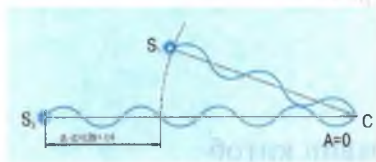


Ҳ.Маҷидов, О.Нозимов

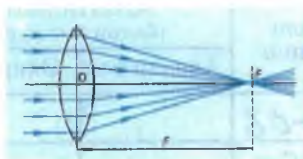
ФИЗИКА

китоби дарсӣ
барои синфи 9



Лаппиш ва мавҷҳои механикӣ.
Садо

Лаппиш ва мавҷҳои
электромагнитӣ



Оптика. Ходисаҳои рушноӣ

Моделҳои атом ва ядрои атом



Тавсифи умумии ҷирмҳои
системаи Офтобӣ

Манзараи Олам



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
ФЕДОРОВ

Издательство «Учебная литература»

2006

Мачидов Х., Нозимов О.

ФИЗИКА. Китоби дарсӣ барои синфи 9-уми макотиби таҳсилоти умумӣ. - Самара: Издательский дом «Федоров». - 2006. - 272 саҳифа.

Хонандаи азиз!

Китоб Манбаи донишу маърифат аст, аз он баҳрабар шавед ва эҳтиёт намоед. Кушиш намоед, ки соли қўшиши оянда ҳам ин китоб бо намути аслиаш дастраси шумо гарду хоҳарчаҳоятон гардад ва ба онҳо низ хизмат кунад.

Истифодаи иҷоравии китоб

№	Ному насаби хонанда	Синф	Соли хониш	Ҳолати китоб (баҳои китобдор)	
				Аввали сол	Охири сол
1					
2					
3					
4					
5					

Пешгуфтор

Ин китоб дар асоси барномаи таълимӣ аз фанни физика барои синфи 9-ум, ки онро Вазорати маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон тасдиқ кардааст ва дар рӯзномаи «Омузгор» № 51, 20-уми декабр ва № 52, 27-уми декабри соли 2002 чоп гардидааст, навишта шудааст.

Аз ин китоб хонандагони синфҳои 9-уми мактабҳои асосӣ ва таҳсилоти умумӣ истифода мебаранд.

Китоб аз 6 боб ва навиштаҷоти қорҳои лабораторӣ иборат аст. Бобҳои I–IV ва навиштаҷоти қорҳои лабораториро профессор Х. Мачидов таълиф намудааст ва бобҳои V–VI бо иштироки О. Нозимов навишта шудаанд. Боби якуми он ба баёни мавзӯҳо доир ба «Лаппиш ва мавҷҳои механикӣ. Садо», боби дуюм ба омузиши «Лаппиш ва мавҷҳои электромагнитӣ», боби сеюм ба яке аз қисмҳои физика «Оптика. Ҳодисаҳои рушнӣ», боби чорум ба омузиши мавзӯҳои физикаи квантӣ «Моделҳои атом ва ядроҳои атом», боби панҷум ба омузиши «Тавсифи умумии ҷирмҳои системаи Офтобӣ» ва боби шашум ба баёни «Манзараи олам» бахшида шудааст.

Ҳангоми баёни мавзӯҳо кӯшиш намудем, ки хонандагон – хатмкунандагони мактабҳои асосӣ доир ба фаслҳои номбурда маълумоти зарурӣ пайдо намоянд.

Дар навиштани китоб кӯшиш ба ҳарч дода шудааст, ки мавзӯҳо ба хонандагон фаҳмо бошанд ва дар бисёр мавридҳо аз овардани исботи формулаҳо даст кашида, шакли соддаи баёнкунӣ интихоб карда шудааст. Китоб инчунин мавзӯҳои нисбатан душворро дар бар мегирад ва онҳо бо чунин рамз * ишорат шудаанд. Мавзӯҳои мазкур барои хониши иловагӣ хонандагони қобилиятнок тавсия мешаванд.

Дар охири ҳар як мавзӯ саволҳо барои санҷиш оварда шудааст, онҳо мазмуни мавзӯро пурра инъикос менамоянд, ба хонандагон имконият медиҳанд, ки мавзӯро такрор на истифодаи қонунҳои омӯхташуда дар мавридҳо пайдо намоянд.

Барои ҳар як қатор мавзӯҳо намунаи ҳалли карда шудааст, ки онҳо барои тафтиши ҳодисаҳои омӯхташаванда ва мазмуни физики мерасонанд. Инчунин барои мустақилона ҳал кар

Китоб манбаи дони
эҳтиёт намоед. Кӯшиш
бо намуди аслиаш даст
низ хизмат кунад.

Ҷадвал

инкишофи қобилияти фикркунии хонандагон барои як қатор мавзӯҳо машқҳо пешниҳод карда шудаанд.

Дар машқҳо масъалаҳо аз рӯи дараҷаи душвориашон ҷой дода шудаанд. Масъалаҳои аввали машқҳо бо гузориши қиматҳои ададии бузургҳои додашуда дар формула ҳал кардан мумкин аст.

Масъалаҳои дар охири машқҳо буда истифодаи якчанд формулаҳои қонунҳоро талаб менамоянд.

Дар охири ҳар боб хулосаҳои муҳимми он оварда шудааст ва онҳоро хонандагон хонда, нуктаҳои асосии мавзӯҳои боби мазкурро ба хотир мегиранд.

Хонандагон фаслҳои гуногуни китобро омӯхта, дониши худро дар бораи табиат ва ҳодисаҳои он ғани мегардонанд. Инчунин хонандагон огоҳ мегарданд, ки дар омӯзиши табиат, ҳодисаю қонунҳои он олимон ҳамеша талош меварзанд ва роҳҳои ҳалли проблемаҳои нав ба нави онро меёбанд.

Ин китобро хонандагон мутолиа намуда, фаҳмида мегиранд, ки чӣ тавр инсоният аз омӯзиши макроолам ба омӯзиши микроолам (олами атом ва ядроӣ он, зарраҳои элементарӣ) ва мегаолам (системаи Офтобӣ, ситораҳо, галактика ва ҳамаи Коинот) мегузарад ва роҳу усулҳои омӯзиши онро ёфта, қонуниятҳои ҳодисаҳои дар онҳо гузарандаро мукаррар менамояд.

Ҳамин тариқ, бо мутолиаи ин китоб хонандагон боварӣ ҳосил менамоянд, ки тадқиқи сохти материя ва ҳодисаю қонунҳои табиат беохир мебошад.

Ҳангоми таҳияи китоб аз маводҳои китобҳои дарсии физика ва астрономия барои мактабҳои таҳсилоти умумӣ ва донишқадаю донишгоҳҳо, адабиёти илмию оммавӣ, маҷаллаю рӯномаҳои дар солҳои охир нашршуда истифода бурда шудааст.

Ба хонандагон барои самарабахш истифода кардани китоб баъзе тавсияҳо медиҳем.

Ҳангоми омӯختани мавзӯҳо кӯшиш намоед, ки мазмунӣ мавзӯро фаҳмида ва истифодаи онро дар амалия ёд гиред.

Мавзӯҳоро мутолиа карда, кӯшиш намоед, ки ба саволҳои барои тақрор ҷавоб гӯед.

Барои аз худ намудани дониш аз фанни физика танҳо хондани китоб кифоя намекунад.

Барои омӯختани ҳар як мавзӯ бо қаламу дафтар кор кунед. Формулаҳои асосӣ ва таърифҳоро ба дафтаратон нависед, графикҳо ва нақшаҳоро кашид, таҳлил намоед. Ин ба шумо имконият медиҳад, ки маводҳои таълимиро чуқур аз худ намоед.

Барои боз ҳам амиқтару васеътар аз худ намудани мавзӯҳо ба шумо ҳалли масъалаҳо ёрӣ мерасонад. Ба масъалаҳое, ки ҳалли онҳо

овардашударо ҳал кунед. Ҷавоби масъалаҳо дар охири ҳар як масъала дар қавс оварда шудааст. Ҳангоми дар ҳалли масъалаҳо душворӣ кашиданатон мавзӯҳоро як бори дигар хонед ва агар ин ҳам ба шумо ёрӣ нарасонад, барои ҳалли масъала ба муаллим муроҷиат намоед.

Агар ҳамаи масъалаҳои машқҳоро ҳал карда тавонед, ин аз он шаҳодат медиҳад, ки шумо мавзӯро ба пуррагӣ ва чуқур аз худ намудед.

Дар аз худ намудани мавзӯҳо аз физика мушоҳида ва гузаронидани таҷриба мақоми махсус дорад. Кушиш намоед, ки ҳамаи мушоҳида ва таҷрибаю корҳои лаборатории дар китоб пешкаш кардашударо иҷро намоед. Барои гузоштани таҷрибаҳои нав доир ба мавзӯҳои гуногун кушиш намоед.

Ин дониш ва малакаи кории шуморо афзун мегардонад.

Барои васеъ гардонидани дониши худ адабиёти иловагиро мутолиа намоед.

Барои дастрас кардани адабиёти иловагӣ ва муайян кардани ному насаби муаллифони онҳо ба муаллими физикаатон муроҷиат намоед.

Ҳамаи ин кушишҳо ба шумо имконият медиҳад, ки савияи дониши худро баланд бардошта, қобилияти худро инкишоф диҳед ва комёбиҳои навтарини илмро дар ҳаёт татбиқ намоед.

Барои дар сатҳи баланд омӯختани фанни физика ва дар ҳаёт истифода бурдани комёбиҳои он ба шумо муваффақиятҳо хоҳонем.

Муаллифон

ЛАППИШ ВА МАВҶҶОИ МЕХАНИКӢ. САДО

Дар байни ҳаракатҳои механикӣ, ки мо дучор мегардем, аксар вақт ҳаракатҳои такроршаванда ба назар мерасанд.

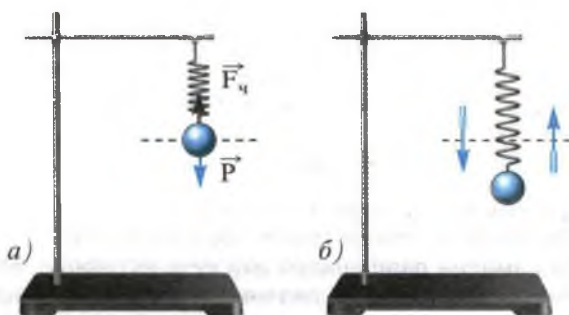
Ҳаракати айнан такроршавандаро *ҳаракати даврӣ* меноманд. Масалан, ҳаракати раққосак, ҳаракати бори дар пружин овезон буда, тори асбобҳои мусикӣ, раққосаки соатҳо, заминларза низ ҳаракати даврӣ ба шумор мераванд.

Системаеро, ки лаппиш хурда метавонад, *системаи лаппанда* меноманд (ин гуна система лаппиш нахурда низ метавонад).

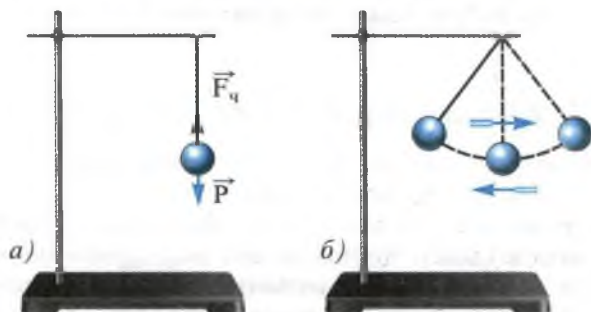
Лаппишхо дар табиат хеле зиёд ба амал меоянд. Ларзиши шохӣ даррахтон ҳангоми вазиши бод, аргунчаки аз мавқеи мувозинати майлдода шуда, лаппиши дили одам ва ғайраҳо ҳаракатҳои такроршаванда буда, лаппиш ба шумор мераванд. Рушноие, ки ба мо имконияти دیدанро медиҳад, табиати лаппишӣ дорад. Атомҳое, ки моддаҳо аз он ташкил ёфтаанд, лаппиш менамоянд.

Лаппишҳои озод ва маҷбурии системаҳои лаппанда аз ҳамдигар фарқ доранд. Қувваҳои дар байни ҷисмҳои системаи лаппанда таъсиркунандаро *қувваҳои дохилӣ* меноманд. Қувваҳои ба ҷисмҳои системаи лаппанда аз тарафи ҷисмҳои берунӣ таъсиркунандаро *қувваҳои берунӣ* меноманд.

Лаппиши бори дар пружин овезон (расми 1.1.1, *а, б*) ва бори дар
ресмон овезон (расми 1.1.2, *а, б*) лаппишҳои озод ба шумор мера-
ванд. Лаппишҳои озодро баъзан *лаппишҳои хусусӣ* низ мегӯянд.



Расми 1.1.1



Расми 1.1.2

Дар расми 1.1.1, *а* кувваи чандирии Ҳангоми ёзиши пружин ба вучуд оянда $\vec{F}_q$, кувваи вазинии ба сакко таъсиркунанда $\vec{P}$ -ро мувозинат мекунад.

Ҳангоми аз мавқеи мувозинатӣ баровардани сакко, яъне онро андаке ба поён кашида сар додан (расми 1.1.1, *б*) вай болою поён ҳаракат карда, ба лаппиш мебарояд.

Дар расми 1.1.2, *а* кувваи чандирии Ҳангоми тарангшавии ресмон ба вучуд оянда $\vec{F}_q$, кувваи вазинии ба сакко таъсиркунанда $\vec{P}$ -ро мувозинат мекунад. Ҳангоми сакқоро аз мавқеи мувозинатиаш майл кунонида, сар додан, вай ба чапу рост ҳаракат карда, лаппиши озод менамояд (расми 1.1.2, *б*).

Сакқои дар нуғи ресмон овеzonро дар сурати бо таъсири кувваи вазинӣ лаппиданаш ҳамчун раққосаки оддӣ дида баромадан мумкин аст. Ҷисми ба ресмон овеzon ё ба меҳвар (тир) мустаҳкамшударо, ки бо таъсири кувваи вазинӣ лаппида метавонад, *раққосак* меноманд. Болгаи дар меҳ овеzon, шоҳини тарозуҳои фашангӣ, хаткашаки дар меҳ овеzon ва амсоли онҳоро раққосак ҳисоб кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, баъди аз ҳолати мувозинатӣ баровардан системаҳои лаппанда бе таъсири кувваҳои берунӣ даврӣ тағйирёбанда лаппиши озод менамоянд.

Ҷисмҳои лаппанда энергия доранд ва лаппиши онҳо дар муҳит ба амал меояд. Ҳангоми лаппиш байни ҷисм ва муҳит соиш ба амал меояд. Барои бартараф кардани кувваи соиш кор иҷро кардан лозим аст ва ин кор аз ҳисоби энергияи ҷисми лаппанда иҷро

мешавад. Бинобар ин, энергияи ҷисми лаппанда оҳиста-оҳиста кам шуда меравад ва дар охир лаппиши ҷисм хомӯш мегардад.

Ҳамаи лаппишҳои воқеӣ хомӯшшаванда мебошанд.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

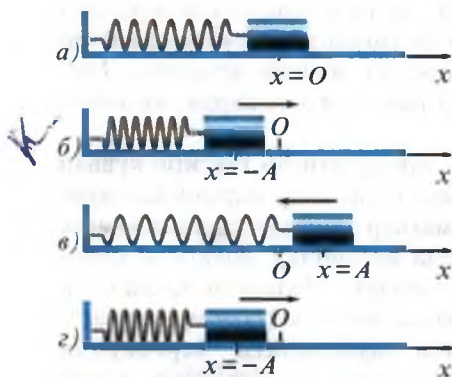
1. Лаппиш гуфта, чиро меноманд?
2. Системаи лаппанда гуфта, чиро меноманд?
3. Дар амалия лаппишхоро дар кучо истифода мебаранд?
4. Чӣ гуна лаппишхоро лаппишҳои озод меноманд?
5. Чаро лаппишҳои озод хомӯшшавандаанд?
6. Доир ба лаппишҳои озод мисолҳо биёред.

1.2. Амплитуда, давр ва басомади лаппиш

Бузургҳои асосие, ки лаппишро тавсиф менамоянд, амплитуда, давр ва басомад ба шумор мераванд.

