$ (ҳарорати аз ҳарорати чӯшиши гелий андаке паст) якбора кам шуда баробари сифр мешавад (расми 9.4). Соли 1911 28-апрел Камерлинг-Оннес натиҷаҳои худро эълон намуд. Ин ихтироъро вай “*фавқулноқилият*” гуфта эълон кард. Ин эффекти ногаҳонӣ буда, бо назарияи ҳамонзамонӣ фаҳмонида нашуд. Соли 1912 ҳодисаи фавқулноқилият дар сурб ва қалъагӣ мушоҳида карда шуд. Тадқиқотҳои оянда ин ҳодисаро дар металлҳои бисёр ва хӯлаҳои ҳарораташон аз 25 K паст нишон доданд. Соли 1957 ҳодисаи фавқулноқилият аз тарафи Купер ва Боголюбов назариявӣ асоснок карда шуд. Дар таҷрибаи аз тарафи Коллинз соли 1957 гузаронидашуда дар занҷири сарбасти бе манбаи ҷараён дар мобайни $2,5$ сол беист ҷорӣ шуда истод. Соли 1986 дар материалҳои металлокерамика ҷараёни фавқулноқилият дар ҳарорати баланд (100 K) мушоҳида шуд.

Намунаи ҳалли масъала

Муқовимати спирали волфрамии лампочкаи электрикӣ дар $20\text{ }^\circ\text{C}$ ба $30\text{ }\Omega$ баробар аст. Вақте, ки лампочка ба манбаи ҷараёни 220 V

пайваста шуд, чараёни аз он гузашта ба 0,6 А баробар шуд. Ҳарорати спирали лампа ҳангоми даргирӣ ёфта шавад.

| | | |
|---|---|---|
| Дода шуда аст: $t = 20^\circ\text{C}$ $R_1 = 30 \text{ Ом}$ $U = 220 \text{ В}$ $\alpha = 0,005 \text{ 1/град}$ | Формулааш: $R = R_0(1 + \alpha\Delta t)$ | Ҳалли он: $R_0 = \frac{30 \text{ Ом}}{1 + 0,005 \frac{1}{\text{град}} 20^\circ\text{C}} = 27 \text{ Ом};$ $R = \frac{220 \text{ В}}{0,6 \text{ А}} = 366,7 \text{ Ом} \approx 367 \text{ Ом};$ $\Delta t = \frac{367 \text{ Ом} - 27 \text{ Ом}}{27 \text{ Ом} \cdot 0,005 \frac{1}{\text{град}}} = 2518^\circ\text{C}.$ Ҷавобаш: $2518^\circ\text{C}.$ |
| Ёфтан лозим $\Delta t = ?$ | | |



1. Дар металлҳо бо зиёдашавии ҳарорат муқовимати онҳо чӣ гуна тағйир меёбад?
2. Аз ҳолати тағйирёбии муқовимати металлҳо вобаста ба ҳарорат чӣ хел истифода мебаранд?
3. Истиқболи аз ҳолати фавқулоқилият истифодабарӣ дар саноат, транспорт чӣ хел аст?

Мавзӯи 43. ГУЗАРОНАНДАГИИ ХУСУСИИ НИМНОҚИЛҲО. НИМНОҚИЛҲОИ ОМЕХТА

Дар табиат ҳамин гуна моддаҳо мавҷуданд, ки шумораи электронҳо дар воҳиди ҳаҷм нисбат ба металлҳо кам, лекин нисбат ба изоляторҳо (диэлектрик) бисёр. Аз ин сабаб ин гуна моддаҳо **нимноқилҳо** гуфта мешавад.

Дар моддаҳои нимноқилҳо бо зиёдашавии ҳарорат муқовимати хоси онҳо кам мешавад. Дар ҳарорати басо паст моддаи нимноқилӣ диэлектрик шуда мемонад.

Дар металлҳо рӯшноӣ таъсир кунад ҳам, гузаронандагии электрикии онҳо асосан тағйир намеёбад. Рӯшноӣ ба нимноқилҳо афтад, гузаронандагии электрикии онҳо меафзояд.

Ҳамин тавр тарафҳои фарқияти асосии нимноқилҳо аз гуфтаҳои поёнӣ иборат аст:

а) аз ҷиҳати қобилияти гузаронандагии электрикӣ онҳо ҳолати мобайнии металлҳо ва диэлектрикҳо доранд;

б) мавриди гармкунӣ ё афтидани рӯшноӣ муқовимати хоси онҳо кам мешавад.

Ба элементҳои хусусияти нимноқилидор германий, силитсий, теллур, селен ва ғайраҳо дохил мешаванд. Ба шумо аз фанни кимё маълум, ки элементҳои кимёвӣ аз рӯи сохти атом ва хусусияташ дар **ҷадвали даврии Д.И. Менделеев** элементҳои нимноқилӣ асосан дар гуруҳҳои III, IV ва V ҷойгир шудаанд.

Сохти нимноқилҳо. Гузаронандагии хусусӣ

Барои фаҳмидани табиати ҷараёни электрикӣ дар нимноқилҳо сохти онҳо бояд донист. Бинобар ин кристалли силитсийи тоза дар таркибаш моддаҳои ғайр набударо дида мебароем. Шумо бо сохти атом дар синфи 9 шинос шудаед. Дар атом қабат-қабат шуда ҷойгиршавии электронҳо ҳам дониста гирифтаед.

Дар атоми силитсий электронҳо дар қабатҳо ҷойгир шаванд, дар қабати берунаи он чорто электрон ҷойгир мешавад. Атомҳои ҳамсоя якдигарро бо воситаи ҳамин электронҳо дошта меистанд.

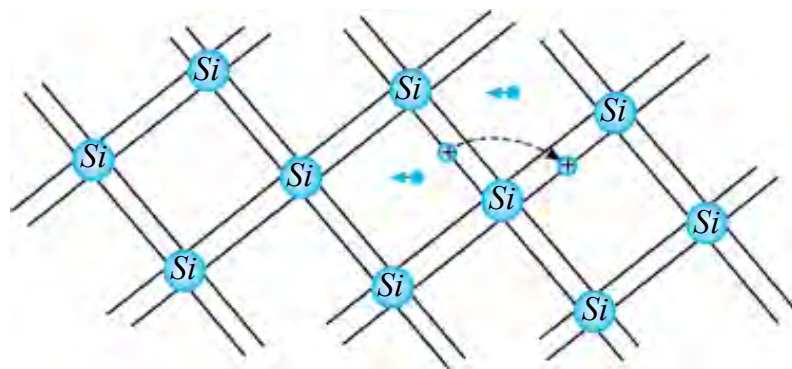
Ҳар як атом бо атоми ҳамсоя бо як электрони худ пайваست мешавад. Ин гуна бандиш бандиши ковалентӣ гуфта мешавад. Электронҳои дар **бастагии ковалентӣ** иштирок дошта электронҳои валентӣ номида мешавад. Аз ин рӯ электронҳои валентӣ ба тамоми атомҳои кристалл тааллуқ дорад.

Гузаронандагии электронӣ. Дар ҳароратҳои паст бастагии ҳосилкардаи электронҳои ҷуфт пурзӯр буда қанда намешавад.