Дар расми 1.2.1 лаппиши бори ба пружин пайваستкардашуда нишон дода шудааст. Ҷойивазкунии зиёдтарини ҷисми лаппандаро аз ҳолати мувозинатиаш *амплитудайи лаппиш* меноманд. Қимати амплитуда барои пружини фишурдашуда ба $-A$ (расми 1.2.1, б) ва барои пружини дарозшуда ба A (расми 1.2.1, в) баробар мебошад.

Вобаста ба қимати майлкунии ҷисм аз мавқеи мувозинатиаш амплитуда қиматҳои гуногун гирифта метавонад. Фосилаи вақте ки дар давоми он ҷисм як лаппиши пурра менамояд, *даври лаппиш* номида мешавад. Даври лаппиш бо сонияҳо чен ва бо T ишора карда мешавад.



Расми 1.2.1

Адади лаппишҳои дар воҳиди вақт ба амал ояндаро *басомади лаппиш* ν меноманд.

Басомади лаппиш бо даври он чунин вобастагӣ дорад:

$$\nu = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{\nu}.$$

Басомади лаппиш бо Хертс (Х) чен карда мешавад. Агар ҷисм дар як сония як лаппиши пурраро иҷро намояд, басомади он ба 1 Х баробар мешавад:

$$1 \text{ Х} = \frac{1}{c}.$$

Инчунин аз воҳидҳои басомад, килохертс (кХ), мегахертс (МХ) ва гигахертс (ГХ) истифода мебаранд:

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Лаппишҳо бо кадом бузургӣҳо тавсиф карда мешаванд?
2. Амплитудаи лаппиш гуфта, чиро меноманд?
3. Даври лаппиш чист?
4. Басомади лаппишро таъриф диҳед.
5. Вобастагии басомади лаппиш аз даври он бо кадом формула ифода карда мешавад?
6. Ба сифати воҳиди басомади лаппиш чӣ қабул карда шудааст?

МАШҚ

1. Раққосак 50 лаппишро дар 100 с иҷро мекунад. Давр ва басомади лаппишро ёбед. (*Ҷавоб*: 2 с; 0,5 Х)
2. Ҷисм дар муддати 80 сония 10 лаппиши пурра кард. Даври лаппишро ёбед. (*Ҷавоб*: 8 с)

1.3. Раққосаки математикӣ

Нуктаи материалие, ки дар ресмони борики бевазни наёзандаи дароз овехта шудааст, раққосаки математикӣ номида мешавад. Раққосаки математикӣ фаҳмиши идеалӣ мебошад ва барои содда намудани ҳисобкунӣҳои математикии лаппишҳои раққосакҳои воқеӣ аз он истифода мебаранд.

Саққои ба риштаи борики дароз овехташударо раққосаки математикӣ ҳисобидан мумкин аст.

Агар ришта бо саққои овеzonаш мавқеи амудӣ дошта бошад, раққосак ором меистад ва ин ҳолат мавқеи мувозинати раққосак мебошад (расми 1.3.1).

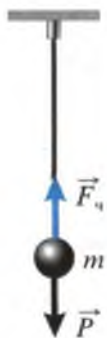
Агар раққосакро то ҳолати A дур бурда, онро сар диҳем, вай ба лаппиш медарояд (расми 1.3.2).

Аз расми 1.3.1 дида мешавад, ки дар мавқеи мувозинатӣ ба раққосак қувваи вазнинии $\vec{P} = m\vec{g}$ ва қувваи чандирии риштаи кашидашуда $\vec{F}_\tau$ таъсир мекунад ва онҳо якдигарро мувозинат менамоянд:

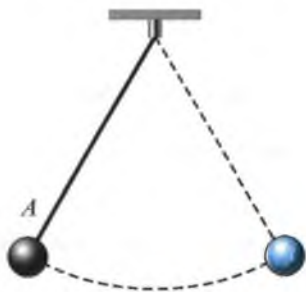
$$\vec{P} + \vec{F}_\tau = 0. \quad (1.3.1)$$

Агар раққосакро ба кунҷи α майл диҳем (расми 1.3.3), ба бор чун пештара худӣ ҳамон қувваҳо таъсир мекунад, аммо қувваи натиҷавии онҳо ба сифр баробар намешавад ва дар ин маврид мувозинат вайрон мешавад.

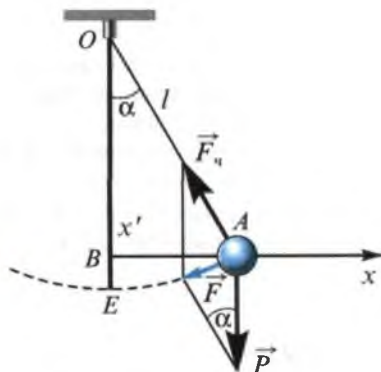
Қувваи натиҷавӣ $\vec{F}$ аз рӯи расандаи камони AE равона мешавад. Агар кунҷи α хурд бошад, камони AE (роҳи ҳаракати бор) аз нимҳордаи AB кам фарқ мекунад.



Расми 1.3.1



Расми 1.3.2



Расми 1.3.3

Бинобар ин, гуфтан мумкин аст, ки сакқон раққосак аз рӯи хордаи x' ҳаракат мекунад.

Барои ин маврид ба ҷои баробарии (1.3.1) навиштаи мумкин аст:

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_q. \quad (1.3.2)$$

Қувваи натиҷавӣ $\vec{F}$ ба ҳолати мувозинатии раққосак равона мебошад ва ба он шитоби марказрав мебахшад. $\vec{F}$ -ро қувваи бозгардонанда меноманд. Ин гуна қувваҳои бозгардонандаи табиати чандирӣ надоштаро қувваҳои *квазичандирӣ* (*чандирмонанд*) меноманд. Дар тахти таъсири ин қувва раққосак ба лаппиш медарояд:

$$\frac{F}{P} = \sin \alpha; \quad \sin \alpha = \frac{x'}{l}.$$

Аз ин ҷо ҳосил менамоем:

$$F = -\frac{mg}{l}x' = -kx', \quad (1.3.3)$$

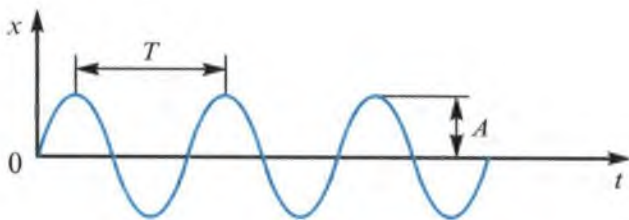
дар ин ҷо k – коэффитсиенти мутаносибӣ буда, *коэффитсиенти қувваи бозгардонанда* номида мешавад. Аломати «-» барои он гузошта шудааст, ки самтҳои қувваи $\vec{F}$ ва ҷойивазкунии раққосак x' муҳолифанд. Давр ва басомади лаппиши раққосаки математикӣ аз формулаҳои зерин ҳисоб карда мешаванд:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \quad (1.3.4)$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}, \quad (1.3.5)$$

дар ин ҷо l – дарозии раққосаки математикӣ, g – шитоби афтиши озод аст.

Аз ин формулаҳо дида мешавад, ки давр ва басомади лаппиши раққосаки математикӣ аз массаи он ва амплитудайи лаппиш (барои амплитудаҳои хурд) вобастагӣ надорад.



Расми 1.3.4

Барои ҷойҳои муайяни руи Замин шитоби афтиши озод g қимати собит дорад. Бинобар ин, даври лаппиши раққосаки математикӣ танҳо ба дарозии он вобаста мебошад.

Раққосаки математикиро дар ҷустуҷӯҳои геологӣ истифода бурдан мумкин аст. Дар ҷойҳои маъданҳои металл дошта зичии моддаи Замин зиёд аст ва қимати g аз қимати миёнааш хеле зиёд мешавад. Бо ёрии раққосаки математикӣ g -ро чен карда, ҷои маъданҳоро дар Замин муайян кардан мумкин аст.

Дар расми 1.3.4 графики лаппиши раққосаки математикӣ оварда шудааст.



Расми 1.3.5

Чунин графикро ҳуди ҷисми лаппанда «сохта» метавонад. Барои ин ба ҷисми лаппанда олоти лаппишсabtкунандаро пайваст намуда, дар пешаш навори коғазро ҷой медиҳем (расми 1.3.5). Раққосакро ба лаппиш дароварда, навори коғазро амудан ба самти лаппишҳо бо суръати собит мекашем. Дар руи коғаз графики лаппиши раққосак ҳосил мешавад. Ин график вобастагии координатаи лаппиши раққосакро аз вақт ифода намуда, синусоидаро ташкил менамояд ва он мавқеи ҷисми лаппандаро барои лаҳзаҳои гуногуни вақт нишон медиҳад.

Дар графики расми 1.3.4 давр ва амплитудай лаппиш нишон дода шудааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чиро раққосаки математикӣ меноманд?
2. Даври лаппиши раққосаки математикӣ бо чӣ гуна формула ифода карда мешавад ва аз дарозии он чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Дар амалия аз раққосаки математикӣ чӣ тавр истифода мебаранд?
4. Графики лаппишро чӣ тавр ҳосил кардан мумкин аст?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶО

1. Дар вақти баробар як раққосаки математики 50 маротиба, дуҷумаш 30 маротиба мелаппад. Яке аз дигаре 32 см кӯтоҳтар аст. Дарозии раққосакҳоро ёбед:

Дода шудааст:

Ҳал. Даври лаппиши раққосакҳо баробар аст:

$$n_1 = 50$$

$$n_2 = 30$$

$$l_2 = l_1 + 32 \text{ см}$$

$$l_1 - ? \quad l_2 - ?$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}; \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}.$$

Ин формулаҳоро ба квадрат бардошта ҳосил мекунем:

$$T_1^2 = 4\pi^2 \frac{l_1}{g}; \quad T_2^2 = 4\pi^2 \frac{l_2}{g}; \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{l_1}{l_2}.$$

$$\text{Дар ин ҷо } T_1 = \frac{t_1}{n_1}, \quad T_2 = \frac{t_2}{n_2} \text{ мебошад. Бинобар ин, барои } \frac{l_1}{l_2}$$

$$\text{ҳосил менамоем: } \frac{l_1}{l_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2}.$$

Аз шarti масъала қимати l_2 -ро мегузорем:

$$\frac{l_1}{l_1 + 32} = \frac{n_2^2}{n_1^2}.$$

Аз ин ифода l_1 -ро муайян менамоем:

$$l_1 = \frac{32n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}.$$

Қиматҳои ададиро гузошта, l_1 -ро ҳисоб мекунем:

$$l_1 = \frac{32 \cdot (30)^2 \text{ см}}{(50)^2 - (30)^2} = \frac{32 \cdot 900 \text{ см}}{2500 - 900} = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}.$$

Мувофиқи шarti масъала:

$$l_2 = l_1 + 32 \text{ см} = 18 \text{ см} + 32 \text{ см} = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}.$$

$$\text{Ҷавоб: } l_1 = 0,18 \text{ м; } l_2 = 0,5 \text{ м}.$$

2. Раққосаки математики дарозияш 2,5 м бо амплитудай 10 см мелаппад. Даври лаппиши раққосакро муайян намоед.

Дода шудааст:

Ҳал. Даври лаппиши раққосаки математики аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$l = 2,5 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$T - ?$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

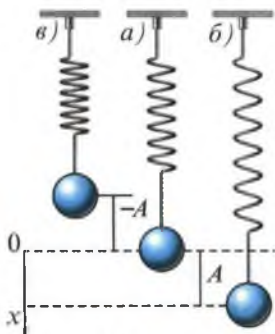
Қиматҳои ададиро гузошта, даври лаппиши раққосакро ҳисоб мекунем:

$$T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{2,5 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 6,28 \cdot 0,5 \text{ с} = 3,14 \text{ с}.$$

$$\text{Ҷавоб: } T = 3,14 \text{ с}.$$

1. Раққосаки дарозиаш 80 см дар 3 дақиқа 100 маротиба мелаппад. Барои ин қиматҳо шитоби афтиши озоди раққосакро муайян намоед. (Ҷавоб: $9,7 \text{ м/с}^2$)
2. Агар дар як вақт як раққосаки математики 10 маротиба ва дигараш 30 маротиба лаппиш кунад, дарозии ин раққосакҳо чӣ гуна нисбат доранд? (Ҷавоб: 9 : 1)
3. Раққосаки математики дарозиаш 2,45 м дар давоми 314 с 100 маротиба мелаппад. Даври лаппиши раққосак ва шитоби озодафтиро барои макони додашуда ёбед. (Ҷавоб: 3,14 с; $9,8 \text{ м/с}^2$)

1.4. Лаппиши бор дар пружин. Табдили энергияи ҷисм ҳангоми лаппиш



Расми 1.4.1

Лаппиши озоди бори дар пружин овехташударо дида мебароем (расми 1.4.1).

Барои ҳолати *a* қувваи ҷандирии ҳангоми кашидашавии пружин ба вучуд оянда $\vec{F}_q$ қувваи вазнинии ба бор таъсиркунанда $\vec{P}$ -ро мувозинат мекунад.

Координатаи x -ро ба тарафи поён равона менамоем ва аввали он ба маркази вазнинии бор ҳангоми дар мавқеи мувозинат буданаш мувофиқ меояд. Барои вазъияти мувозинатии бор $x = 0$ мебошад.

Акнун борро аз мавқеи мувозинат ба поён, то ба масофаи $x = A$ мекӯчонем (расми 1.4.1, *б*).

Дар ин маврид қувваи ҷандирии ба вучудодада $\vec{F}_q$ аз қувваи вазнинӣ $\vec{P}$ калон мешавад. Агар борро сар диҳем дар таҳти таъсири қувваи $\vec{F}_q$ он бо шитоб ба сӯи мавқеи мувозинатӣ ҳаракат мекунад, аммо он наистода, аз сабаби мавҷуд будани инерсия ҳаракаташро ба сӯи боло давом дода, аз мавқеи мувозинат ба масофаи $-A$ майл мекунад (расми 1.4.1, *в*). Дар ин маврид пружини фишурда мешавад ва ба бор қувваи ҷандирии бавучудодадаи $\vec{F}_q^1$ таъсир менамояд, ки ба сӯи поён равона аст.

Дар таҳти таъсири ин қувва бор пас аз лаҳзаи хеле кӯтоҳ ба поён ҳаракат мекунад ва боз аз мавқеи мувозинат гузашта, ба масофаи A майл меҳӯрад ва ба нуқтае меояд, ки ҳаракат аз он ҷо оғоз гардида буд (расми 1.4.1, *б*). Ҳамин тавр, ҷисм як лаппиши пурра мекунад. Аз ҳамин лаҳза сар карда, лаппиши дуюми бор, ки аз ҳама ҷиҳат ба лаппиши якум монанд аст, оғоз мегардад.

Ҳамин тариқ, ҳаракати бор гоҳ ба сӯи поён ва гоҳ ба сӯи боло тақрор мешавад ва он мелаппад. Маълум гардид, ки дар ҳамаи

нуктаҳои роҳи ҳаракати ҷисми лаппанда қувваи бозгардонанда ба мавқеи мувозинатӣ равона мебошад ва ба самти кӯчиши бор муқобил аст. Қувваи бозгардонанда ба бузургии кӯчиш (тамоюл) аз мавқеи мувозинат x мутаносиб мебошад:

$$F_q^1 = -kx.$$

Даври лаппиши раққосаки пружинӣ ба решаи квадрати аз массаи бори овехташуда мутаносиби роста буда ва ба сахтии пружин мутаносиби чаппа мебошад:

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

Инчунин лаппиши раққосаки пружинӣ басомади ба худ хос дорад:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Акнун табдили энергияро ҳангоми лаппиши бори пружин дида мебароем.

Маълум аст, ки энергияи пружини кашида ё фишурдашуда ба $\frac{kx^2}{2}$ баробар мебошад. Ин ҷо k – сахтии пружин ва x – ёзиш ё фишурдашавии он аст. Барои системаи лаппандаи мо тамоюли калонтарини бор аз мавқеи мувозинат $x = A$ мебошад, бинобар он, энергияи потенциалии система ба $\frac{kA^2}{2}$ баробар аст. Энергияи кинетикии система дар ин лаҳза ба сифр баробар аст, чунки дар ин мавқеъ суръати бор ба сифр баробар мебошад. Пас, дар ин лаҳза энергияи потенциалӣ $\frac{kA^2}{2}$ энергияи пурраи системаро ифода менамояд.

Агар системаи лаппандаро сарбаст қабул намоем (дар мавриди ба сифр баробар будани қувваи соиш), он гоҳ ҳангоми ҳаракат энергияи пурраи система тағйир намеёбад. Вақте ки бор ба мавқеи болоӣ (расми 1.4.1, в) ($x = -A$) мерасад, энергияи кинетикии он боз ба сифр баробар ва энергияи пурраи система боз баробари энергияи потенциалӣ $\frac{kA^2}{2}$ мешавад. Дар мавқеи мувозинатӣ энергияи потенциалӣ ба сифр баробар (чунки $x = 0$) ва энергияи пурраи бор ба энергияи кинетикии он $\frac{m\vartheta_m^2}{2}$ баробар мешавад (m – массаи ҷисм, ϑ_m – суръати максималии он дар нуктаи $x = 0$). Энергияи кинетикии бор дар нуктаи мувозинат бояд ба қимати $\frac{kA^2}{2}$ баробар бошад.

14 Ҳамин тариқ, маълум мешавад, ки ҳангоми лаппиши бор энергияи потенциалӣ ва кинетикии он ба ҳамдигар табдил меёбанд.

Дар нуктаҳои байни мавқеи мувозинат ва нуктаҳои канорӣ низ ҷамъаи энергияи кинетикӣ ва потенсиалии он ба энергияи пурраи ҷисми лаппанда баробар аст:

$$W = \frac{kA^2}{2}.$$

Ин ифода нишон медиҳад, ки энергияи пурраи ҷисми лаппанда ба квадрати амплитудайи лаппишҳои он мутаносиб мебошад. Аз баробарии энергияи кинетикӣ ва энергияи потенсиалии бор ифодаро барои вобастагии амплитудайи лаппиш ва суръати

максималии бор ҳосил менамоем: $\frac{m\vartheta_m^2}{2} = \frac{kA^2}{2}.$

$$\frac{A^2}{\vartheta_m^2} = \frac{m}{k} \quad \text{ё} \quad \frac{A}{\vartheta_m} = \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Бори дар пружин овезон чӣ гуна ҳаракат мекунад?
2. Табдилёбии энергияро ҳангоми лаппиши бори дар пружин овезон маънидод намоед.
3. Энергияи кинетикӣ ва потенсиалии бори дар пружин лаппанда бо кадом формулаҳо ифода карда мешаванд?
4. Энергияи потенсиалии бори дар пружин лаппанда аз амплитудайи лаппиш ва сахтии пружин чӣ гуна вобастагӣ дорад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Саққои ба пружин маҳкамшударо аз вазъияти мувозинатӣ ба 1 см қучонида, сар доданд. Агар басомади лаппиши саққо 5 Ҳ бошад, он дар 2 с чӣ қадар роҳ тай мекунад? Хомӯшшавии лаппишҳо ба эътибор гирифта нашавад.

Дода шудааст:

$$A = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$$

$$\nu = 5 \text{ Ҳ}$$

$$t = 2 \text{ с}$$

Ҳал. Дар як лаппиши пурра саққо масофаи

$S_1 = 4A$ -ро тай мекунад. Масофаи дар давоми

2 с тай кардаи саққо баробар аст:

$$S = nS_1. \quad (1)$$

$S = ?$

Дар ин ҷо n – шумораи лаппишҳои саққо аст.

Барои муайян кардани n аз ифодаи даври лаппиш истифода мебарем:

$$T = \frac{t}{n}; \quad \frac{1}{\nu} = \frac{t}{n}.$$

$$\text{Аз ин ҷо } n = \nu t. \quad (2)$$

Аз баробарии (1) ва (2) ҳосил мекунем:

$$S = \nu t S_1 = 4\nu A t. \quad (3)$$

Қиматҳои ададиро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$S = 4 \cdot 5 \text{ Ҳ} \cdot 0,01 \text{ м} \cdot 2 \text{ с} = 0,4 \text{ м}.$$

Ҷавоб: $S = 0,4 \text{ м}.$

2. Массай бореро ёбед, ки дар пружини сахтиаш 250 Н/м овезон буда, дар 16 с, 20 маротиба мелаппад.

Дода шудааст:

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$t = 16 \text{ с}$$

$$n = 20 \text{ лаппиш}$$

$$m = ?$$

Хал. Даври лаппиши борро аз ифодаҳои зерин муайян кардан мумкин аст:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \quad (1)$$

$$T = \frac{t}{n}. \quad (2)$$

Аз формулаҳои (1) ва (2) ҳосил мекунем: $\left(\frac{t}{n}\right)^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k^2}$.

Аз ин ҷо барои ҳисоб намудани массаи бор ҳосил мекунем:

$$m = \frac{kt^2}{4\pi^2 n^2}; \quad m = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot (16 \text{ с})^2}{4 \cdot (3,14)^2 \cdot (20)^2} = 4 \text{ кг}.$$

$$\text{Ҷавоб: } m = 4 \text{ кг}.$$

МАШҚ

1. Бори массааш 400 г дар пружини сахтиаш 250 Н/м овезон кардашуда мелаппад. Амплитудай лаппиш 15 см аст. Энергияи механикии пурраи лаппиш ва суръати максималии ҳаракати борро ёбед. (Ҷавоб: 2,8 Ҷ; 3,9 м/с)
2. Бори массааш 100 г бо таъсири пружин бо басомади 2 Ҳ лаппиш меҳӯрад. Сахтии пружин ёфта шавад. (Ҷавоб: 15,8 Н/м)

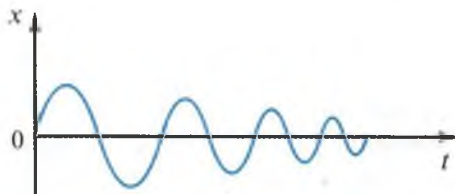
1.5. Лаппишҳои маҷбурӣ. Резонанс

Чӣ тавре ки дар параграфи 1.1 қайд гардид, лаппишҳои озод ҳомӯшшавандаанд. Дар ҳақиқат ҳам, дар шароити воқеии заминӣ ягон ҳаракат аз таъсири қувваи соиш эмин намебошад. Қувваи соиш ҳамеша муқобили ҳаракат таъсир дорад ва кори он манфӣ аст.

Ин кори манфӣ энергияи пурраи ҷисми лаппандаро кам мекунад. Камшавии энергия камшавии амплитудай лаппишро ба вуҷуд меорад ва оҳиста-оҳиста лаппиш ҳомӯш мешавад (расми 1.5.1).

Ҳамин тарик, *лаппишҳои ҳомӯшшаванда* лаппишҳоеанд, ки амплитудаашон бо гузашти вақт кам шуда меравад. Ҳар қадаре, ки қувваи соиш калон бошад, амплитудай лаппишҳо зудтар кам мешаванд.

Дар сурати зиёд будани қувваи соиш лаппиш ба амал намеояд. Лаппишҳои озоди механикӣ, ки дар муҳитҳои бемуқовимат ба амал меоянд, *лаппишҳои хусусӣ* ва басомади



Ҳангоми аз болои кӯпрукҳо ҳамоҳангона қадамзанон гузаштани аскарон, дар натиҷаи ба амал омадани резонанс ҳангоми баробар гардидани басомади қадамгузори аскарон бо басомади хусусии лаппиши кӯпрук, мумкин аст, ки кӯпрук хароб гардад. Бинобар ин, барои пешгирӣ кардани оқибатҳои харобиовари ҳодисаи резонанс мошинҳо, воситаҳои нақлиёт, механизмҳо, дастгоҳҳо ва амсоли онҳоро тавре бунёд кардан лозим аст, ки ҳангоми истифодаи онҳо ҳодисаи резонанс ба амал наояд. Дар зиндагонии ҳаррӯзаамон мо ҳодисаи резонансро мушоҳида менамоем.

Масалан, ҳангоми аз назди хонаи истиқоматӣ гузаштани мошини боркаши вазнин шишаҳои тирезаҳои хона ба лаппиш даромада, садо мебароранд, чунки дар ин маврид басомади хусусии лаппишҳои шишаҳои тиреза ба басомади лаппишҳои бино, ки дар натиҷаи ҳаракати мошин ба амал меояд, баробар гардида, резонанс ҳосил мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна лаппишҳоро хомӯшшаванда меноманд?
2. Лаппишҳои маҷбурӣ чи тавр ба амал меоянд?
3. Резонанс чист? Амплитудаи лаппиш ҳангоми резонанс ба қувваи соиш чӣ гуна вобастагӣ дорад?
4. Дар бораи аҳамият ва зарари резонанс маълумот диҳед.

1.6. Мавҷи механикӣ

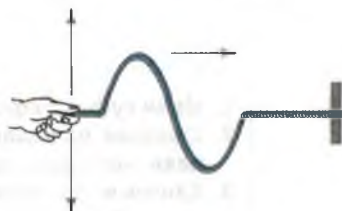
Агар лаппиши ҷисм дар муҳити чандир (об, ҳаво, пружин, аргамчин, ҷисмҳои сахт ва ғайра) ба вучуд ояд, ё ҷисми лаппанда қисми ин муҳитро ташкил намояд, заррачаҳои ба ҷисм ҳамсоия муҳит ба лаппиш медарояд ва лаппиш дар муҳит паҳн мешавад.

Паҳншавии лаппишро дар муҳитҳои чандир мавҷ меноманд.

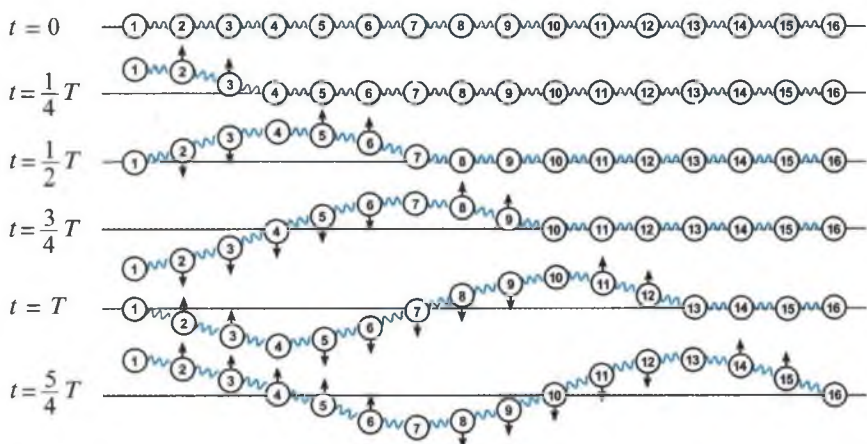
Масалан, ҳангоми сангро ба оби ором партофтан санг обро ба ларзиш медарорад ва лаппиш дар об паҳн гардида, мавҷро ба вучуд меорад. Ресмони дарози як нӯғаш басташударо алвонҷ диҳем, он гоҳ қад-қади он мавҷ паҳн мешавад (расми 1.6.1).

Ҳангоми ҳосилшавии мавҷ ҳеҷ гуна кӯчиши модда ба амал намеояд, зарраҳои муҳите, ки дар он мавҷ паҳн мегардад, танҳо дар мавқеи мувозинатиашон мелаппанд.

Масалан, ҳангоми вазидани шамол дар майдони надаравидаи алафзор дар натиҷаи лаппиши алафҳо ҳама рост шудани онҳо мавҷ дар алафзор паҳн мешавад, вале пояхи алаф аз ҷои худ беҷо намешаванд.



Расми 1.6.1



Расми 1.6.2

Дар расми 1.6.2 ҳосилшавии мавҷ дар занҷири сакқочаҳое, ки байни худ бо пружинҳои якхела алоқаманданд, нишон дода шудааст.

Ҳар як сакқоча массаи m дорад ва дар байнашон қувваи чандирӣ таъсир мекунад. Агар сакқочаи 1-ро ба боло кашида сар дихем, он гоҳ пружине, ки сакқочаи 1-ро ба сакқочаи 2 мепайвандад, кашида мешавад ва қувваи чандирӣ ба вуҷуд меояд. Дар таҳти таъсири ин қувва сакқочаи 2 ба лаппиш медарояд.

Дар натиҷа пружини дигар тазйиқ ёфта (деформатсия шуда), сакқочаи 3 ба лаппиш медарояд ва лаппиш ба сакқочаҳои дигари занҷир кӯчонида мешавад. Ҳамаи сакқочаҳо дар мавқеи мувозинатии худ бо даврҳо ва амплитудаҳои якхела лаппиш меҳӯранд, чунки онҳо массаи баробар ва ҳамаи пружинҳо саҳтии якхела доранд. Ҳамин тариқ, лаппиш дар фосилаи вақти муайян, аз сакқочаи 1-ум то ба сакқочаи 13-ум нақл карда мешавад ва мо дар занҷири сакқочаҳо ҳосилшавии мавҷро мушоҳида менамоем.

Чӣ тавре ки маълум аст, лаппиш энергияи муайян дорад ва он ба квадрати амплитудаи лаппиш мутаносиб мебошад. Ҳангоми нақли лаппиш энергияи он низ аз як ҷой ба ҷойи дигари муҳит нақл карда мешавад. Ҳамин тариқ, мавҷ ноқили энергия низ ба шумор меравад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Мавҷ гуфта, чиро меноманд?
2. Ҳангоми паҳншавии мавҷ кӯчиши моддае, ки дар он мавҷ паҳн мегардад, оё ба амал меояд?
3. Ҳангоми паҳншавии мавҷ дар муҳит чӣ нақл карда мешавад?

1.7. Дарозии мавҷ. Суръати паҳншавии мавҷ

Мувофиқи расми 1.6.2 то дами аз мавкеи мувозинат то мавкеи болотарин расидани саққои 1 саққоҳои 2 ва 3 ба лаппидан сар мекунад. Ҳангоми ба мавкеи мувозинат баргаштани саққои 1 саққоҳои 4–6 ва ғайраҳо ба лаппиш медароянд.

Саққои 1 як лаппиши пурраро баъди муддати вақти ба як даври лаппиш T баробар анҷом медиҳад. Саққои 2 лаппиши пурраи худро баъди саққои 1 ва саққои 3 лаппиши пурраи худро баъди саққои 2 ва ғайраҳо ба охир мерасонад.

Саққои 13 баъди як даври лаппиши саққои 1 ба лаппиш медарояд. Ҳамин тариқ, баъди муддати вақти ба як даври лаппиш T баробар лаппиш то саққои 13 рафта мерасад, яъне саққои 13 лаппиши якуми худро дар лаҳзае сар мекунад, ки саққои 1 ба лаппиши дуум оғоз мекунад.

Масофаеро, ки мавҷ дар муддати як даври лаппиш тай мекунад, дарозии мавҷ меноманд. Дарозии мавҷ бо ҳарфи юнонӣ λ (лямбда) ишора карда мешавад.

Саққоҳое, ки аз ҳамдигар дар масофаҳои λ , 2λ , 3λ , 4λ ва ғайра воқеанд, ҳаракаташон ба якдигар монанд мешавад: онҳо дар як вақт боло мераванд, дар як вақт аз мавкеи мувозинат мегузаранд, дар як вақт поён мефароянд, дар як вақт лаппиши навбатии худро анҷом медиҳанд ва лаппиши ояндаашонро оғоз мекунанд.

Яъне дарозии мавҷ ба масофаи байни ду нуқтаи ба якдигар наздиктарине (дар занҷири саққоҳо), ки як хел ҳаракат мекунанд ва аз мавкеи мувозинат як хел дурӣ доранд, баробар аст. Ба ин намуд ҳосилшавӣ ва паҳншавии мавҷҳо дар ҷисмҳои воқеӣ низ мушоҳида карда мешаванд. Маълум гардид, ки мавҷ – ин густариши лаппишҳо дар фазо мебошад ва ин густариш суръати муайян дорад.

Суръати густариши лаппишро дар муҳит суръати мавҷ меноманд.

Азбаски дар фосилаи вақти ба як даври лаппиш T баробар мавҷ ба масофаи як дарозии мавҷ густариш меёбад, бинобар ин, суръати мавҷ v чунин муайян карда мешавад:

$$v = \frac{\lambda}{T}. \quad (1.7.1)$$

Аз ин ҷо барои дарозии мавҷ ҳосил мекунем:

$$\lambda = v \cdot T. \quad (1.7.2)$$

Маълум аст, ки даври лаппиш T бо басомади он чунин алоқамандӣ дорад:

$$T = \frac{1}{v}. \quad (1.7.3)$$

Бинобар он, аз (1.7.2) навиштан мумкин аст:

$$\lambda = \frac{v}{v} \quad \text{ё} \quad v = \lambda v. \quad (1.7.4)$$

Яъне суръати мавҷ ба ҳосили зарби дарозии мавҷ ва басомади лаппиш баробар аст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дарозии мавҷ гуфта, чиро меноманд?
2. Суръати мавҷ гуфта, чиро меноманд?
3. Формулаҳои ҳисоб кардани суръати мавҷро нависед.