Аз ин сабаб дар ҳарорати паст силитсий ҷараёни электрикиро намегузаронад. Ҳарорат зиёд шавад, энергияи кинетикии электронҳои валентӣ зиёд мешавад. Баъзе бастагиҳо вайрон мешавад. Баъзе аз онҳо аз роҳи рафту омади худ баромада чун дар металлҳо ба электрони озод табдил меёбад. Электронҳои мазкур бо таъсири майдони электрикӣ дар нимноқилҳо мекӯчад ва ҷараёни электрикиро ҳосил мекунад (расми 9.5).

Бо тӯфайли кӯчиши электронҳои озод дар нимноқилҳо ҳосилшавии ҷараён **гузаронандагии электронӣ** ё **кӯтоҳ гузаронандагии типӣ *n*** (лот. *negativus* –манфӣ) номида мешавад.

Гузаронандагии сӯроҳӣ (ковакӣ). Дар ҷои электрони баромада рафтаи дар бастагии ковалентӣ иштирок намуда сӯроҳиҳо пайдо мешавад. Дар атоми нейтралӣ, ки электрон баромада рафтааст, ҷои он ба заряди мусбат соҳиб мешавад.



Расми 9.5.

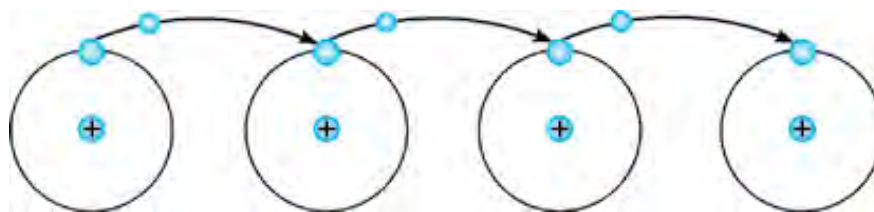
Қои холии бастагии ковалентиро электрони дигар омада мепӯшад. Лекин сӯрохӣ (ковак) дар қои дигар пайдо мешавад. Ҳамин тавр, дар кӯчиши электронҳо аз як қой ба қои дигар, кӯчиши сӯрохиҳо ҳам рӯй медиҳад.

Майдони электрикӣ набошад, кӯчиши электронҳо ва ба ин мувофиқ кӯчиши сӯрохиҳо ҳам бетартиб мешавад.

Майдони электрикӣ гузошта шавад, электронҳо ба як тараф, сӯрохиҳо ба тарафи дигар мекуҷад.

Ҳамин тавр дар ибтидо ба қои сӯрохии ҳосилшуда аз атоми ҳамсоя электрон ҷаҳида гузарад, сӯрохии зарядаш мусбат то охири тарафи ноқил меғечад (расми 9.6).

Ин гуна гузаронандагиро **гузаронандагии сӯрохии нимноқилҳо** ё мухтасар **гузаронандагии типии *p*** (лотин. *positivus* – мусбат) номида мешавад.



Расми 9.6.

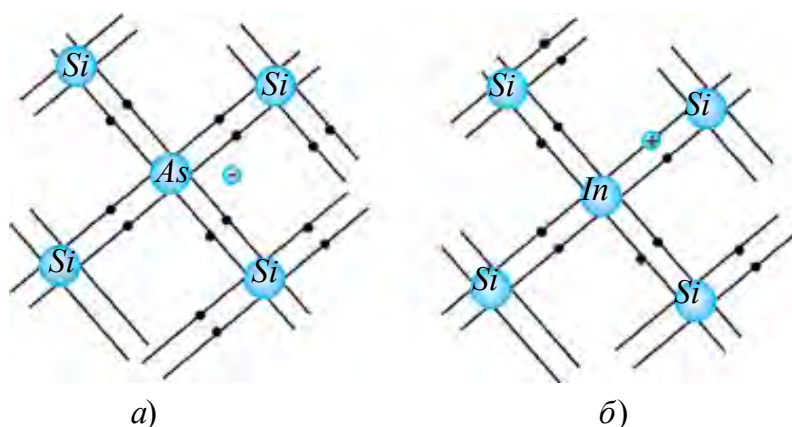
Ҳамин тавр, дар нимноқилҳои соф (бе ягон ҳел омехтаҳо) гузаронандагии электрони ба ҳаракати электронҳо ва гузаронандагии сӯрохии ба ҳаракати сӯрохиҳо вобаста мешавад.

Гузаронандагии софи бе омехтаҳо дар нимноқилҳо **гузаронандагии хусусӣ** номида мешавад. Дар ин миқдори электронҳо ва сӯрохиҳои

моддаи мазкур баробар мешаванд. Аз сабаби кам будани электронҳои озод ва сӯрохиҳо дар нимноқилҳои соф қобилияти гузаронандагии онҳо хурд мешавад.

Нимноқилҳои омехтадор: омехтаҳои донорӣ. Ба кремнийи соф каме омехта дохил мекунем. Аввал ба байни атомҳои кремнийи мишяки (As) панҷвалента дохил мекунем.

Дар ин ҷо чор электрони мишяк ҷои чор электрони кремний, ки ҷуфти ковалентӣ ҳосил мекард, мегирад. Электрони панҷуми мишяк ҳолӣмонда ба электрони озод табдил меёбад (расми 9.7-а).



Расми 9.7.

Дар натиҷа шумораи электронҳо аз шумораи сӯрохиҳо зиёд мешавад. Дар ин ҷо миқдори атомҳои мишяк дар нимноқил аз миллион як қисми атомҳои нимноқилро ташкил диҳад, консентратсияи электронҳои озод (адади электронҳои ба 1 см^3 рост омада) нисбат ба нимноқили соф ҳазор маротиба калон мешавад. Омехтаҳои, ки пас аз омехташавӣ электронҳои худро бо осонӣ медиҳанд, **омехтаҳои донорӣ** меноманд. Аз сабаби дар Омехтаҳои донорӣ ҷараёни электрикӣ аз ҳаракати электронҳо пайдо шуданаш, онҳоро **нимноқилҳои типии n** мегӯянд. Сӯрохиҳо дар ин гуна нимноқилҳо барандаи асосии заряд ҳисоб намешаванд.

Омехтаҳои акцепторӣ. Ба нимноқили кремний моддаи индиро омехта мекунем. Аз индий (In) севалента буданаш, се электрони он бо се электрони кремний ҷуфти ковалентӣ ҳосил мекунад. Дар ин Омехта Барои индий бо атомҳои ҳамсоя ҳосил кардани ҷуфти ковалентии нормалӣ якто электрон намерасад. Дар натиҷа сӯрохиҳо ҳосил мешавад. Ба кристалл чӣ қадар атоми индий дохил шавад, ҳамон қадар сӯрохиҳо пайдо мешавад (расми 9.7-б).

Ин намуди омехтаҳо **омехтаҳои донорӣ** номида мешавад. Нимноқил ба майдони электрикӣ дохил карда шавад, кӯчиши сӯрохиҳо рӯй дода гузаронандагии сӯрохӣ ҳосил мекунад. Нимноқилҳои омехтадор, ки сӯрохиҳо барандагани асосии ҷараён аст, **нимноқилҳои намуди p** меноманд. Дар ин гуна нимноқилҳо электронҳо барандагани ғайриасосии заряд ҳисоб мешаванд.