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Мавҷ дар сатҳи оби кӯл бо суръати 6 м/с паҳн мешавад. Агар дарозии мавҷ 3 м бошад, давр ва басомади лаппишҳоро муайян намоед.

Дода шудааст: **Ҳал.** Аз формулаи суръати мавҷ истифода мебарем:

$$\begin{aligned} v &= 6 \text{ м/с} \\ \lambda &= 3 \text{ м/с} \end{aligned} \quad v = \frac{\lambda}{T}. \quad \text{Аз ин ҷо} \quad T = \frac{\lambda}{v} = \frac{3 \text{ м}}{6 \text{ м/с}} = 0,5 \text{ с}.$$

$T = ?$

Басомади лаппишро муайян менамоем:

$v = ?$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \text{ с}} = 2 \text{ Ҳ}.$$

Ҷавоб: $T = 0,5 \text{ с}; v = 2 \text{ Ҳ}.$

2. Моҳигир мушоҳида кард, ки дар мавҷ 20 лаппиши қаровулак дар 10 с ба вучуд меояд ва масофаи байни дўнгиҳои ҳамсояи мавҷ 1,2 м аст. Суръати мавҷро ёбед.

Дода шудааст: **Ҳал.** Суръати мавҷ баробар аст:

$n = 20$ лаппиш

$$v = \frac{\lambda}{T}. \quad (1)$$

$t = 10 \text{ с}$

$\lambda = 1,2 \text{ м}$

Қимати даври лаппиш $T = \frac{t}{n}$ -ро ба формулаи (1) гузошта, ҳисоб мекунем:

$v = ?$

$$v = \frac{\lambda n}{t}; \quad v = \frac{1,2 \text{ м} \cdot 20}{10 \text{ с}} = 2,4 \text{ м/с}.$$

Ҷавоб: $v = 2,4 \text{ м/с}.$

МАШҚ

1. Дар уқёнус дарозии мавҷи ҳосилгардида ба 270 м ва даври он ба 13,5 с баробар аст. Суръати паҳншавии мавҷро муайян кунед. (**Ҷавоб:** 20 м/с)
2. Заврақ дар мавҷи бо суръати 1,5 м/с паҳншуда лаппиш меҳӯрад. Масофаи наздиктарини байни ду дўнгии мавҷ ба 6 м баробар аст. Даври лаппиши заврақ муайян карда шавад. (**Ҷавоб:** 4 с)
3. Одаме дар соҳили дарё муайян кард, ки масофаи байни дўнгиҳои паси ҳамдигар тақроршудаи мавҷ ба 12 м баробар будааст. Ғайр аз ин, вай ҳисоб кард, ки дар давоми 75 с аз наздаш 16 тегаи мавҷ гузаштааст. Суръати паҳншавии мавҷ муайян карда шавад. (**Ҷавоб:** 2,4 м/с)

1.8. Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ

Аз расми 1.6.2 маълум гардид, ки дар занҷири сакқоҳо лаппишҳо (мавҷҳо) аз рӯи хати уфуқӣ густариш меёбанд ва сакқоҳо аз рӯи хати амудӣ мелаппанд.

Мавҷҳое, ки дар онҳо зарраҳои муҳит нисбат ба самти густариши мавҷ амудӣ мелаппанд, мавҷҳои арзӣ номида мешаванд.

Мавҷҳои арзӣ дар ҳисмҳое, ки ба деформатсияи пешравӣ дучор мегарданд, ба амал меояд, яъне танҳо дар ҳисмҳои саҳт ба назар мерасад. Дар занҷири сакқоҳо мавҷро ба тарзи дигар низ ҳосил кардан мумкин аст.

Агар сакқои якумро ба сӯи чап ё рост кашида сар диҳем (расми 1.8.1), он ба лаппиш меагарояд ва ин лаппишҳо низ қад-қадӣ занҷир давида, то нуғи дигари он мерасанд, яъне дар ин маврид ҳам мавҷ ҳосил мегардад. Аммо дар ин маврид лаппиши сакқоҳо аз рӯи хате, ки лаппишҳо қад-қадӣ он густариш меёбанд, ба амал меояд.

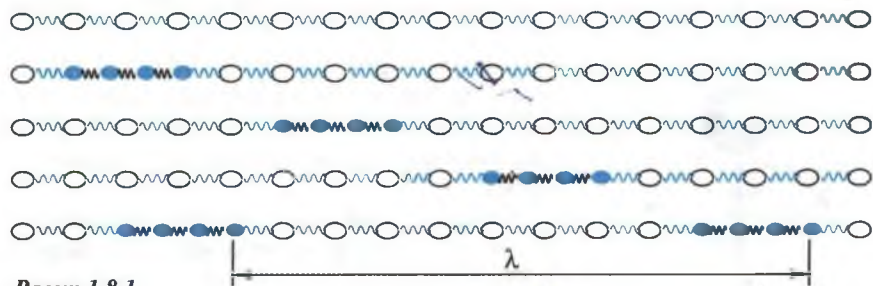
Мавҷҳое, ки дар онҳо самти лаппишҳои зарраҳои муҳит ба самти густариши мавҷ мувофиқ меояд, мавҷҳои тӯлӣ номида мешаванд.

Ҳосилшавии мавҷ дар пружини фишурда ё дарозкардашуда, мавҷҳои садогӣ дар ҳаво, дар лулаҳои асбобҳои нафасӣ мавҷҳои тӯлӣ ба шумор мераванд. Мавҷҳои тӯлӣ дар ҳисмҳои саҳт, моеъҳо ва газҳо ба вуҷуд омада метавонанд.

Ҳангоми ба вуҷуд омадани мавҷҳои арзӣ шакли зоҳирии занҷири сакқоҳо (расми 1.6.2) тағйир меёбад ва дар он ҳамихову дунғиҳо пайдо мешаванд. Масофаи байни ду дунғӣ ё ду ҳамии ҳамсоя ба дарозии мавҷ баробар мебошад. Ҳангоми ба вуҷуд омадани мавҷи тӯлӣ шакли занҷири сакқоҳо тағйир намеёбад, аммо дар он ҷафсу тунукшавиҳо ба амал меояд. Масофаи байни ду ҷафсшавиҳо ё ду тунукшавиҳои ҳамсоя низ ба дарозии мавҷ баробар аст.

Ҳамин тарик, ба самти мавҷҳои арзӣ дунғиҳою ҳамиҳо ва ба самти мавҷҳои тӯлӣ ҷафсшавиҳою тунукшавиҳо густариш меёбанд.

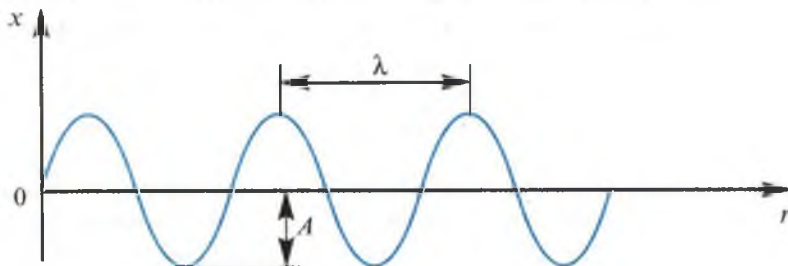
Ҳангоме, ки мавҷ муҳитро пурра фаро мегирад, ҳамаи зарраҳои муҳит мелаппанд.



Расми 1.8.1

Графики мавҷ дар расми 1.8.2 нишон дода шудааст ва он ҷойивазкунии ҳамаи зарраҳои муҳитро аз масофа то манбаи лаппиш дар лаҳзаи вақти додашуда нишон медиҳад.

Ҳамин тариқ, дар байни графикҳои лаппиш ва мавҷ монандии зоҳирӣ мавҷуд аст, мазмунан онҳо гуногун мебошанд.



Расми 1.8.2

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

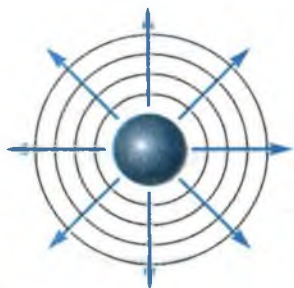
1. Чӣ гуна мавҷҳоро мавҷҳои арзӣ меноманд?
2. Чӣ гуна мавҷҳоро мавҷҳои тӯлӣ меноманд?
3. Мавҷҳои арзӣ дар чӣ гуна муҳитҳо ҳосил мегарданд?
4. Мавҷҳои тӯлӣ дар чӣ гуна муҳитҳо ба амал меоянд?
5. Аз рӯи шумораи дунгиҳою ҳамиҳо шумораи дарозии мавҷро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

1.9. Инъикос ва шикасти мавҷҳо

Дар муҳитҳои якҷинса мавҷ аз маркази лаппиш бо як суръат паҳн мешавад.

Муҳите, ки ба ҳама самт хосиятҳои якхела дорад, *муҳити изотропӣ* меноманд. Ҷои геометрии нуктаҳое, ки дар ягон лаҳзаи вақт лаппиш омада мерасад, *фронти мавҷ* номида мешавад.

Равише, ки аз рӯи он мавҷ паҳн мешавад, *нур* номида мешавад.

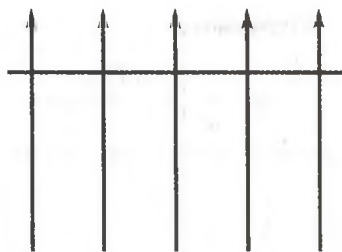


Агар фронти мавҷ курашакл бошад (расми 1.9.1), нурҳо аз рӯи радиусҳо равона мешаванд.

Ҳамин тариқ, дар муҳити изотропӣ нурҳо ба фронти мавҷ нормалӣ мебошанд. Агар маркази лаппиш беохир дур бошад, фронти мавҷ ба ҳамворӣ мубаддал мегардад (расми 1.9.2).

Мавҷе, ки фронташ аз ҳамворӣ иборат аст, *мавҷи ҳамвор* номида мешавад. Барои мавҷи ҳамвор нурҳо параллел мебошанд.

Агар мавҷ ба сарҳади ду муҳити хосиятҳояшон гуногун расад, вай ба ду даста ҷудо мешавад. Яке аз онҳо ба муҳити якум бармегардад ва ин ҳодисаро инъикоси мавҷ меноманд. Дуюмаш ба муҳити дуюм паҳн шуда, самти худро тағйир медиҳад ва ин ҳодисаро шикасти мавҷ меноманд.



Расми 1.9.2

Инъикос ва шикасти мавҷҳо ба қонунҳои муайян итоат мекунанд.

Дар роҳи мавҷи куравии дар зарфи паҳнои обдор паҳншаванда лавҳаи ҳамвори дарозиаш аз дарозии мавҷ хеле калонро мегузorem (расми 1.9.3). Дар паси лавҳа сатҳи об ором мемонад ва ба он соҳа мавҷ паҳн намегардад.

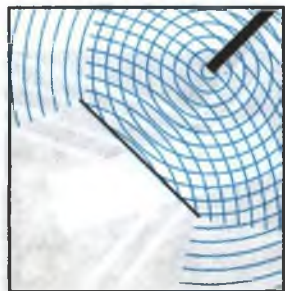
Мавҷҳои ба сатҳи пеши лавҳа афтанда аз он инъикос гардида, ба самти муқобил паҳн мегарданд. Мавҷҳои аз лавҳа инъикосшударо мавҷҳои ба он афтанда ҳосил менамоянд. Мавҷҳои инъикосшуда шакли камонҳои марказонидашударо доранд ва дар якҷоягӣ бо мавҷҳои афтанда дар пеши сатҳи лавҳа манзараи турмонандро ҳосил мекунанд.

Дар расми 1.9.4 самти паҳншавии мавҷҳои афтида ва мавҷҳои инъикосшуда барои мавҷи ҳамвор бо хатҳои канда-кнда нишон дода шудааст.

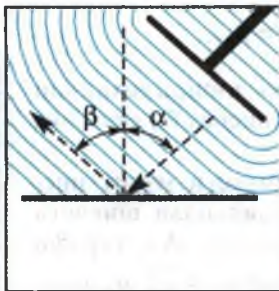
Кунҷи байни нури афтида ва перпендикуляри ба нуктаи афтиши нур ба сатҳи лавҳа фурувардашуда α , кунҷи афтиши нур ва кунҷи байни нури инъикосшуда ва ин перпендикуляр β кунҷи инъикоси нур номида мешаванд.

Таҷрибаҳо тасдиқ менамоянд, ки барои ҳамаи ҳолатҳои лавҳаи инъикоскунанда кунҷи афтиши нур ба кунҷи инъикоси он баробар мебошад: $\alpha = \beta$.

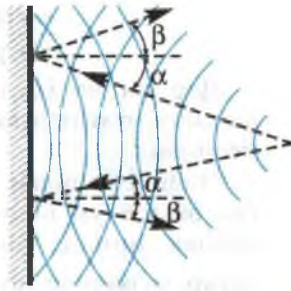
Мувофиқи расми 1.9.4 нури афтида, нури инъикосшуда ва перпендикуляре, ки дар нуктаи афтиши нур фуруварда шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд.



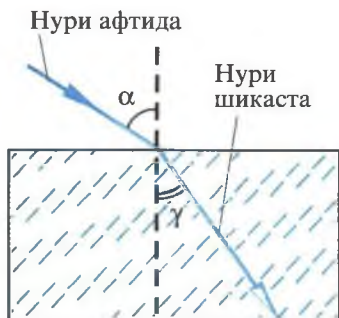
Расми 1.9.3



Расми 1.9.4



Расми 1.9.5



Расми 1.9.6

Дар асоси хулосаҳои боло қонуни инъикоси мавҷҳо ба таври зайл таъриф дода мешавад: **нури афтида, нури инъикосшуда ва перпендикулярӣ дар нуктаи афтиши нур гузаронидашуда дар як ҳамворӣ меҳобанд ва кунҷҳои афтишу инъикоси нур баробаранд.**

Дар расми 1.9.5 иҷрошавии қонуни инъикоси мавҷҳо барои мавҷҳои куравӣ нишон дода шудааст. Кунҷи инъикос β барои мавҷҳои нуктаҳои гуногуни ҳамвории инъикоскунанда гуногун

буда ва барои ҳар як нукта ба кунҷи афтиш баробар мебошад.

Мавҷҳои афтида ва инъикосгардида дар ҳамон як муҳит паҳн мегарданд ва суръатҳояшон баробаранду дар фосилаҳои баробари вақт масофаҳои баробарро тай мекунанд.

Қонуни инъикос барои мавҷҳои дилҳох, аз он ҷумла, мавҷҳои садоӣ ва рушноӣ низ иҷро мешавад. Масалан, дар мавриди ба мамониат бархӯрдани мавҷҳои садо он инъикос меёбад ва акси он шунида мешавад. Дар қўҳҳо акси садо баъди чанд муддат такроран шунида мешавад.

Ҳамаи мавҷҳо новобаста аз табиаташон дар сарҳади ду муҳит мешикананд. Қонунеро, ки ба он шикасти мавҷҳо итоат мекунанд, қонуни шикасти мавҷҳо меноманд. Дар расми 1.9.6 шиканиши мавҷҳо дар сарҳади ду муҳит нишон дода шудааст.

Аз расми 1.9.6 дида мешавад, ки нури мавҷи афганда дар сарҳади ду муҳит шикаста, равишро тағйир медиҳад. γ – кунҷи шикасти нур номида мешавад. Мувофиқи қонуни шикасти мавҷҳо:

- 1) нури афтида, нури шикаста ва перпендикулярӣ ба нуктаи афтиши нур ба сарҳади ду муҳит фуруварда шуда, дар як ҳамворӣ меҳобанд;
- 2) нисбати синуси кунҷи афтиши нур ба синуси кунҷи шикасти он барои ду муҳити додашуда бузургии собит мебошад ва он нишондиҳандаи нисбии шикасти муҳитҳо (n_{21}) номида мешавад:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21}.$$

Дар ин ҷо (n_{21})-ро нишондиҳандаи шикасти муҳити дуум нисбат ба якум низ меноманд.

Нишондиҳандаи шикасти муҳит нисбат ба вакуум нишондиҳандаи шикасти мутлақ номида мешавад. Аз тарафи дигар, мувофиқи таъриф $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$, n_1, n_2 –



Расми 1.9.7

мутлақи муҳитҳои якум ва дуум мебошад. Аз ин ҷо маълум мешавад, ки ҳар як муҳит нишондиҳандаи шикасти худро дорад.

Инъикос ва шиканиш барои мавҷҳои рӯшноӣ ба таври аёнӣ ҳеле хуб мушоҳида карда мешавад. Дастаи борики рӯшноиро ба лавҳаи шишагии ғафс равона намуда, дар сарҳади ҳаво ва шиша дар як вақт инъикос ва шикасти рӯшноиро мушоҳида менамоям (расми 1.9.7).

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Инъикоси мавҷ гуфта, чиро меноманд?
2. Шикасти мавҷро маънидод намоед.
3. Нури афтида ва нури шикаста чӣ гуна нурҳоянд?
4. Қонуни инъикоси мавҷ чӣ тавр таъриф карда мешавад?
5. Кунҷи афтиш ва кунҷи шикаст чӣ гуна кунҷҳоянд?
6. Қонуни шикасти мавҷро таъриф диҳед.
7. Нишондиҳандаи нисбии шикасти муҳитҳое, ки дар онҳо мавҷ густариш меёбад, чӣ тавр муайян карда мешавад?
8. Нишондиҳандаи шикасти мутлақ чист?

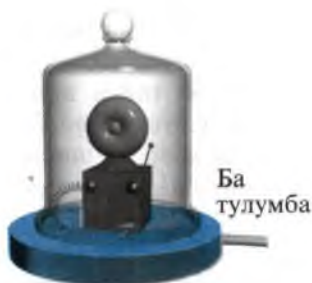
1.10. Мавҷҳои садо

Мавҷҳои чандирие, ки дар ғуши одаму ҳайвонот эҳсосоти шунавоӣ ҳосил мекунанд, мавҷҳои садо номида мешаванд. Фасли физикае-ро, ки ҳодисаҳои садогиро меомӯзад, *акустика (садошиносӣ)* меноманд. Садоҳо ҳеле зиёданд. Масалан, овозҳои одам, парандагон, раъду барқ, асбобҳои мусиқӣ, ғурӯси нақлиётҳои гуногун садо ба шумор мераванд.

Ғушҳои инсон садоҳои басомади лаппишашон аз 16 X (Ҳерте) то 20000 X -ро мешунавад. Лаппиш ва мавҷҳои дар ин ҳудуди басомадҳо хобандаро мувофиқан лаппиш ва мавҷҳои садоӣ меноманд. Садоҳои басомадашон аз 16 X камро *инфрасадо* (аз латинӣ – *поёнӣ*), аз 20000 X то 10^8 X -ро *ультрасадо* (аз латинӣ – *зиёда, бузург*) ва аз 10^8 X то 10^{10} X -ро *гиперсадо* (аз юнонӣ – *аз ҳад зиёд*) меноманд. Асосан лаппиш ва мавҷҳои садоӣ дар ҳаво паҳн мешавад. Ҷисмҳои лаппанда дар ҳаво мавҷро ҳосил мекунанд.

Ин мавҷ ба ғуши одам расида, пардаи онро ба лаппиш медарорад. Агар басомади он дар ҳудуди мавҷҳои садоӣ хобад, ғуш онро ҳамчун садо мешунавад. Садо дар ҷои беҳаво (вакуум) паҳн шуда наметавонад. Соли 1660 олими англис Роберт Бойл дар яке аз таҷрибаҳои худ инро исбот намуда буд. Агар ҳавои дохили зарф бо тулумба (насос) кашида шавад, садои зангӯлаи дохили он шунида намешавад (расми 1.10.1).

Садо дар моеъ ва ҷисмҳои сахт ҳам паҳн мешавад. Садоро ҷисмҳои эластикӣ ҳеле хуб паҳн мекунанд. Ҷисмҳои эластикӣ



Расми 1.10.1

намдошта (пахта, мохут ва гайра) садоро қариб паҳн намекунанд, чунки дар натиҷаи мавҷуд будани соиш зарраҳои онҳо зуд аз лаппиш мемонанд.

Садо дар ҷисмҳои сахт ба намуи мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ ва дар моеъҳо ва газҳо ба намуи мавҷҳои тӯлӣ паҳн мегардад.

Манбаҳои мавҷҳои садо – камертон (расми 1.10.2), мембранаи телефон, баландгӯяки радио шаклу андозаҳои гуногун доранд.

Агар манбаи садо аз лавҳаи ҳамвори андозааш аз дарозии мавҷи садои он калон бошад, он гоҳ он ба равиши лаппиши худ мавҷҳои садои фронташ ҳамворро (мавҷи ҳамворро) паҳн менамояд.

Агар андозаи манбаи садо аз дарозии мавҷи садои он хурд бошад, аз он мавҷи садои ба ҳама равиш, яъне куравӣ паҳн мешавад.

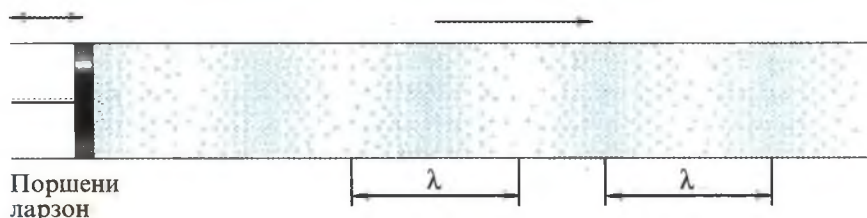
Ҳангоми паҳншавии мавҷҳои тӯлӣ дар газҳо соҳаҳои пай дар пайи зичшавиҳою тунукшавиҳои газӣ ба вучуд меоянд (расми 1.10.3).

Дар моддаҳои гуногун садо бо суръатҳои гуногун паҳн мешавад. Чунки суръати паҳншавии садо аз зичӣ, ҳосиятҳои эластикӣ, ҳарорат вобастагӣ дорад. Суръати садоро аввалин бор соли 1636 олими фаронси Марен Мерсенн бо роҳи таҷрибавӣ муайян карда буд. Ӯ шабона ҳангоми тирпарронӣ фосилаи байни дидани равшании тир ва шунидани садои тирро чен карда, масофаро ба ин фосилаи вақт тақсим намуда, суръати садоро дар ҳаво ҳисоб кард. Бо ҳамин усул суръати садоро дар об (дар қули Женева) соли 1826 Я. Колладон ва Ж. Штурм чен намуданд. Суръати садо дар моеъҳо ва ҷисмҳои сахт нисбат ба ҳаво хеле зиёд аст.

Дар ҳаво, дар ҳарорати 20°C суръати мавҷҳои садо (ҳамаи дарозииҳои мавҷ) ба 340 м/с баробар аст. Суръати садо барои муҳитҳои гуногун дар ҷадвали 1.10.1 оварда шудааст.



Расми 1.10.2



Расми 1.10.3

Муҳит (модда)	Суръати садо (м/с)
Оби баҳр	1530
Об (дар 20°C)	1483
Оҳан	5850
Резин	1800
Гидроген	1284

Суръати садо ϑ бо дарозии мавҷ λ ва басомади лаппишҳо ν чунин алоқамандӣ дорад:

$$\vartheta = \lambda \nu. \quad (1.10.1)$$

Аз формулаи (1.10.1) дида мешавад, ки дарозии мавҷи ҳамон як садо дар муҳитҳои гуногун қимати ҳархела дорад, чунки суръати садо дар ин муҳитҳо гуногун мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Садо гуфта, чиро меноманд?
2. Кадом фасли физикаро акустика меноманд?
3. Лаппишҳои садогӣ чӣ гуна басомадҳо доранд?
4. Чӣ гуна садоҳоро инфрасадо меноманд?
5. Ультрасадо ва гипертсадо чӣ гуна садоҳоянд?
6. Гуши одам чӣ гуна садоро ҳис мекунад?
7. Дар чӣ гуна муҳитҳо садо густариш ёфта метавонад?
8. Манбаъҳои садоро номбар намоед.
9. Аз манбаъҳои садо кадом вақт мавҷҳои ҳамвор ва кадом вақт мавҷҳои куравӣ густариш меёбанд?
10. Суръати садо ба дарозии мавҷ ва басомади лаппишҳо чӣ гуна алоқамандӣ дорад?
11. Барои чӣ дар муҳитҳои гуногун суръати садо қиматҳои гуногун дорад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Ҳангоми раъду барқ шахсе овози раъдро баъди 15 с-и афрузиши барқ шунид. Разряди ба вучудода аз ин шахс дар кадом масофа буд? Суръати садо дар ҳаво ба 340 м/с баробар аст.

Дода шудааст:

$$t = 15 \text{ с}$$

$$\vartheta = 340 \text{ м/с}$$

$$S = ?$$

Ҳал. Барои муайян кардани масофаи байни шахс ва разряди ба вучудода аз формулаи суръат истифода мебарем:

$$\vartheta = \frac{S}{t}.$$

$$\text{Аз ин ҷо } S = \vartheta \cdot t.$$

Қиматҳои ададиро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$S = 340 \text{ м/с} \cdot 15 \text{ с} = 5100 \text{ м.}$$

Ҷавоб: $S = 5100 \text{ м.}$

2. Дарозии мавҷи садо дар ҳаво барои овози пасти тарини мардона ба 4,3 м ва барои овози баландтарини занона ба 25 см мерасад. Басомади лаппиши ин овозҳоро ёбед. Суръати садо дар ҳаво ба 340 м/с баробар аст.

Дода шудааст:

$$\lambda_1 = 4,3 \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

$$v = 340 \text{ м/с}$$

Ҳал. Аз формулаи вобастагии байни суръати садо, дарозии мавҷи садо ва басомади лаппиши истифода бурда, басомади садоро меёбем:

$$v = \lambda \nu.$$

$$\text{Аз ин ҷо } \nu = \frac{v}{\lambda}.$$

$$\nu_1 - ?$$

$$\nu_2 - ?$$

Қиматҳои ададиро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$\nu_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{340 \text{ м/с}}{4,3 \text{ м}} = 79 \text{ Х;} \quad \nu_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{340 \text{ м/с}}{0,25 \text{ м}} = 1360 \text{ Х.}$$

Ҷавоб: $\nu_1 = 79 \text{ Х; } \nu_2 = 1360 \text{ Х.}$

МАШҚ

1. Ҳангоми парвоз хомӯшак бештар пар мезанад, ё магас?
2. Масофа то монетае, ки садоро инъикос мекунад, 68 м аст. Одам акси садоро пас аз чанд вақт мешунавад? (*Ҷавоб:* 0,4 с)
3. Садои тӯп баъди 20 с-и дидани афрузиш шунида шуд. Масофаи байни мушоҳидачӣ ва тӯпро муайян намоед. Суръати садо дар ҳаво ба 340 м/с баробар аст. (*Ҷавоб:* 6800 м)

1.11. Таъсифҳои садо

Мо садоҳои мусиқӣ ва галогуларо аз ҳамдигар фарқ менамоем.

Садое

Садое, ки эҳсосоти форамо ба вучуд меорад, садои мусиқӣ номида мешавад.

Ба садои мусиқӣ садои асбобҳои мусиқӣ, камертон, овози сурудхон ва ғайра дохил мешаванд.

Садое, ки эҳсосоти нофорамо ба вучуд меорад, галогула номида мешавад. Ба галогула садои дарахтзор ҳангоми вазидани шамол, садои одамони бисёри дар як вақт гапзананда, овози ҳаракати вагонҳои поезду трамвай, садои мотори ҳавопаймою чархбол, садои дастгоҳҳои фабрикаю заводҳо дохил мешаванд.

Лаппиши ҳисмҳои дар фосилаҳои баробари вақт ба амал оянда (тори асбоби мусиқӣ, камертон) садои мусиқиро ва лаппиши ҳисмҳои дар фосилаҳои нобаробари вақт баамалоянда (вагонҳои

поезд) ғалоғуларо ҳосил мекунанд. Ғалоғула аз садоҳои басомадашон ҳархела иборат мебошад.

Муқаррар намудани фарқи садоҳои мусикӣ ва ғалоғула хеле душвор мебошад, чунки ҳама он як садо барои як одам садои мусикӣ ва барои шахси дигар ғалоғула ба шумор меравад.

Масалан, садои кӯдаки навзод барои волидайнӣ он чун садои мусикӣ ва барои дигарон ҳамчун ғалоғула ҳис карда шуданаш мумкин аст.

Тавсифҳои асосии садо интенсивият (I қувваи садо), баландӣ ва тембр ба шумор мераванд. Интенсивияти садо I бо миқдори энергияи W , ки дар воҳиди вақти t аз воҳиди сатҳи S ба самти паҳншавии мавҷи садогӣ амудан ҷойгирбуда нақл меёбад, баробар аст:

$$I = \frac{W}{S \cdot t} \quad (1.11.1)$$

Воҳиди интенсивият Вт/м^2 мебошад. Садоҳо гуногунанд. Масалан, мо ба осонӣ садои хуштак, табл, овозҳои мардона ва занонаро фарқ карда метавонем. Ин садоҳо аз ҳамдигар бо басомади лаппишашон фарқ мекунанд. Садоҳои басомадашон пастро садоҳои пастоханг ва садоҳои басомадашон баландро садоҳои баландоханг меноманд.

Ҳамин тарик, басомади лаппиши мавҷи садогӣ оҳанги садоро муайян менамояд. Камертонҳо мавҷҳои садогии басомади муайян дошта меафкананд. Садоҳои якбасомадаро оҳанги пок мегӯянд. Камертон асбоби пулодини U – монанд мебошад ва поя дорад (расми 1.10.2). Оҳанги садои афкандаи камертон ба андозаи он вобаста аст. Чӣ қадаре ки андозаи камертон калон бошад, садои дар натиҷаи зарба аз он афканда ҳама қадар пасттар мешавад.

Садоҳо аз ҳамдигар бо баландиашон фарқ мекунанд. Баландии садо ба энергияи лаппишҳо вобаста аст. Энергияи лаппишҳо ба амплитудайи онҳо вобаста мебошад. Маълум мегардад, ки баландии садо низ ба амплитудайи лаппиш вобастагӣ дорад.

Баландии садо ба интенсивияти мавҷи он вобаста аст, аммо ба тӯфайли ба басомадҳои гуногун ҳиссиёти якхела надоштани гӯшҳои инсон ин вобастагӣ хеле мураккаб мебошад. Дар ҳудуди аз 700 то 6000 Ҳ гӯши инсон ҳиссиёти калонтарин дорад ва дар ин ҳудуд узвҳои шунавоии одам садои интенсивияташ 10^{-11} – 10^{-12} Вт/м^2 -ро қабул карда метавонад. Интенсивияти хурдтарине, ки узви шунавоӣ қабул карда метавонад, ҳудуди шунавоӣ номида мешавад. Интенсивияти $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 дар басомади 10^3 Ҳ ҳамчун ҳудуди стандартӣ қабул шудааст. Интенсивияти калонтарине, ки гӯши инсон дардро ҳис накарда, ҳамчун садо қабул менамояд, ҳудуди *дардҳискусӣ* номида мешавад. Ин ҳудуд барои басомадҳои гуногун фарқ менамояд. Ин ҳудуд дар басомади $6 \cdot 10^3 \text{Ҳ}$, ба $0,1$ Вт/м^2 ва барои басомадҳои пасту баланд то 10 Вт/м^2 баробар мешавад.

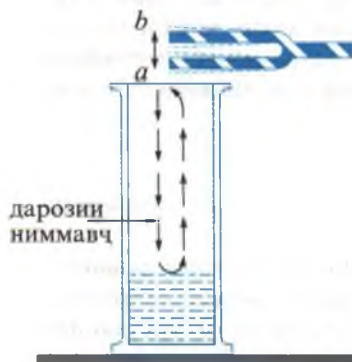
1.13. Резонанси садой

Ҳодисаи резонансро барои лаппишҳои садой низ мушоҳида кардан мумкин аст. Резонанси лаппишҳои садоиро *резонанси садой* меноманд. Ҳосилшавии резонанси садоиро дар камертон дида мебароем. Камертон худ ба худ садои бисёр суст мебарорад, чунки масоҳати бо ҳаво дар тамосбудаи шоҳаҳои он хурд аст, бинобар он, ларзиши шоҳаҳои он миқдори хеле ками зарраҳои ҳаворо ба лаппиш меоранд. Одатан пояи камертон дар болои қуттичаи ҷубине маҳкам карда мешавад ва он ҳамчун асбоби ҳосилкунандаи резонанс (резонатор) хизмат мекунад. Қуттичаи ҷубинро тавре интиҳоб менамоянд, ки басомади лаппишҳои хусусии он ба басомади мавҷҳои садои афкандаи камертон баробар бошад. Дар натиҷаи рӯй додани резонанс деворҳои қуттӣ низ бо басомади камертон ба лаппиш мебарояд ва дар натиҷа лаппишҳои амплитудааш калон (лаппишҳои резонансӣ) ба вуҷуд меоянд.