1. *Аз кадом хусусиятҳои онҳо нимноқилҳо гуфта ном ниҳодаанд?*

2. *Гузаронандагии электронӣ бо ҳаракати кадом зарраҳо вобаста аст?*

3. *Мавриди воҳурии электрон ва сӯрохӣ чӣ гуна ҳодиса рӯй медиҳад?*

4. *Аз чӣ сабаб муқовимати нимноқилҳо ба омехтаҳои дохилкарда басо вобастаанд?*

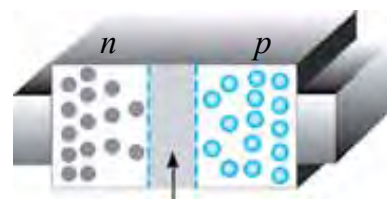
5. *Дар нимноқилҳои омехтадори акцепторӣ барандагани асосии заряд чӣ ҳисоб меёбад?*



Қадвали системаи даврии кимёвии Д.И. Менделеевро гиред. Аз он аз гурӯҳҳои III ва V элементҳои ба сифати омехта истифода барандаҳоро навишта гиред. Нақшаи ҳосилшавии нимноқилҳои омехтадорро бо нимноқилҳои гурӯҳи IV кашед.

Мавзӯи 44. АСБОБҲОИ НИМНОҚИЛӢ (ДИОД, ТРАНСЗИСТОР) ВА ИСТИФОДАИ ОНҲО ДАР ТЕХНИКА

Ба ягон тарафи кристалли нимноқилҳо, нимноқили намуди n , ба тарафи дуюм тип p ҳосил мекунем (расми 9.8). Дар қисми мобайнии нимноқил электронҳои озод бо тезӣ сӯрохиҳои холиро пур мекунанд. Дар натиҷа дар қисми мобайнии нимноқил соҳаи бебарандагони заряд ҳосил мешавад. Хусусияти ин соҳа чун диэлектрик аст.



қабате, ки меҷушанд

- сӯрохиҳо
- электронҳо

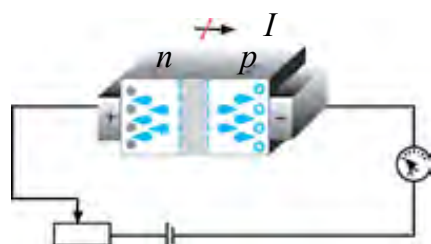
Расми 9.8.

Аз ин рӯ, ин соҳа ба гузаштани электронҳо ба соҳаи p , сӯрохиҳо ба соҳаи n монеъгӣ мекунад. Аз ин сабаб онро **қабаи русткунанда** меноманд.

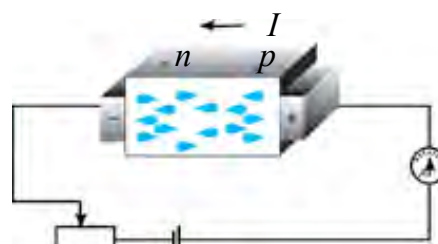
Нимноқили мазкурро ба ҷараён васл мекунем. Дар аввал соҳаи p -и нимноқилро ба қутби манфӣ, соҳаи, n -ро ба қутби мусбат васл мекунем (расми 9.9).

Дар ин ҳол электронҳо ба қутби мусбати манбаъ сӯрохиҳо ба қутби манфии манбаъ кашида мешавад. Дар натиҷа қабаи русткунанда васеъ мегардад. Аз нимноқил ҷараён намегузарад. Ин гуна ҳолат **гузариши $p-n$ и чаппа** гуфта мешавад.

Ин сафар ба соҳаи p -и нимноқил қутби мусбат, ба соҳаи, n қутби манфии манбаъро мепайвандем. Дар ин ҳол электронҳо аз соҳаи n тела хӯрда ба соҳаи p -кашида мешавад.



Расми 9.9.



Расми 9.10.

Сӯрохиҳо аз соҳаи p тела хӯрда ба соҳаи n ҷазб мешаванд. Дар натиҷа қабаи русткунанда танг мешавад ва аз он барандагони заряд мегузаранд (расми 9.9). Аз нимноқил ҷараён мегузарад. Ин ҳолатро **гузариши $p-n$ роста** гуфта мешавад. Дар гузариши $p-n$ -рост муқовимати нимноқил нисбат ба гузариши $p-n$ -и чаппа якчанд маротиба хурд мешавад. Дар нимноқилҳо бо гузариши $p-n$ ҷараён фақат дар як самт мегузарад. Аз ин хусусияти онҳо дар асбобҳои нимноқилӣ истифода мебаранд.

Диоди нимноқилӣ

Дар нимноқилҳо барои ҳосил кардани гузариши $p-n$ ду нимноқили ба гузаронандагии p ва n соҳиббударо бо равиши механикӣ васл кардан кифоя намекунад. Чунки дар ин ҳол фосилаи байни онҳо калон мешавад. Дар гузариши p ва n васеъгӣ дар дараҷаи масофаи байни атомҳо хурд буданаш лозим. Аз ин сабаб ба яке аз рӯяҳои омехтаи донории монокристалли германий индий кафшер мекунанд. Боиси диффузия атомҳои индий вориди дохили монокристалли германий мешавад. Дар натиҷа дар сатҳи германий соҳаи гузариши намуди p

ҳосил мешавад. Соҳаи дохил нашудаи атоми индий бо монокристалли германий чун аввал дорои гузаронандагӣ n шуда менамояд. Дар соҳаи мобайнӣ гузариши $p-n$ ҳосил мешавад (расми 9.11-а).

Асбоби нимноқилӣ, ки ба як гузариши $p-n$ соҳиб аст, **диод нимноқилӣ** меноманд.

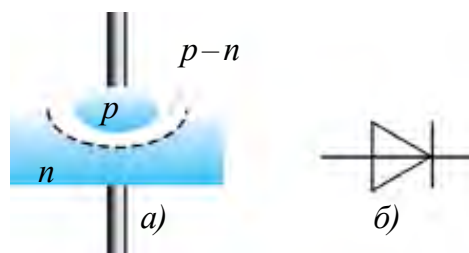
Барои кам кардани таъсирҳои рӯшноӣ, ҳаво ва майдонҳои электрикӣ, магнитӣ ба диоди нимноқилӣ онро бо қабати металли герметик сарбаст ҷойгир мекунанд.

Ишораи шартии диоди нимноқилӣ дар расми 9.11-б оварда шудааст.

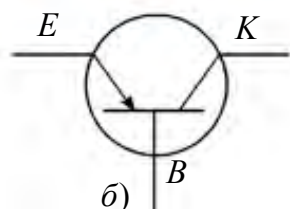
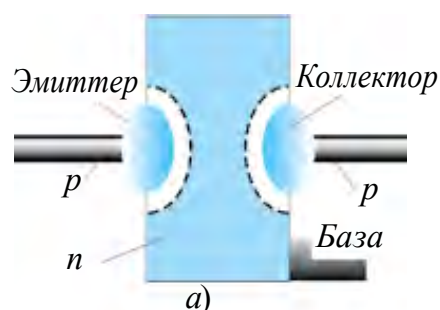
Маълумот дар бораи транзистор.

Системаи нимноқилии аз ду гузариши $p-n$ иборат **транзистор** номида мешавад. Бо ёрии транзистор лаппишҳои электрикӣ ҳосил мекунанд, идора мекунанд ва пурқувват мекунанд.

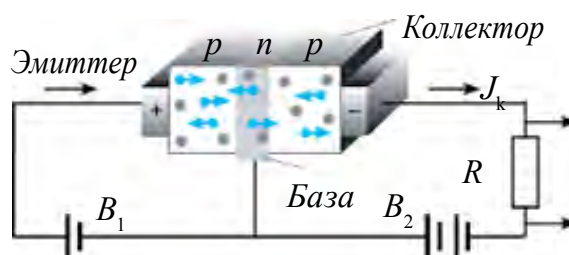
Барои тайёркунии транзистор ба ду тарафи кристалли германий, ки гузаронандагии электронӣ дорад, индий кафшер карда мешавад. Гафсии кристалли германий басо хурд мешавад (якчанд микрометр). Ҳамин қабат асоси транзистор, яъне **база** номида мешавад (расми 9.12-а).



Расми 9.11.



Расми 9.12.



Расми 9.13.

Ду нӯгҳои аз ду тарафи он баровардашуда, ки гузаронандагии сӯрохӣ доранд **эмиттер** ва **коллектор** мегӯянд. Транзистори ин намуди транзистори соҳи $p-n-p$ мегӯянд (расми 9.12-а).

Концентрасияи сӯрохиҳои соҳаи эмиттери транзистор нисбат ба концентрасияи электронҳои база якчанд маротиба калон карда тайёр мекунанд. Аломати шартии транзистор дар расми 9.12-б оварда шудааст. Қори транзисторро дида мебароем (расми 9.13).

Шиддати батареяи B_1 ба мобайни эмиттер – база васлшуда гузариши рости $p-n$ -ро ҳосил мекунад. Батареяи B_2 байни коллектор – база гузариши $p-n$ баръаксро ҳосил мекунад. Дар ин ҳолат дар коллектор ҷараён чӣ гуна пайдо мешавад? Бо таъсири шиддати байни база – коллектор гузашташуда сӯрохиҳо вориди база мешавад. Аз ғафсии база хурд будан инчунин аз консентратсияи электронҳо дар он кам будан қисми басо ками сӯрохиҳо бо электронҳо пӯшида шуда, бисёрии сӯрохиҳо бошад, ба соҳаи коллектор гузашта мемонад.

Ба коллектор, ки қутби манфии B_2 пайваст шудааст, сӯрохиҳо ба он ҷазб шуда, ҷараёни коллекторро ҳосил мекунад. Қувваи ҷараёни занҷири эмиттер база аз қувваи ҷараёни самти эмиттер–коллектор басо хурд мешавад. Қувваи ҷараёни самти эмиттер–база тағйир ёбад, қувваи ҷараёни самти эмиттер–коллектор низ тағйир меёбад, аз ҳамин сабаб аз транзистор барои сигналҳои ҷараёни электрикии тағйирёбандаро пурзӯркунӣ истифода мебаранд.

Мавриди тайёркунии транзистор ба сифати база нимноқили типии p -ро низ гирифтани мумкин. Дар ин ҳол соҳаи эмиттер ва коллектор аз нимноқили типии n тайёр карда мешавад. Ин гуна транзисторро транзистори структураи $n-p-n$ мегӯянд.

Принсипи кори ин гуна транзисторҳо аз транзистори типии $p-n-p$ фарқ надорад. Дар ин гуна транзистор самти ҷараён аз коллектор ба тарафи эмиттер мешавад.

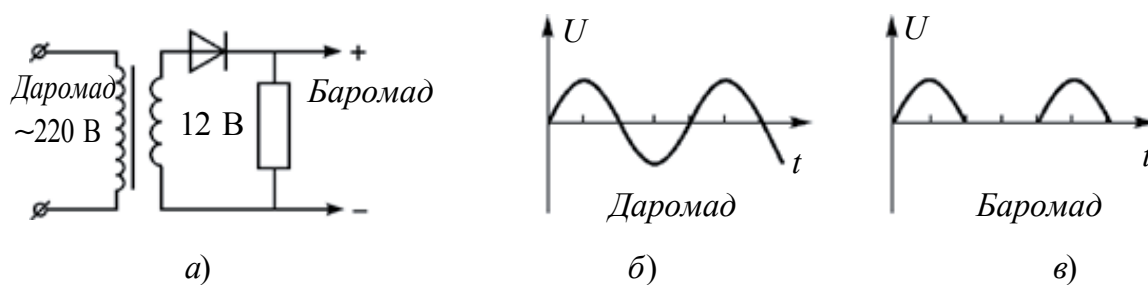
Микросхемаҳои интегралӣ*

Дар солҳои 70-уми асри гузашта микросхемаҳои кашф шуданд, ки дар порчаи материали нимноқилии баробари тангаи даҳсӯмӣ ҳазорҳо транзисторҳо ҷойгир шудаанд. Дар онҳо якҷоя бо транзисторҳо диодҳо, конденсаторҳо, резисторҳо ва дигар элементҳои радиоэлектронӣ ҷойгир шудаандки **микросхемаҳои интегралӣ** гуфта шудаанд. Ин кашфиёт дар як ҳаҷми хурд ҷойгиркунии схемаҳои мураккаб ва имконияти офаридани компютери рӯи мизиро дод. Дар даврҳои аввал радиодеталҳо дар сатҳи нимноқилҳо сохта шуда бошанд, сонитар онҳоро дар як ҳаҷми бутун ҳосил намуданд. Онҳоро **микрочипҳо** номиданд. Дар асоси микрочипҳо телефони дастӣ, ноутбукҳо ва ғайраҳо таҷҳизотҳои радиоэлектронии басо хурд тайёр карда истодаанд. Ҳоло дар микрочипҳои монанди танга садҳо миллион транзистор ва радиодеталҳоро ҷойгир карда истодаанд. Яъне андозаи радиодетал дар атрофи $\approx 10^{-9}$ м аст. 10^{-9} м ба як нанометр баробар аст. Аз ин рӯ

лоихакунии ин гуна микросхемаҳо, соҳаи бо сохтани ин машғулбуда нанотехнология номида мешавад.

Барои ин соҳаро омӯхтан ва такмил додан пеш аз ҳама аз омӯзиши таҷҳизотҳои электротехникии соддатарин ва принципи кори онҳо сар мешавад.

Росткунаки ҷараёни тағйирёбандаро ба ҷараёни доими табдилдиҳанда. Маълум аст, ки телевизор, радио ва асбобҳои монанди инҳоро дар ҳаёти ҳаррӯза ба шабакаи 220 В пайваста кор мефармоем. Лекин асбобҳои нимноқилии онҳоро ташкилдода диод, транзисторҳоро бошад, ба манбаи ҷараёни доимӣ пайвастан лозим. Бинобар ин дар асбобҳои мазкур қисми алоҳидаи ҷараёни доимӣ табдилдиҳанда шуданаш лозим. Дар расми 9.14 схемаи соддаи ин гуна таҷҳизот оварда шудааст.



Расми 9.14.