Азбаски масоҳати қуттӣ калон аст, садои ҳосилкардаи камертон хеле баланд мешавад. Бинобар ин, қуттии камертонро резонатор меноманд. Асбобҳои мусиқӣ ҳам резонатор доранд. Косаҳои асбобҳои мусиқӣ (тор, рубоб, ғижжак ва ғ.) ба сифати резонатор хизмат мекунад. Бе ин косаҳо садои тори асбобҳои мусиқӣ хеле паст мешаванд. Даҳони одам низ ҳамчун резонатор ба шумор меравад, садои дар садопардаҳо ҳосил гардида ро пурзӯр мекунад.

Резонанси садоиро дар таҷрибаи зерин мушоҳида кардан мумкин аст (расми 1.13.1).

Зарфи силиндрӣи баландкадро (баландиаш қариб 50 см) гирифта, дар болои он камертонро ба лаппиш мебарорем. Ба зарф об рехта истода, дар баландии муайяни сатҳи об якбора баландшавии овози камертонро мешунавем, яъне резонанси садой ба амал меояд ва дар ин вақт басомади лаппиши сутуни ҳавоӣ болои об ҳангоми рехтани он ба басомади лаппиши ҳосилкардаи камертон баробар мешавад.



Расми 1.13.1

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Резонанси садой гуфта, чиро меноманд?
2. Дар камертон чӣ тавр лаппишҳои резонансиرو ҳосил кардан мумкин аст?
3. Резонатор гуфта, чиро меноманд?
4. Дар таҷрибаи дар расми 1.13.1 нишон додашуда кадом вақт резонанси садой ба амал меояд?

1.14. Ултрасадо ва инфрасадо

Мавҷҳои инфрасадо ва ултрасадо табиатан мавҷҳои муқаррарии садоианд, аммо гӯшҳои одам онҳоро чун садо ҳис намеkunанд. Инфрасадо татбиқи амалӣ надорад. Мувофиқи тадқиқотҳои олимони моҳиҳо инфрасадоро мешунаванд ва филҳо гӯё тавассути инфрасадо робита доранд.

Ултрасадо бошад дар техника, илм ва соҳаҳои дигар татбиқи васеъ дорад. Ултрасадоро бо ёрии генераторҳои пезоэлектрикӣ ҳосил мекунанд. Қисми асосии ин гуна генераторҳоро лавҳаи кристаллии кварсӣ ташкил менамояд ва он ҳосияти аҷиб дорад.

Ҳангоми онро фишурдан, дар рӯяҳои муқобили он зарядҳои электрикӣ (дар як рӯи он заряди мусбат ва дар рӯи дигараш заряди манфӣ) ҳосил мешавад. Ҳангоми ба таъйиқи (деформатсияи) кашидашавӣ дучор кардани лавҳаи кварсӣ аломати заряднокшавӣ дар рӯяҳои он тағйир меёбад.

Инро ҳодисаи пезоэлектрикӣ меноманд. Ҳодисаи пезоэлектрикӣ баргарданда мебошад. Агар лавҳаи кварсиро дар майдони электрикии тағйирёбанда ҷой диҳем, он гоҳ бо навбат рӯяҳои он гоҳ мусбат ва гоҳ манфӣ заряднок мегардад ва лавҳа гоҳ ба таъйиқи фишурдашавӣ ва гоҳ ба таъйиқи кашидашавӣ дучор гардида, ба лаппиш медарояд. Дар ин вақт аз он дар муҳити ихотакардашуда лаппишҳои ултрасадоӣ паҳн мегардад.

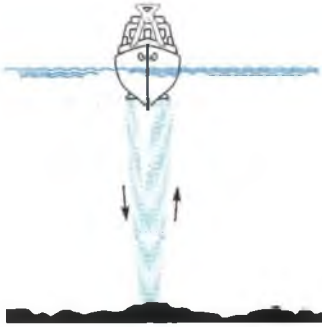
Дар замони ҳозира ултрасадоӣ басомадаш то миллиард Ҳертс ҳосил карда мешавад. Барои ҳосил кардани ултрасадо аз титанати барӣ истифода бурдан мувофиқ аст. Ултрасадо бо ёрии генераторҳои магнитостриксионӣ низ ҳосил карда мешавад. Баъзе металлҳо (ба монанди оҳан) ва пайвастагии онҳо ҳангоми магнитнокшавӣ ҳосиятҳои худро тағйир медиҳанд ва ин ҳосияти онҳоро магнитостриксия меноманд.

Агар милаи оҳанро ба даруни галтаки сими изолятсия дошта (руйпуш дошта) ҷой диҳем ва галтакро ба манбаи ҷараёни тағйирёбанда пайваست намоем, мила ба таври давраи магнитнок ва бемагнит мешавад ва ба лаппиш медарояд. Ҳангоми баланд кардани басомади ҷараёни тағйирёбанда мила ба муҳити атроф ултрасадо паҳн мекунад.

Аз генераторҳои магнитостриксионӣ баҳри ҳосил кардани ултрасадоҳои пастбасомад ва аз генераторҳои пезоэлектрикӣ барои ҳосил кардани ултрасадоҳои баландбасомад истифода мебаранд. Ултрасадо дар моеъҳо ва ҷисмҳои сахт ҳомӯшшавии кам дорад ва дар ҳаво зуд ҳомӯш мегардад.

Бо ёрии ултрасадо ҷои киштиҳои зеринӣ, сангҳои зеринӣ, чуқурии баҳрҳо, тарҳи тағи баҳрҳо ва ғайраҳоро муайян менамоянд (расми 1.14.1).

Аз ултрасадо барои санҷидани хусусиятҳои акустикии сохтмонҳо (толорҳои консерти ва лексионӣ) истифода мебаранд. Дар таҳти



Расми 1.14.1

таъсири ултрасадо микроорганизмҳо мемиранд.

Ин хусусияти ултрасадоро баҳри безарар кардани об, шир, маҳсулотҳои хурока ва гайра истифода мебаранд.

Ба воситаи асбоби махсус эхолокатор (садолокатор), нуқсонҳои гуногуни узвҳои мошинҳо ва дигар маснуот – ковокиҳо, тарқишҳо ва гашҳои номатлубро муайян менамоянд.

Аз ултрасадо барои дар тани беморон ошкор сохтани варамҳо, тағйироти шакли андозаи баъзе узвҳои бадан, муқаррар кардани хусусиятҳои беморӣ ва муолиҷаи бемориҳо истифода мебаранд.

Барои санҷидани нуқсони даруни металлҳо аз як тарафи он генератори ултрасадоӣ ва аз тарафи дигари он қабулкунандаи ултрасадоро ҷой медиҳанд. Агар металл нуқсон надошта бошад, ултрасадоро қабулкунак ба қайд мегирад. Агар металл нуқсон дошта бошад, ултрасадо аз он инъикос мегардад ва ба қабулкунак омада намерасад.

Делфинҳо ва кӯршапаракҳо локаторҳои ултрасадогии ғавқулодда мукамал доранд. Делфин дар оби тира импульси ултрасадои ғаристодаи худро баъди аз предметҳо ё сайди инъикос ёфтани онҳо қабул карда, роҳи худро муайян мекунад. Кӯршапарак дар шаби тор ғӯшҳои худро ба ҷои ҷашм истифода карда, ба монетаҳо бар нахӯрда, озодона парвоз менамояд. Басомади лаппиши ултрасадои афкандаи кӯршапарак 25000–50000 Ҳ мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Ултрасадоро чӣ тавр ҳосил менамоянд?
2. Ҳодисаи пезозлектрикӣ гуфта, чиро меноманд?
3. Магнитостриксия гуфта, чиро меноманд?
4. Аз генераторҳои магнитостриксионӣ ва генераторҳои пезозлектрикӣ бо кадом мақсад истифода мебаранд?
5. Аз ултрасадо дар техника, саноат ва тиб чӣ тавр истифода мебаранд?

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Ҳаракате, ки пас аз фосилаҳои муайяни вақт айнан ё қариб айнан тақрор мешавад, лаппиш ном дорад. Системае, ки лаппида метавонад, системаи лаппанда ном дорад. Лаппишҳо асоси акустика, оптика, электротехника ва радиотехникаро ташкил менамоянд.

Лаппишҳои озод ва маҷбурии системаҳои лаппандаро аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Лаппишҳоро, ки дар системаи лаппанда бо таъсири қувваҳои дохилӣ баъди аз ҳолати мувозинатӣ баровардани он ба амал меояд, лаппишҳои озод меноманд.

Лаппишҳое, ки бо таъсири қувваҳои даврӣ тағйирёбандаи берунӣ ба амал меоянд, лаппишҳои маҷбурий номида мешаванд.

Даври лаппиш T бо басомади лаппиш чунин алоқамандӣ доранд:

$$T = \frac{1}{\nu}; \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

Давр ва басомади раққосаки пружинӣ бо формулаҳои зерин ифода карда мешаванд:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Даври лаппиши раққосаки математикӣ ва басомади он аз формулаҳои зерин муайян карда мешаванд:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Дар таҳти таъсири қувваи соиш амплитудай лаппиш оҳиста-оҳиста кам мешавад ва лаппишро дар ин маврид хомӯшшаванда меноманд.

Ҳангоми баробар гардидани басомади қувваи даврӣ тағйирёбандаи берунӣ ва басомади хусусии системаи лаппанда ҳодисаи резонанс ба амал меояд ва амплитудай лаппиши маҷбурий якбора меафзояд.

Дар муҳитҳои чандир паҳншавии лаппишро мавҷ меноманд. Суръати густариши лаппишро дар муҳит суръати мавҷ меноманд. Суръати мавҷ ϑ аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\vartheta = \frac{\lambda}{T}.$$

Мавҷҳои арзӣ ва тӯлиро аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Мавҷҳое, ки дар онҳо зарраҳои муҳит нисбат ба самти густариши мавҷ амудӣ мелаппанд, мавҷҳои арзӣ номида мешаванд.

Мавҷҳоро, ки дар онҳо самти лаппишҳои зарраҳои муҳит ба самти густариши мавҷ мувофиқ меояд, мавҷҳои тӯлӣ меноманд.

Ҷуши одам танҳо мавҷҳои басомади лаппишашон аз 16 Ҳ то 20000 Ҳ-ро чун мавҷҳои садой ҳис мекунанд. Мавҷҳои садоии басомадашон аз 20000 Ҳ зиёдро мавҷҳои ултрасадо ва мавҷҳои садоии басомадашон аз 16 Ҳ камро мавҷҳои инфрасадо меноманд.

Мавҷҳои ултрасадо дар техника, илм ва соҳаҳои дигар татбиқи васеъ доранд.

Боби 2

ЛАППИШ ВА МАВҶҶОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Акнун баъди омузиши лаппиш ва мавҷҳои механикӣ бо лаппиш ва мавҷҳои электромагнитӣ шинос мегардем.

Дар байни ҳодисаҳои электромагнитӣ лаппишҳои электромагнитӣ мавқеи махсус доранд. Аз лаппишҳои электромагнитӣ барои нақли энергия дар телевизион, радио, радиолокаторсия, телефон, телеграф, компютерҳо, интернет ва ғайраҳо ба таври васеъ истифода бурда мешавад.

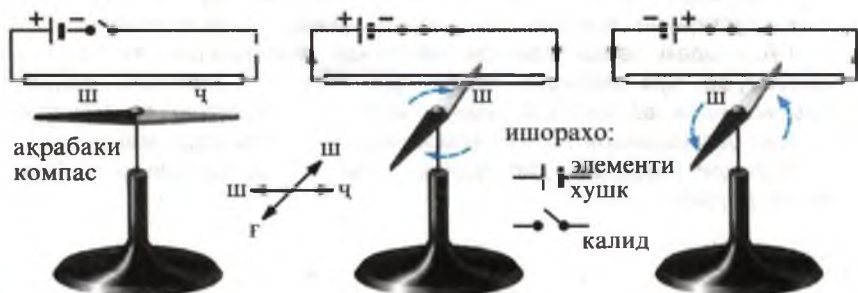
Барои организми инсон низ лаппишҳои электромагнитӣ роли калон мебозанд. Аз рӯи лаппишҳои электрикӣ ҳолати саломатии кори дил ва майнаи одамро духтун муайян менамоянд. Рушноӣ низ чун лаппишҳои аз лаппишҳои электромагнитӣ иборатбуда мавҷи электромагнитӣ ба шумор меравад.

Лаппиши ҷараёни электрикӣ ва шиддат дар контури лаппиш, ҷараёни тағйирёбанда, лаппиши шадидиятҳои майдонҳои электрикӣ ва магнитӣ дар майдони электромагнитии тағйирёбанда лаппишҳои электромагнитӣ мебошанд.

Татбиқи васеи амалӣ доштани лаппишҳои электромагнитӣ зарурияти омузиши онҳо ба миён меорад.

2.1. Ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ

Олими даниягӣ Х. Эрстед соли 1820 дар таҷриба (расми 2.1.1) нишон дод, ки ҳангоми аз ноқил ҷорӣ гардидани ҷараёни электрикӣ



Расми 2.1.1

акрабаки магнитӣ аз мавқеи аввалаи худ ба як тараф майл мекунад.

Аз ин таҷриба маълум шуд, ки ҷараёни электрикӣ майдони магнитӣ ҳосил мекунад ва он тасдиқ намуд, ки ҳодисаҳои электрикии магнитӣ ба ҳамдигар алоқаи зич доранд.

Физиқи англис Майкл Фарадей аз таҷрибаи Эрстед огоҳ гирдида, ба тадқиқи вобастагии ҳодисаҳои магнитӣ ва электрикӣ оғоз намуд. Ӯ дар назди худ савол гузошт: «Агар ҷараёни электрикӣ майдони магнитӣ ҳосил намояд, дар навбати худ майдони магнитӣ бояд ҷараёни электрикӣ ҳосил кунад». Ҷустуҷӯи Фарадей қариб 10 сол давом намуд ва соли 1831 ӯ бо ёрии майдони магнитӣ ҳосил намудани ҷараёни электрикиро кашф намуд ва ин ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ном дорад.

Ҷараёне, ки дар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ҳосил мешавад, ҷараёни индуксионӣ номида мешавад.

Индуксия – аз калимаи латинӣ *inductio* гирифта шудааст ва маънояш бедор кардан, ангезиш мебошад. Барои фаҳмидани моҳияти ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ таҷрибаҳои Фарадейро дида мебароем.

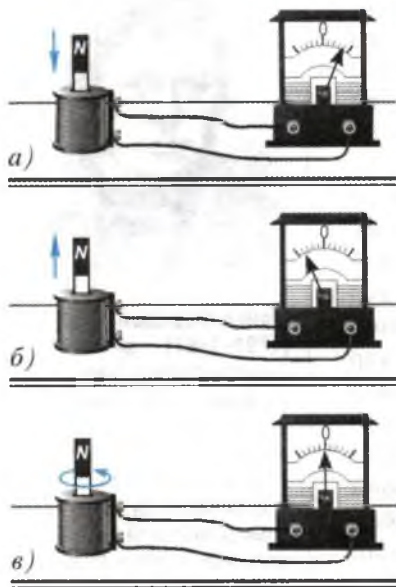


Майкл Фарадей (1791–1867) – физики бузурги англис, дар тараққиёти таълимот дар бораи ҳодисаҳои электромагнитӣ роли хеле калон бозидоаст. Ӯ ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ва қонунҳои электролизро кашф намудааст. Фарадей аввалин бор мафҳумҳои майдони электрикӣ ва магнитиро дохил кардааст. Фикрҳои аввалин дар бораи вобастагии ҳодисаҳои электрикӣ, магнитӣ ва рушной ба ӯ тааллуқ доранд. Ӯ усули ба моеъ табдил додани газҳоро пешниҳод намудааст.