Дар ин схема ба печакӣ якуми трансформатор шиддати 220 В дода шавад, дар печакӣ дуҷум 12 В гирифта мешавад. Диоди нимноқилӣ дар нимаи даври мусбати шиддат ҷараёнро мегузаронад. Дар нимаи даври манфӣ бошад, намегузаронад. Бинобар ин таҷҳизоти дар ин схема буда росткунаки якто нимадаврӣ гуфта мешавад.

Шиддати ба росткунак воридшаванда ва шаклҳои он дар схема дар расми 9.14-б, в оварда шудааст. Аз расм аён аст, ки фақат аз нисфи шиддат истифода бурдан дар схема тасвир ёфтааст. Бидуни ин, бузургии он ҳам пурзӯр тағйир меёбад. Аз ин сабаб аз росткунаки ду нимадаврӣ иборат истифода мебаранд.



1. Аз чӣ сабаб диоди нимноқилӣ ҷараёнро фақат ба як тараф мегузаронад?

2. p–n гузариш чист?

3. Муқовимати нимноқил ба гузариши p–n чӣ гуна вобаста аст?

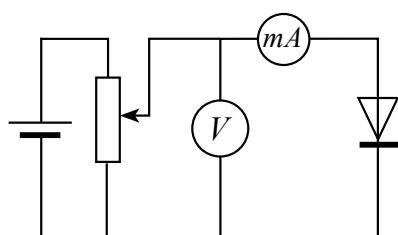
4. Дар транзистор гузаришҳои рост ва чапнаи p–n–p ва n–p–n дар кадом соҳаҳои он мешавад?

5. Транзисторҳои намуди p–n–p ва n–p–n бо чӣ фарқ мекунанд?

Мавзӯи 45. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: ОМУХТАНИ ХАРАКТЕРИСТИКАИ ВОЛТ – АМПЕРИИ ДИОДИ НИМНОҚИЛӢ

Мақсади кор: Омӯхтани вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ ҷоришуда ба шиддати гузашташуда.

Асбобҳои лозимӣ: 1) диоди нимноқилӣ (дар колодка); 2) манбаи ҷараёни доимӣ (36–42 В); 3) басту кушо (калит); 4) ноқилҳо; 5) милли-амперметр; 6) реостат; 7) вольтметр.



Расми 9.15.

Иҷрои кор

1. Асбобҳои лозимиро гирифта, дар асоси схемаи расми 9.15 занҷири электрикӣ тартиб медиҳем.

2. Давонаки реостатро истифода бурда, дар баромад ба ҳолати 0 В будан мегузорем.

3. Басту кушоро сарбаст мекунем.

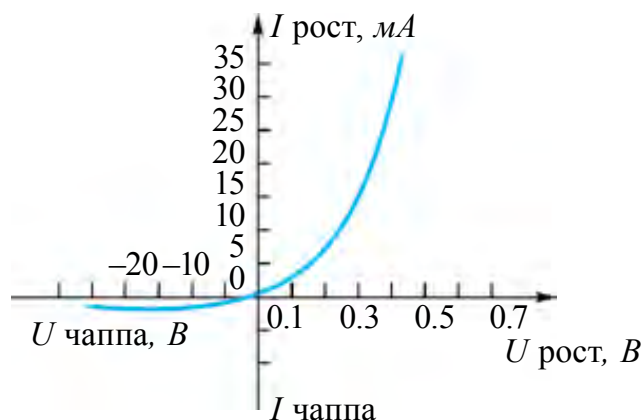
4. Давонаки реостатро ҷой иваз кунонида шиддати ба занҷири беруна додешавандаро зиёд карда рафтани мегиранд. Нишондоди вольтметр ва амперметр навишта мешавад.

5. Натиҷаҳои ҷенкуниро ба ҷадвал дохил мекунем.

| | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| $U, В$ | | | | | | | |
| $I, А$ | | | | | | | |

6. Қутбҳои манбаи ҷараёнро иваз намуда, таҷрибаро такрор кунед.

7. Дар асоси натиҷаҳои гирифташуда графикаи вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ гузашта, ба шиддат кашида мешавад.



Расми 9.16.

8. Ҷадвали вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ дар самтҳои гузашти рост $p-n$ ва гузашти баръакс $p-n$ ҷоришуда ба шиддати гузошта дар расми 9.16 оварда шудааст.

Ҳангоми ба диод дар самти баръакс гузоштани шиддат бояд шиддати гузошташуда аз нишондоди паспортии он калон набошад.



1. Дар ҳолати пайвасти рости диод вобастагии қувваи ҷараёни аз он ҷоришуда ба шиддат аз хатти рост иборат набуданиш эътибор диҳед ва сабаби онро фаҳмонидед.

2. Аз чӣ сабаб дар самти ҷанна шиддат гузошта шавад, аз он ҷараён мегузарад?

3. Аз маълумотҳои гирифта истифода бурда, муқовимати электрикии диодро барои самтҳои рости ва ҷанна ҳисоб кунед.

Машқи 9

1. Аз милаи мисин дар давоми 0,5 с ҷараёни зичиаш 9 А/мм^2 гузарад, ҳарорати он чӣ гуна тағйир меёбад? Муқовимати хоси мис $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, зичии он 8900 кг/м^3 , гармиғунҷоиши хоси он $380 \text{ Ҷ/(кг} \cdot \text{К)}$ (Ҷавобаш: $0,20 \text{ }^\circ\text{C}$).

2. Спирали аз ниобий сохташуда ба $100 \text{ }^\circ\text{C}$ тафсонида шавад, муқовимати хоси он чанд маротиба тағйир меёбад? Барои никел $\alpha = 0,003 \text{ К}^{-1}$ (Ҷавобаш: 1,3 маротиба зиёд мешавад).

3. Муқовимати сими никелин дар $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ба 20 Ом баробар буд. Онро то $120 \text{ }^\circ\text{C}$ тафсон карда шавад, муқовимати он ба чӣ баробар мешавад? Барои никелин $\alpha = 0,0001 \text{ К}^{-1}$.

4. Дар диоди вакуумӣ электрон ба анод бо суръати 8 Мм/с рафта мерасад. Шиддати анодро ёбед (Ҷавобаш: 180 В).

5. Дар диоди вакуумӣ қувваи ҷараёни максималӣ ба 50 мА баробар шуд. Дар ҳар як сония аз катод чандто электрон парида баромада истодааст? (Ҷавобаш: $3,1 \cdot 10^{17}$).

6. Дар нимноқилҳо байни иони мусбат ва сӯроҳӣ оё фарқ ҳаст?

7. Аз чӣ сабаб дар ҳолати тағйир наёфтани шароитҳои беруна ҷуфти электрон – ковок беист ҳосил шуда истода бошад ҳам, шумораи барандаи зарядҳои озод тағйир намеёбад?

8. Ба германий фосфор, рух, калий дохил карда шавад, чӣ гуна гузариш ҳосил мешавад?

9. Аз чӣ сабаб дар шиддати якхела ҷараёни гузариши $p-n$ роста нисбат ба гузариши баръакс (чаппа) калон мешавад?

10. Ба нӯгҳои термистор (асбоби нимноқилии муқовиматаш ба ҳарорат вобастабуда) пай дар пай муқовимати 1 кОм васл намуда, ба он шиддати 20 В дода шуд. Дар ҳарорати хона қувваи ҷараён 5 мА буд. Вақте, ки термистор ба оби гарм андохта шуд, қувваи ҷараёни аз он гузаранда 10 мА шуда монд. Муқовимати термистор чанд маротиба кам шудааст? (Ҷавобаш: 3 маротиба).


Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби IX

- 1. Ҷумларо пурра кунед. Ҳодисаи бо туфайли гармшавии металлҳо аз онҳо паридани баромадани электронҳо ... номида мешавад.**
А) ... эмиссияи термоэлектронӣ...; В) ... эмиссияи электронӣ...;
С) ...кори баровард...; Д) ... ҷараёни сершуда....
- 2. Табиати ҷараёни электрикӣ дар вакуум аз чӣ иборат аст?**
А) Ҳаракати яктарафаи сели электронҳо;
В) Ҳаракати яктарафаи ионҳои мусбат;
С) Ҳаракати яктарафаи сели ионҳои манфӣ;
Д) Аз ҳаракати яктарафаи ионҳои мусбат, манфӣ ва электронҳо иборат.
- 3. Омехтаҳои донорӣ ба кадом намуди гузаронандагӣ соҳибанд?**
А) Асосан гузаронандагии электронӣ;
В) Асосан гузаронандагии сӯроҳӣ;
С) Бо миқдори баробар ҳам электронӣ, ҳам ковокӣ;
Д) Ҷараёни электрикиро намегузаронанд.
- 4. Аз нимноқили соф бо туфайли ҳаракати мурағтибонаи электронҳо 1 мА ҷараён гузашта истодааст. Қувваи ҷараёни пурраи аз нимноқил ҷорӣ шуда истода ба чӣ баробар аст?**
А) 1 мА; В) 2 мА; С) 0,5 мА; Д) 0.
- 5. Ҷумларо давом диҳед. “Бо зиёдшавии ҳарорат муқовимати нимноқилҳо...”**
А) ... меафзояд; В) ... аввал зиёд, баъд кам мешавад;
С) ... кам мешавад; Д) ... аввал кам, баъд зиёд мешавад.

6. Дар нимоқилҳо сӯрохиҳо ва электрон вохӯранд, чӣ ҳосил мешавад?
A) иони мусбат; B) атоми нейтрал;
C) иони манфӣ; D) иони мусбат ва манфӣ.
7. Гузаронандагии ғашдор бо ҳаракати кадом зарраҳо вобаста аст?
A) асосан электронҳои озод;
B) асосан сӯрохиҳо;
C) электронҳо ва сӯрохиҳо бо миқдори баробар;
D) электронҳои озод ё сӯрохиҳо дар миқдорҳои гуногун.
8. “Дар гузариши рости $p-n$ қабати русткунанда ...” Қумларо давом диҳед.
A) ... васеъ мешавад;
B) ... танг мешавад;
C) ... тағйир намеёбад;
D) ... вобаста аз бузургии шиддат хаттӣ тағйир меёбад.
9. Дар бастагии ковалентӣ чандто электрон иштирок мекунад?
A) 1 то; B) 2 то; C) 3 то; D) 4 то.
10. Ба базаи транзистори типии $n-p-n$ нисбат ба эмиттер чӣ гуна потенциали ишорааш дода мешавад, аз транзистор ҷараён мегузарад?
A) мусбат; C) сифр;
B) манфӣ; D) дар ҳар гуна ишора аҳамият надорад.

**Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини
дар боби IX омӯхташуда**

| | |
|--|---|
| Эмиссияи термоэлектронӣ | Бо туфайли гармшавии металҳо аз онҳо паридани баромадани электронҳо. |
| Ҷараёни электрикӣ дар вакуум | Аз ҳаракати якҷараёни сели ионҳо, электронҳо иборат. |
| Лампаи электронии дуэлектрода | Диод – лампаи аз анод ва катод иборатбуда. |
| Ҷараёни сершуда | Ҳамаи электронҳои аз катод паридани баромада, ба анод рафта расад ҳам, собит мондани ҷараёни анодӣ. |
| Формулаи Богуславский-Ленгмюр | $I_a = kU^{3/2}$. Вобастагии ҷараёни аз диоди вакуумӣ чоришуда ба шиддати анод. |
| Вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ ба ҳарорат | $R = R_0(1 + \alpha t)$; муқовимати ноқил дар 0°C – R_0 муқовимати ноқил дар ҳарорати; t – R . α – коэффициент-сиенти ҳароратии муқовимат. |
| Фавқулноқилият | Бо пастшавии ҷараён дар нимноқилҳо бо туфайли кӯчиши электронҳои озод. |
| Гузaronандагии электронӣ (гузаронандагии типии n) | Ҳосилшавии ҷараён дар нимноқилҳо бо туфайли кӯчиши электронҳои озод. |
| Гузaronандагии сӯроҳӣ (гузаронандагии типии p) | Дар бандиши ковалентӣ бо туфайли нарасидани электрон ҷои холимонда сӯроҳӣ гуфта мешавад. Таҳти таъсири майдони электрикӣ, ки сӯроҳиҳо мекӯчанд дар нимноқилҳо гузаронандагии ковоқӣ рӯй медиҳанд. |
| Гузaronандагии хусусӣ дар нимноқилҳо | Дар нимноқилҳо бо туфайли ба миқдори баробар кӯчидани электронҳои озод ва ковоқ гузаштани ҷараёни электрикӣ. |
| Омехтаи донорӣ | Омехтаҳои электрони худро бо осонӣ диҳанда, ки ба таркиби нимноқили соф дохил мекунад. Дар ин ҳолат гузариши типии n ҳосил мешавад. |
| Омехтаҳои акцепторӣ | Ҳангоми ба таркиби нимноқили соф дохил кардан барои ҳосилкунии банди ковалентӣ якто электронаш намерасад ва ковоқӣ ҳосил мекунад. Дар ин гузариш типии p ҳосил мешавад. |

| | |
|-----------------------------|--|
| Қабати русткунанда | Дар сарҳади нимноқили як тарафаш типии n , тарафи дуюмаш типии p ҳосил шудани соҳаи зарраҳои заряднок нашошта. |
| Гузариши $p-n$ роста | Дар нимноқили як тарафаш типии n , тарафи дуюмаш типии p соҳаи p -ро ба қутби мусбати манбаъ, соҳаи n -ро ба қутби манфии манбаъ васл карда шавад, қабати русткунанда борик шуда гузаштани ҷараён. |
| Гузариши $p-n$ чаппа | Дар нимноқили як тарафаш типии n , тарафи дуюмаш типии p соҳаи p -ро ба қутби манфии манбаъ, соҳаи n -ро ба қутби мусбати манбаъ васл карда шавад, қабати русткунанда васеъ шуда нагузаштани ҷараён. |
| Диоди нимноқилӣ | Асбоби нимноқилии ба як гузариши $p-n$ соҳиб буда. Аломати шартӣ  . |
| Транзистор | Асбоби нимноқилии ба ду гузариши $p-n$ доро буда. Дар структураҳои $p-n-p$ ва $n-p-n$ мешавад. |
| Микросхемаи интегралӣ (МСИ) | Таҷҳизоти микроэлектронии аз элементҳои ба занҷири электрикӣ дар дараҷаи басо зич васлшуда ташкил ёфта. Шумораи элементҳои ба МСИ васлшуда то $\sim 10^6$ мешавад. |