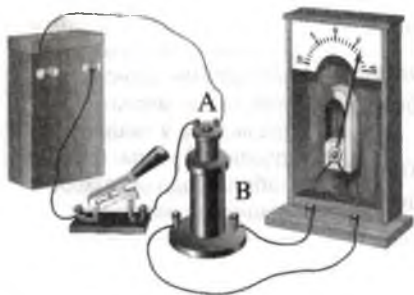
САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Майдони магнитиро чӣ ҳосил мекунад?
2. Мавҷудияти майдони магнитиро дар атрофи ноқили ҷараёндор кӣ кашф намуд?
3. Оё майдони магнитӣ ҷараёни электрикӣ ҳосил карда метавонад?
4. Ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ гуфта, чиро меноманд ва онро кӣ кашф кард?
5. Чӣ гуна ҷараёнро ҷараёни индуксионӣ меноманд?
6. Кашфиётҳои Эрстед ва Фарадей байни ҳамдигар чӣ гуна алоқамандӣ доранд?

2.2. Таҷрибаҳои Фарадей



Расми 2.2.1



Расми 2.2.2

калон дохил намудани ғалтаки хурд ақрабаки галванометр ба як тараф ва ҳангоми қатъ кардани ҷараён, кам кардани он ва аз дохили ғалтаки калон баровардани ғалтаки хурд ба тарафи муқобил майл менамояд.

Таҷрибаи сеюм. Ғалтаки ноқили мулоими дахҳо печак доштаро дар назди магнит гузошта, онро ба галванометр пайваست мекунем (расми 2.2.3). Ҳангоми фишурдан ва дароз намудани ғалтак галванометр бузургии ҷараёни индуксионии равишҳояш муқобилро нишон медиҳад. Аз ин таҷрибаҳо Фарадей ба ҳулосае омад, ки ҷараёни индуксионӣ ҳангоми печакҳои ғалтакро бурида гузаштани ҳатҳои магнитии шумораашон тағйирёбанда ба вуҷуд меояд.

Таҷрибаи якум. Нугҳои сими ғалтакро ба галванометр пайваست намуда, ба он магнити доимӣ бо суръати калон дохил карда мешавад (расми 2.2.1).

Ҳангоми ба ғалтак дохил кардан ва аз он баровардани магнит ақрабаки галванометр майл намуда, бузургии ҷараёни индуксиониро нишон медиҳад.

Равиши майлкунии ақрабаки галванометр ҳангоми дохил кардан ва баровардани магнит ба ҳамдигар муқобиланд. Чӣ қадаре, ки суръати ҳаракати магнит калон бошад, майлкунии ақрабаки галванометр ҳамон қадар зиёд мегардад.

Таҷрибаи дуюм. Ғалтаки хурдакак ба даруни ғалтаки калон гузошта мешавад (расми 2.2.2). Ғалтаки калон ба галванометр ва ғалтаки хурд ба манбаи ҷараён ба воситаи реостат пайваст карда мешавад.

Ҳангоми пайваст кардан ва қатъ кардани ҷараён, зиёд ва кам кардани он бо ёрии реостат, нисбати ҳамдигар ҷойивазкунонидани ғалтакҳо майлкунии ақрабаки галванометр ба амал меояд.

Ҳангоми пайваст кардани ҷараён, афзудани он ва ба ғалтаки

Хатҳои магнитие, ки ягон сатҳро бурида мегузарад, сели магнитиро ҳосил мекунад.

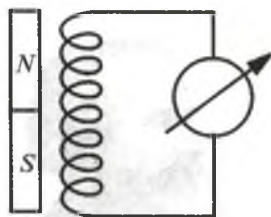
Дар таҷрибаҳои Фарадей ҷараёни индуксионӣ танҳо ҳангоми тағйирёбии сели магнитии печакҳои ғалтакро бурида гузаранда ба амал меояд.

Ҳангоми дар дохили ғалтак ҷарх занондани магнит (расми 2.2.1, в) ҷараёни индуксионӣ ҳосил намешавад, чунки сели магнитие, ки печакҳои ғалтакро бурида мегузарад, тағйир намеёбад.

Ҳамин тариқ, аз таҷрибаҳои Фарадей бармеояд, ки ҳамагуна тағйирёбии сели магнитии сатҳи ноқили сарбастро бурида гузаранда дар ноқил ҷараёни индуксиониро ба вучуд меорад, ки дар давоми вақти тағйирёбии сели индуксияи магнитӣ мавҷудияти худро нигоҳ медорад.

Кашфи ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ яке аз муваффақиятҳои ҳеле намоёни илмии нимаи аввали асри XIX ба шумор меравад. Он алоқамандии байни ҷараёни электрикӣ ва майдони магнитиро ба пуррагӣ муқаррар ва тараққиёти электротехникаю радиотехникаро таъмин намуд.

Тарзи кори генераторҳои энергияи электрикӣ, трансформаторҳо ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст.



Расми 2.2.3

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар бораи таҷрибаҳои Фарадей маълумот диҳед ва нақшаи онҳоро кашед.
2. Чаро ҳангоми дар дохили ғалтак ором будани магнит ҷараёни индуксионӣ ҳосил намешавад?
3. Сабаби дар ғалтакҳо ҳосилшавии ҷараёни индуксионӣ аз чӣ иборат аст?

2.3. Майдони электромагнитӣ

Чи тавре ки маълум аст, зарраҳои зарядноки ором дар атрофи худ майдони электрикӣ ва ҷараёни электрикӣ (зарраҳои зарядноки ба як самт ҳаракаткунанда) дар атрофи худ майдони магнитиро ҳосил мекунад.

Хатҳои магнитии майдони магнитии ноқилҳои ҷараёндорро фарогиранда сарбаста мебошанд. Майдони магнитиро майдони гирдпеч меноманд. Майдонҳои электрикию магнитӣ бефосилаанд ва ба ҳамдигар робитаи зич доранд.

Аз омӯзиши ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ маълум гардид, ки майдони магнитии тағйирёбанда майдони электрикии тағйирёбандаро ба вучуд меорад.



Чеймс Клерк Максвелл (1831–1879) – олими гениалии англис. Ӯ назарияи майдони электромагнитиро ба вучуд овард ва назарияи электромагнитии рӯшноиро кор карда баромадааст.

Хамин тариқ, майдони электрикиро дар баробари зарядҳои электрикӣ инчунин майдони магнитии тағйирёбанда низ ба вучуд меорад.

Олими англис Чеймс Максвелл ҳосиятҳои майдони электрикию магнитиро омӯхта, дар назди худ чунин савол гузошт: агар майдони магнитии тағйирёбанда майдони тағйирёбандаи электрикиро ба вучуд орад, майдони электрикии тағйирёбанда дар навбати худ майдони магнитии тағйирёбандаро ба вучуд меорад?

Дар асоси тадқиқотҳои худ Максвелл назариявӣ робитаи байни майдонҳои электрикию магнитии тағйирёбандаро муқаррар ва маълум намуд, ки ин майдонҳо бе якдигар вучуд дошта наметавонанд; ҳар гуна тағйирёбии майдони магнитӣ боиси дар фазои

иҳотакунанда пайдошавии майдони тағйирёбандаи электрикӣ мегардад ва ҳар гуна тағйирёбии майдони электрикӣ боиси дар фазои иҳотакунанда пайдошавии майдони тағйирёбандаи магнитӣ мегардад.

Майдони тағйирёбандаи электрикӣ ва майдони тағйирёбандаи магнитиро дар якҷоягӣ майдони электромагнитӣ меноманд.

Майдони электромагнитӣ шакли махсуси материя буда, ба воситаи он таъсири мутақобилаи электромагнитӣ ба амал меояд.

Яке аз ҳосиятҳои асосии майдони электромагнитӣ аз он иборат аст, ки дар фазо бо суръати рӯшноӣ паҳн мешавад.

Паҳншавии лаппишҳои электромагнитиро дар фазо мавҷи электромагнитӣ меноманд.

Мавҷҳои электромагнитӣ мавҷҳои арзӣ мебошанд.

Масофае, ки ба он мавҷи электромагнитӣ дар муддати вақти ба як даври лаппиш T баробар паҳн мешавад, дарозии мавҷи электромагнитӣ номида мешавад:

$$\lambda = c \cdot T \quad (2.3.1)$$

ё

$$\lambda = \frac{c}{\nu}. \quad (2.3.2)$$

Дар ин ҷо c – суръати паҳншавии мавҷи электромагнитӣ,

42 ν – басомади лаппиш мебошад.

САВОЛҶО БАРОИ ТАКРОР

1. Майдони электрикиро чӣ ҳосил мекунад?
2. Майдони магнитиро чӣ ҳосил мекунад?
3. Майдони гирдпеч гуфта, чӣ гуна майдонро меноманд?
4. Майдони электрикиро ғайр аз зарядҳои электрикӣ боз чӣ ҳосил карда метавонад?
5. Майдонҳои электрикию магнитии тағйирёбанда чӣ гуна робита доранд?
6. Майдони электромагнитӣ чист?
7. Мавҷи электромагнитӣ гуфта, чиро меноманд?
8. Дарозии мавҷи электромагнитиро маънидод намоед.
9. Мавҷи электромагнитӣ бо кадом суръат густариш меёбад?
10. Дар байни суръати густариши мавҷи электромагнитӣ, дарозии мавҷ ва даври лаппиш чӣ гуна вобастагӣ мавҷуд аст?

МАШҚ

1. Дарозии мавҷи электромагнитиро барои басомади лаппиши 600 кҲ муайян намоед. (Ҷавоб: 500 м)
2. Радиоприёмники «Соната» ду диапазони мавҷҳояш кӯтоҳи 41–75 м ва 24,8–33,3 м дорад. Худудҳои басомадҳои мувофиқро ҳисоб кунед.

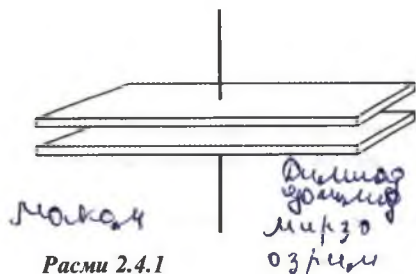
2.4. Контури лаппиш

Дар асри XIX физики фаронсавӣ Ф. Савар ва Федерсен ба қайд гирифтанд, ки безарядшавии банкаи лейденӣ (конденсатори аввалин) ба воситаи ғалтак табиати лаппишнок дорад. Савар нишон дод, ки ғангоми ба воситаи ноқили спиралшакл (печдор) безаряд кардани банкаи лейденӣ сикҳои пӯлодини дилаки дар дохили он буда ба равишҳои ҳархела магнитнок мешаванд.

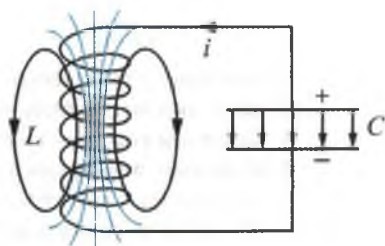
Конденсатор гуфта, ду нокилери меноманд, ки аз якдигар бо қабати диэлектрики ба қадри кофӣ тунук ҷудо мебошанд. Ноқилҳои таркибдихандаи конденсаторро рӯяҳо ё пушаҳои конденсатор меноманд.

Конденсатори ҳамвор аз ду лавҳаи якхелаи параллелие иборат аст, ки онҳо аз якдигар начандон дур ҷой дода шудаанд (расми 2.4.1). Заряди конденсатор гуфта, қимати мутлақи заряди яке аз рӯяҳои он фаҳмида мешавад. Аз конденсаторҳо барои дар ҳаҷми хурд захира кардани заряди калони электрикӣ дар занҷирҳои гуногуни электрикӣ истифода мебаранд.

Федерсен дар занҷири банкаи лейденӣ сақкоҳои металиро пайваست намуда, ғангоми безарядшавии конденсатор шарораи байни



Расми 2.4.1



Расми 2.4.2

саккоҳоро мушоҳида намуда, муқаррар кард, ки шарора аз як қатор разрядҳои пайдарпайи равшаниаш камшаванда иборат мебошад.

Ҳамин тариқ, таҷрибаҳои Савар ва Федерсеи ба вучудии лаппишҳои электрикиро тасдиқ намуданд.

Занҷири электрикӣ аз конденсатори C ва ғалтаки L иборат бударо контури лаппиш меноманд (расми 2.4.2).

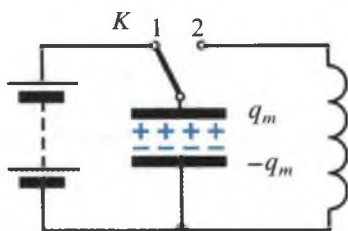
Аз контури лаппиш барои ҳосил кардани лаппишҳои электрикӣ истифода мебаранд.

Ҳосилшавии лаппишҳои электрикиро дар контур дида мебароем.

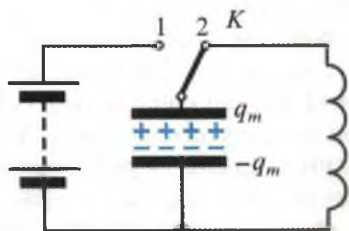
Конденсаторро бо ёрии калиди K ба батарея пайваст намуда, заряднок менамоем (расми 2.4.3).

Дар ин лаҳза конденсатор ба энергияи электрикӣ калонтарин соҳиб мешавад. Ин ҳолати контур ба ҳолати раққосаки аз мавқеи мувозинатӣ майлқунонидашуда (расми 2.4.5, а; раққосак энергияи потенциалии калонтарин дорад) монандӣ дорад. Калиди K -ро аз ҳолати 1 ба ҳолати 2 мегузаронем (расми 2.4.4). Дар ин лаҳза безарядшавии конденсатор оғоз меёбад ва дар занҷир ҷараёни электрикӣ ҷорӣ мешавад ва бузургии он тадриҷан меафзояд. Ин ҷараён дар ғалтак майдони магнитиро ба вучуд меорад.

Дар лаҳзае, ки конденсатор безаряд мешавад ва майдони электрикӣ нест мешавад, майдони магнитии ғалтак ба қимати калонтарин соҳиб мешавад ва ин ҳолати контур ба ҳолати раққосаки аз мавқеи мувозинатӣ гузаранда монанд аст (расми 2.4.5, б; раққосак энергияи кинетикии калонтарин дорад). Дар ин лаҳза дар контур энергияи майдони электрикӣ ба энергияи майдони магнитӣ табдил меёбад.



Расми 2.4.3



Расми 2.4.4

Ҳангоми кам шудани ҷараёни электрикӣ ва майдони магнитии бавучудовардаи он ҷараёни индуксионӣ пайдо мегардад ва он ба ҷараёни асосӣ ҳамсамт мебошад.

То лаҳзаи ба сифр баробар гардидани ҷараён конденсатор аз нав заряднок шудан мегирад ва дар байни лавҳаҳои он майдони электрикӣ ҳосил мешавад, ки ба майдони аввала муқобил равона мебошад. Дар ин лаҳза энергияи майдони магнитии ғалтак ба сифр баробар мешавад ва энергияи майдони электрикии конденсатор ба максимум – қимати калонтарини худ мерасад. Ин ҳолати контур ба ҳолати раққосаке монанд аст, ки аз мавқеи мувозинатиаш ба тарафи муқобил майлқунонида шудааст (расми 2.4.5, в).

Баъд аз нав безарядшавии конденсатор ба амал меояд ва дар контур ҷараёни равишаш муқобил ҷорӣ мешавад (расми 2.4.5, з).

Дар ин вақт энергияи майдони электрикии конденсатор ба энергияи майдони магнитии ғалтак табдил меёбад.

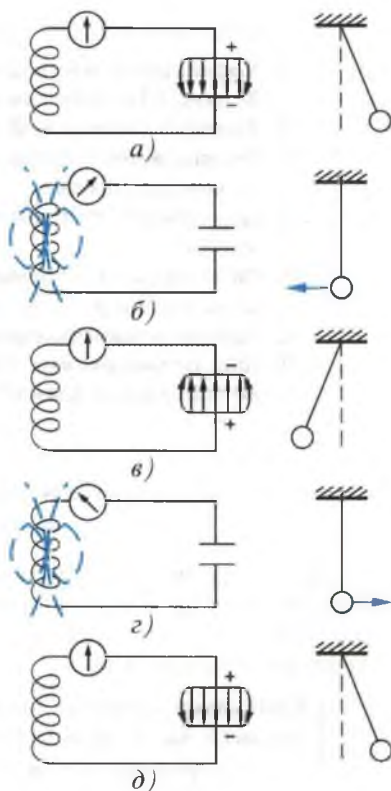
Баъди ин конденсатор боз аз нав заряднок мешавад ва система ба ҳолати аввала бармегардад (расми 2.4.5, д). Дар ин вақт энергияи майдони магнитии ғалтак ба энергияи майдони электрикии конденсатор табдил меёбад.