АБАДИЁТҲОИ ИСТИФОДАБУРДАШУДА

1. Физика: Механика. 10 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики/ М.М. Балашов и др.; под ред. Г.Я. Мякишева. – 5-е изд. стереотип. – М.: “Дрофа”, 2002. – 496 с.: ил.
2. Физика: Электродинамика. 10–11 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики/ Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков, Б. А. Слободскова. – 4-е изд. стереотип. – М.: “Дрофа”, 2002. – 480 с.: ил.
3. Физика. 10 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – 4-е изд. стереотип. – М.: “Дрофа”, 2001. – 416 с.: ил.
4. N.Sh. Turdiyev. Fizika. Fizika fani chuqur o‘rganiladigan umumta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – T.: Gafur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2016.
5. N.Sh. Turdiyev. Fizika. Umumta’lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik. – T.: “Turon-Iqbol”, 2006.
6. Ўзбекистон Миллий энциклопедияси. – T.: “Ўзбекистон Миллий энциклопедияси” Давлат илмий нашриёти, 2004.
7. Физика. Энциклопедия/ под. ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 944 с.
8. A. No‘monxo‘jayev va b. Fizika I. – T.: “O‘qituvchi”. – 2002. – 400 b.
9. A. No‘monxo‘jayev va b. Fizika II. – T.: “O‘qituvchi”. – 2003. – 414 b.
10. A. No‘monxo‘jayev va b. Fizika III. – T.: “O‘qituvchi”. – 2001. – 352 b.
11. K.A. Tursunmetov, A.M. Xudoyberganov. Fizikadan praktikum. – T.: “O‘qituvchi” 2003.
12. K.A. Tursunmetov va b. Fizikadan masalalar to‘plami. – T.: “O‘qituvchi” 2004.
13. K.A. Tursunmetov va b. Fizika. Ma‘lumotnoma. – T.: “O‘zbekiston”. 2016. – 202 b.
14. K. Suyarov, Sh. Usmonov, J. Usarov. Fizika (Mexanika). 1-kitob. O‘qituvchiga yordamchi qo‘llanma: T.: “Yangi nashr” nashriyoti, – 2010.
15. A.G. Ganiyev, A. K. Avliyoqulov, G. A. Alimardonova. Fizika. I gism. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik. – T.: “O‘qituvchi” 2012. – 400 b.
16. A.G. Ganiyev, A. K. Avliyoqulov, G. A. Alimardonova. Fizika. II gism. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik. – T.: “O‘qituvchi” 2013. – 208 b.
17. K. Суяров, А. Хусанов, Л. Худойбердиев. Физика. Механика ва молекуляр физика./I китоб. – T.: “O‘qituvchi”. – 2002.
18. L. Xudoyberdiyev, A. Husanov, A. Yunusov, J. Usarov. Fizika. Elektrodinamika. Elektromagnit tebranishlar 2-kitob. – T.: “O‘qituvchi” NMIU. – 2004.

МУНДАРИҶА

| | |
|---|----|
| МЕХАНИКА | 3 |
| Мавзӯи 1. Методҳои тадқиқоти физика..... | 3 |
| Боби I. КИНЕМАТИКА | 5 |
| Мавзӯи 2. Намуди ҳаракати механикӣ. Принципи мустақилии ҳаракат..... | 5 |
| Мавзӯи 3. Ҳаракати амудии ҷисмҳо..... | 7 |
| Мавзӯи 4. Ҳаракати номунтазам аз рӯи давра. Шитоби кунҷӣ. Шитоби тангенциалӣ..... | 10 |
| Мавзӯи 5. Байни якдигар гузаронидани ҳаракатҳои гирдхатта ва пешраванда..... | 14 |
| Мавзӯи 6. Ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда..... | 16 |
| Мавзӯи 7. Ҳаракати ҷисми ба горизонт моил партофташуда..... | 18 |
| Мавзӯи 8. Қори лабораторӣ: Омӯхтани ҳаракати ҷисми ба уфуқ моил партофташуда..... | 22 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби I..... | 24 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби I омӯхташуда..... | 25 |
| Боби II. ДИНАМИКА | 28 |
| Мавзӯи 9. Қонунҳои динамика..... | 28 |
| Мавзӯи 10. Принципи нисбияти Галилей. Системаҳои сарҳисоби инерциалӣ ва ноинерциалӣ..... | 32 |
| Мавзӯи 11. Ҳаракат дар майдони гравитационӣ..... | 35 |
| Мавзӯи 12. Вобастагии вазнинии ҷисм ба намуди ҳаракат..... | 37 |
| Мавзӯи 13. Ҳаракати ҷисм бо таъсири якҷанд қувва..... | 40 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби II..... | 44 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби II омӯхташуда..... | 45 |
| Боби III. ҚОНУНҲОИ БАҚО ДАР МЕХАНИКА | 47 |
| Мавзӯи 14. Энергия ва қор. Қонуни бақои энергия. Қори иҷрокардаи ҷисм мавриди ҳаракат дар ҳамвории моил..... | 47 |
| Мавзӯи 15. Қори лабораторӣ: Муайян кардани коэффитсиенти қори фоиданоки ҳамвории моил..... | 51 |
| Мавзӯи 16. Бархӯрди мутлақ чандир ва ночандири ҷисмҳо..... | 53 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби III..... | 57 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби III омӯхташуда..... | 58 |
| Боби IV. СТАТИКА ВА ГИДРОДИНАМИКА | 59 |
| Мавзӯи 17. Шартҳои дар мувозинат шудани ҷисмҳо..... | 59 |
| Мавзӯи 18. Механизмҳои дар асоси қоидаи моментҳо коркунанда..... | 62 |
| Мавзӯи 19. Динамикаи ҳаракати гирдхатта..... | 65 |
| Мавзӯи 20. Ҳаракати моеъ ва газҳо, теоремаи бифосилагии ҷоришавӣ. Муодилаи Бернулӣ..... | 68 |
| Мавзӯи 21. Дар техника истифодабарӣ аз вобастагии фишор ба суръат дар газҳо ва моеъҳои ҳаракатнок..... | 71 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби IV..... | 75 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби IV омӯхташуда..... | 76 |

| | |
|---|-----|
| Боби V. ЛАППИШҲОИ МЕХАНИКӢ ВА МАВЧҲО | 78 |
| Мавзӯи 22. Лаппиши гармоникӣ..... | 78 |
| Мавзӯи 23. Раққосакҳои пружинагӣ ва математикӣ..... | 81 |
| Мавзӯи 24. Кори лабораторӣ: Омӯхтани усули бо ёрии раққосаки математикӣ муайян кардани шитоби афтиши озод..... | 85 |
| Мавзӯи 25. Лаппишҳои маҷбурӣ. Резонанс дар техника..... | 86 |
| Мавзӯи 26. Паҳн шудани мавҷҳои механикӣ дар муҳитҳо. Дар ҳаёт ва техника истифодабарии ултра ва инфрасадоҳо..... | 90 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби V..... | 95 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби V омӯхташуда..... | 96 |
| Боби VI. АСОСҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА | 98 |
| Мавзӯи 27. Бебозгаштии ҷараёнҳои гармӣ. Қонунҳои термодинамика..... | 98 |
| Мавзӯи 28. Ҷараёни адиабатӣ. Коэффитсиенти кори ғоиданоки машинаи харорати. Сикли Карно..... | 102 |
| Мавзӯи 29. Аҳамияти муҳаррикҳои хароратӣ дар ҳаёти инсон. Муҳаррикҳои хароратӣ ва экология..... | 106 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VI..... | 112 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби VI омӯхташуда..... | 112 |
| Боби VII. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА | 114 |
| Мавзӯи 30. Қонуни бақои заряд. Майдони заряди нуқтагӣ. Принсипи суперпозитсияи шадидияти майдони электрикӣ..... | 114 |
| Мавзӯи 31. Майдони электрикии кураи заряднок. Нуфузпазири диэлектрикӣ..... | 118 |
| Мавзӯи 32. Потенсиали майдони заряди нуқтагӣ. Фарқи потенсиалҳо..... | 120 |
| Мавзӯи 33. Кори иҷрошуда мавриди кӯчонидани заряд дар майдони электростатикӣ..... | 123 |
| Мавзӯи 34. Энергияи майдони электрикӣ..... | 125 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VII..... | 129 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби VII омӯхташуда..... | 130 |
| Боби VIII. ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ | 132 |
| Мавзӯи 35. Гузаронандагии электрикӣ. Вобастагии қувваи ҷараён ба шиддат..... | 132 |
| Мавзӯи 36. Қувваи ҷараён ва зичии он. Таъсирҳои ҷараёни электрикӣ..... | 136 |
| Мавзӯи 37. Қонуни Ом барои занҷири пурра. Коэффитсиенти кори ғоиданоки манбаи ҷараён..... | 138 |
| Мавзӯи 38. Пайвасти пай дар пай ва параллелии манбаҳои ҷараён..... | 141 |
| Мавзӯи 39. Зиёд намудани ҳудуди ҷенкунии амперметр ва вольтметр..... | 145 |
| Мавзӯи 40. Кори лабораторӣ: Муайян кардани ҚЭҲ-и манбаи ҷараён ва муқовимати дохилии он..... | 147 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби VIII..... | 149 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби VIII омӯхташуда..... | 150 |
| Боби IX. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН | 152 |
| Мавзӯи 41. Ҷараёни электрикӣ дар вакуум..... | 152 |
| Мавзӯи 42. Вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ ба харорат..... | 154 |
| Мавзӯи 43. Гузаронандагии хусусии нимноқилҳо. Нимноқилҳои ғашдор..... | 157 |
| Мавзӯи 44. Асбобҳои нимноқилӣ (диод, транзистор) ва истифодаи онҳо дар техника..... | 161 |
| Мавзӯи 45. Кори лабораторӣ: Омӯхтани характеристикаи вольт–амперии диоди нимноқилӣ..... | 166 |
| Саволҳои тестӣ оиди ҷамъбасти боби IX..... | 168 |
| Мафҳум, қоида ва қонунҳои муҳимтарини дар боби IX омӯхташуда..... | 170 |
| АДАБИЁТҲОИ ИСТИФОДАБУРДАШУДА | 172 |

Ф69 Физика. Китоби дарсӣ барои донишомӯзони синфи 10-уми муассисаҳои таълими миёна ва муассисаҳои таълими миёнаи махсус ва касбу ҳунар. /Н.Ш.Турдиев, К.А.Турсунметов, А.Ғ.Ғаниев, К.Т.Суяров, Ж.Э.Усаров, А.К.Авлиёқулов.— Т: «Niso Poligraf», 2017.—176 с.

ISBN 978-9943-4868-0-5

УЎК: 53(075.3)

КБК 22.3я721

O'quv nashri

**Narziqul Sheronovich Turdiyev, Komiljon Axmetovich Tursunmetov,
Abduqahhor Gadoyevich Ganiyev, Kusharbay Tashbayevich Suyarov,
Jabbor Eshbekovich Usarov, Abdurashit Karimovich Avliyoqulov**

F I Z I K A

O'rta ta'lim muassasalarining 10-sinflari uchun darslik

(Tojik tilida)

1-nashri

Мутарчим *Т. Мутаваллиев*
Муҳаррир *Ш. Салимов*
Муҳаррири бадеӣ *Ж. Гурова*
Муҳаррири техникӣ *Д. Солиқова*
Саҳифабандии компютерӣ *Б. Бабаходжаева*

Макети оригинал дар нашриёти «NISO-POLIGRAF» тайёр карда шуд.
Вилояти Тошканд, ноҳияи Ўрта Чирчиқ, «Оқ-Ота» ҚШД,
Маҳаллаи Машғал, кӯчаи Марказ, хонаи 1.

Литсензияи нашриёт АИ №265.24.04.2015.
Ба чопаш 2017-йил 20-октябр иҷозат дода шуд. Андозаи 70×100^{1/16}.
Қоғазӣ офсетк. Гарнитурани «Times New Roman». Кегли 12,5.
Ўзғаришҳои шартии чопӣ 12,87. Ўзғаришҳои нашрию ҳисобӣ 12,76.
Адади нашр 7648 нусха. Шартномаи №186. Супориши №17-629.

Агентии матбуот ва иттилооти Ўзбекистон. Дар Хонаи эҷодии таърифи «O'zbekiston».
100011, ш. Тошканд, кӯчаи Навоӣ, 30 чоп шудааст.

Ҷадвали нишондоди ҳолати китоби ба иҷора додашуда

| № | Ному насаби хонанда | Соли хониш | Ҳолати китоб вақти гирифтани | Имзои роҳбари синф | Ҳолати китоб вақти супоридан | Имзои роҳбари синф |
|---|---------------------|------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |

Ҷадвали болоӣ ҳангоми ба иҷора дода шудан ва дар охири соли хониш баргардонида гирифтани аз тарафи роҳбари синф аз рӯи меъёрҳои зерин баҳо гузошта мешавад:

| | |
|------------------|--|
| Нав | Ҳолати китоб ҳангоми бори аввал ба истифода супоридан. |
| Хуб | Муқовааш бутун, аз қисми асосии китоб ҷудо нашудааст. Ҳамаи varaқҳояш ҳаст, надаридааст, ҷудо нашудааст, дар саҳифаҳо навишт ва хатҳо нест. |
| Қаноатбахш | Муқова қач шудааст, канорҳояш коҳида, якчанд хатҳо кашида шудаанд, ҳолати аз қисми асосӣ ҷудошавӣ дорад, аз тарафи истифодабаранда қаноатбахш таъмир шудааст. Varaқҳои ҷудошудааш аз нав таъмир гаштааст, дар баъзе саҳифаҳо хат кашида шудаанд. |
| Ғайри қаноатбахш | Муқова хат кашида шудааст, даридааст, аз қисми асосӣ ҷудо шудааст ё ки умуман нест, ғайриқаноатбахш таъмир гаштааст. Саҳифаҳо дарида, varaқҳо намерасанд, хат кашида, ранг карда партофта шудааст, барқароркунии китоб имконнопазир аст. |