Ҳамин тариқ, дар контури лаппиш ба таври даврӣ табдилёбии энергияи майдони электрикии конденсатор ба энергияи майдони магнитии ғалтак ба амал меояд.

Протсессии ба таври даврӣ табдилёбии энергияи майдони электрикӣ ба энергияи майдони магнитӣ ва баръаксро лаппиши электромагнитӣ меноманд.

Ба таври дигар протсессии ба таври даврӣ тағйирёбии майдони электрикӣ ва майдони магнитиро низ лаппиши электромагнитӣ меноманд. Пас аз фосилаи вақти муайян дар контур лаппиш такрор шудан мегирад.

Дар радиотехника лаппишҳои электромагнитии басомадашон дар ҳудуди аз якчанд миллион Ҳертс то якчанд миллиард Ҳертс ҳобандаро истифода мебаранд.



Расми 2.4.5

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Ҳосилшавии лаппишҳои электрикиро киҳо ба қайд гирифта буданд? Таҷрибаҳои онҳоро маънидод намоед.
2. Контури лаппиш гуфта, чиро меноманд?
3. Ҳосилшавии лаппишҳои электрикиро дар контури лаппиш маънидод намоед.
4. Дар контури лаппиш чӣ гуна табдилёбиҳои энергия ба амал меояд?
5. Лаппишҳои электрикии дар контури лаппиш ба амалоянда бо лаппиши раққосаки математикӣ чӣ гуна монандӣ дорад?
6. Лаппиши электромагнитӣ гуфта, чиро меноманд?
7. Дар радиотехника чӣ гуна лаппишҳои электромагнитиро истифода мебаранд?

2.5. Лаппишҳои электромагнитии озод дар контур

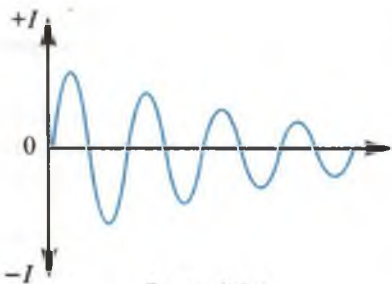
Дар контури лаппиш майдони электрикӣ дар байни лавҳаҳои конденсатор ва майдони магнитӣ дар дохили ғалтак марказонида шудаанд. Дар ин маврид афканишоти энергияи электромагнитӣ хеле суст ба амал меояд.

Контурҳои лаппише, ки дар онҳо афканишоти энергияи электромагнитӣ ба муҳити атроф хеле ночиз аст, контурҳои лаппиши пӯшида номида мешаванд.

Дар контури лаппиш заряди конденсатор ва шиддати байни лавҳаҳои он, қувваи ҷараёни дар он ҷоришаванда ба таври даврӣ тағйир меёбанд, ки инро низ лаппиши электрикӣ меноманд.

Чӣ қадаре ки ба контури лаппиш энергияи зиёд дода шавад, дар он амплитудайи лаппишҳо ҳамон қадар калонтар мешавад. Азбаски ғалтак ва симҳои пайваस्तкунандаи контур муқовимати R доранд, бинобар як қисми энергияи майдони электромагнитии он ба энергияи дохилии ноқилҳо табдил меёбад, амплитудайи лаппиш бо гузашти вақт кам мешавад ва лаппишҳои электрикӣ хомӯш

мегарданд. Азбаски муқовимати элементҳои контурро то ба сифр кам кардан имконнопазир аст, бинобар он, лаппишҳои хос дар контури лаппиш ҳамеша хомӯшшаванда мебошад. Лаппиши хомӯшшаванда ба намуди графикӣ дар расми 2.5.1 нишон дода шудааст. Лаппишҳои хомӯшшавандаи электрикиро лаппишҳои озоди электрикӣ меноманд.



Расми 2.5.1

Лаппишҳои озоди электрикӣ баъди ба конденсатор додани заряди системаро аз вазъияти мувозинатӣ бароранда ба амал меоянд.

Заряднокшавии конденсатор ба аз вазъияти мувозинат дур шудани раққосак монандӣ дорад. Лаппиши электрикии озод бо лаппишҳои озоди механикии система, ки дар он ба таври даврӣ табдилёбии энергияи кинетикӣ ба потенциалӣ ва баръакс ба амал меояд, монандии зиёд дорад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Контури лаппиши пӯшида гуфта, чиро меноманд?
2. Дар контури лаппиши пӯшида афканишоти энергияи электромагнитӣ чӣ тавр ба амал меояд?
3. Чӣ гуна лаппишҳои электрикиро хомӯшшаванда меноманд?
4. Барои чӣ дар контури лаппиш лаппишҳои электромагнитӣ хомӯш мегарданд?
5. Лаппиши хомӯшшавандаи электромагнитиро ба таври графикӣ тасвир кунед.
6. Лаппишҳои электрикии озод гуфта, чиро меноманд?

2.6. Давр ва басомади лаппиши электромагнитии озод

Муддати вақте, ки дар давоми он шиддат дар лавҳаҳои конденсатор ё ҷараён дар ғалтаки контури лаппиш як лаппиши пурра иҷро мекунад, даври лаппиши электромагнитӣ номида мешавад.

Даври лаппиш бо сонияҳо чен карда мешавад.

Шумораи лаппишҳои электромагнитиро дар як сония басомади лаппишҳои электромагнитӣ ν меноманд ва бо даври лаппиш чунин вобастагӣ дорад:

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (2.6.1)$$

Агар дар муддати вақти t , N лаппиши пурра ба амал ояд, он гоҳ басомади лаппиш чунин муайян карда мешавад:

$$\nu = \frac{N}{t}. \quad (2.6.2)$$

Дар асоси формулаи (2.6.2) барои даври лаппиш аз ифодаи (2.6.1) ҳосил менамоем:

$$T = \frac{t}{N}. \quad (2.6.3)$$

Ба сифати воҳиди басомад 1 Ҳ (Ҳертс) қабул карда шудааст. Воҳиди басомад (Ҳ) ба шарафи физики олмон Ҳертс номгузор шудааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Даври лаппиши электромагнитӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Басомади лаппишҳои электромагнитӣ бо даври лаппиш чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Даври лаппиш бо шумораи лаппишҳо чӣ гуна вобастагӣ дорад?

2.7. Лаппишҳои маҷбурӣ

Лаппишҳои ҳомӯшнаванда татбиқи амалии хеле кам доранд. Дар радиотехникаи замони ҳозира аз лаппишҳои ҳомӯшнашаванда ба таври васеъ истифода мебаранд. Барои дар контур ҳосил кардани лаппишҳои ҳомӯшнашаванда дар давоми як давр на камтар аз як бор энергияи талафёфтаро пурра кардан лозим аст.

Соли 1913 усули ҳосилкунии лаппишҳои ҳомӯшнашавандаи электромагнитӣ бо ёрии лампаҳои электронии сеелектрода кашф карда шуд, ки он асоси радиотехникаи муосир мебошад.

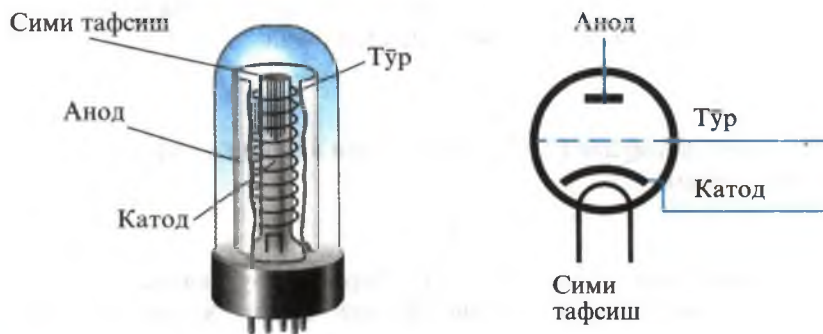
Сохт ва нақшаи лампаи электронии сеелектрода дар расми 2.7.1 нишон дода шудааст.

Аз расми 2.7.1 дида мешавад, ки лампаи электронии сеелектрода (триод) аз зарфи шишагӣ иборат аст, ки дар дохили он се электроди металлӣ ҷойгир карда шудааст: риштаи борик (катод), силиндри деворхояш тунук (анод), спирал (тӯр).

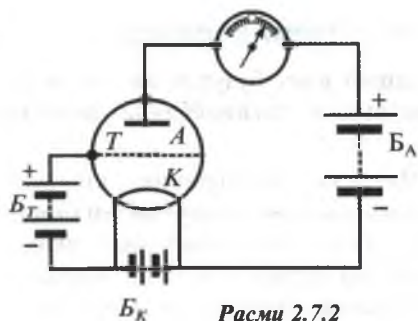
Ҳавои дохили зарфи шишагӣ кашида шудааст, яъне электродҳои лампа дар вакууми баланд ҷойгир мебошад.

Дар лампаи электронии сеелектрода ҷараёни анодиро ҳангоми тағйир додани шиддати байни тӯр ва катод бо ёрии тӯр идора намудан мумкин аст. Ба занҷири электрикӣ пайваست намудани триод дар расми 2.7.2 нишон дода шудааст.

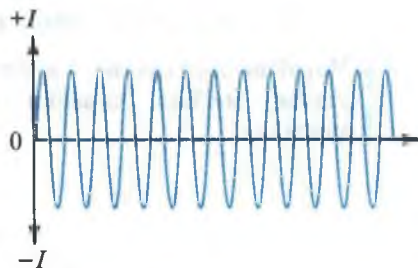
Дар байни тӯр ва катод бо ёрии батареяи ёридиҳандаи B_T ин ё он шиддатро ҳосил намуда, шиддати анодиро тағйир надода, ҷараёни анодиро тағйир додан мумкин аст.



Расми 2.7.1



Расми 2.7.2



Расми 2.7.3

Барои ҳосил намудани лаппишҳои хомӯшнашавандаи басомадаш баланд, ки барои алоқаи радио истифода бурда мешавад, лампаи сеелектрода ба контури лаппиш пайваст карда мешавад.

Лампа дар муддати ҳар як давр манбаи ҷараёни контури лаппишро дар лаҳзаи зарурӣ пайваст карда, онро бо энергияи иловагӣ таъмин менамояд ва дар контур лаппишҳои хомӯшнашаванда ҳосил мешавад.

Дар расми 2.7.3 графיקи лаппишҳои хомӯшнашаванда нишон дода шудааст.

Ҷараёнҳое, ки дар лампаи ба контури лаппиш пайвастшуда ҳангоми ҳосилшавии лаппишҳои хомӯшнашаванда ба амал меоянд, ба ҷараёнҳои дар соатҳои раққосакдор бавучудоянда монандии наздик доранд.

Аз графיקи расми 2.7.3 дида мешавад, ки амплитудайи лаппиш бо гузаштани вақт собит мебошад.

Лаппишҳои электромагнитии амплитудаашон собитро, ки аз ҳисоби энергияи беруна ба таври даврӣ додашаванда дар контури лаппиш ба амал меояд, лаппишҳои маҷбурӣ меноманд.

Ҳамин тариқ, лаппишҳои хомӯшнашаванда лаппишҳои маҷбурӣ ба шумор мераванд. Дар радиотехника лаппишҳои маҷбурӣ татбиқи васеи амалӣ доранд.

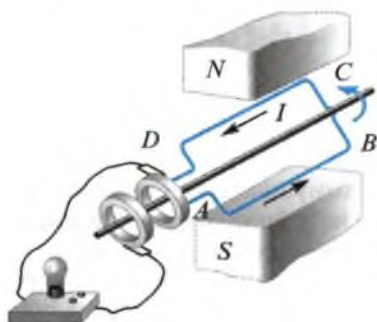
Барои ҳосил намудани лаппишҳои маҷбурӣ ба ҷои лампаи сеелектронии сеелектрода транзисторро низ истифода мебаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Лаппишҳои хомӯшнашавандаи электромагнитиро бо ёрии чӣ гуна лампаҳо ҳосил мекунанд?
2. Лампаи электронии сеелектрода чӣ гуна сохт дорад?
3. Бо ёрии лампаҳои электронии сеелектрода ҳосил кардани лаппишҳои хомӯшнашавандаи электромагнитиро маънидод намоед.
4. Лаппишҳои маҷбурӣ гуфта, чӣ гуна лаппишҳоро меноманд?
5. Лаппишҳои маҷбурӣ чӣ гуна татбиқи амалӣ доранд?

2.8. Ҷараёни электрикии тағйирёбанда

Ҷараёни электрикие, ки бо гузашти вақт бузургӣ ва самти он тағйир меёбад, ҷараёни электрикии тағйирёбанда номида мешавад.



Расми 2.8.1

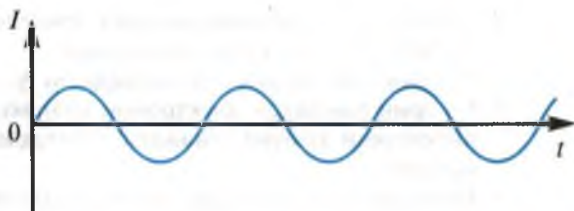
Ҷараёни электрикие, ки дар шабакаҳои равшаникунандаи биноҳои истиқоматӣ, заводу фабрикаҳои истифода бурда мешавад, ҷараёни электрикии тағйирёбанда мебошад ва он аз лаппишҳои маҷбурии хомушнашаванда иборат аст. Дар ҷараёни электрикии тағйирёбанда қувваи ҷараён ва шиддат ба таври даврӣ тағйир меёбад. Басомади ҷараёни тағйирёбандае, ки дар нерӯгоҳҳои барқии ҷумҳурии мо ҳосил карда мешаванд, ба 50 Ҳ баробар аст. Инчунин маъно дорад,

ки дар 1 сония ҷараён 50 маротиба равишашро гоҳ ба як сӯ, гоҳ ба сӯи муқобил равона менамояд.

Барои ҳосил намудани ҷараёни электрикии тағйирёбанда ҷархзании контури $ABCD$ -ро дар майдони магнитии доимӣ ва якҷинса дида мебароем (расми 2.8.1).

Бигузур контур бо суръати кунҷии доимӣ ($\omega = \text{const}$) ба муқобили акрабаки соат ҷарх занад.

Дар ин маврид дар асоси ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ дар ноқилҳои AB ва CD ҷараёни индуксионӣ ҳосил мешавад, ки равиши он аз рӯи қоидаи дасти рост муайян карда мешавад. Барои муайян кардани самти ҷараёни индуксионӣ дасти ростро тавре мегузорем, ки хатҳои магнитӣ рост ба қафи даст дохил гарданду нарангушти қушода ба самти ҳаракати ноқил равона шавад, он гоҳ чор ангушти рост самти ҷараёни индуксиониро нишон медиҳад. Дар ноқили AB ҷараён аз A ба B ва дар ноқили CD аз C ба D равона аст. Ҳангоми ба 180° гардиш ҳурдани



50 Расми 2.8.2

Расми 2.8.3

контур равиши чараён дар ноқилҳои AB ва CD ба самти муқобил тағйир меёбанд. Чараёни электрикии ҳосилгардида лампаро фурузон мекунад.

Чараёни тағйирёбанда лаппиши маҷбурӣ ба шумор меравад. Бинобар ин, ҳамаи тавсифҳои лаппишҳо барои чараёни электрикии тағйирёбанда низ истифода бурда мешаванд.

Лаппишҳои шиддатро ба воситаи осциллограф мушоҳида кардан мумкин аст (расми 2.8.2). Агар аз шабака ба лавҳаҳои нурро дар ҳамвории вертикалӣ тамоилдиҳанда шиддати тағйирёбанда диҳем, он гоҳ паҳнқунандаи яквақта дар экран синусоидаро нишон медиҳад. Графики чараёни тағйирёбанда дар расми 2.8.3. нишон дода шудааст.

Дар занҷири чараёни тағйирёбанда аз қимати миёнаи тавоноии чараён истифода мебаранд:

$$\bar{P} = \bar{I}^2 R, \quad (2.8.1)$$

дар ин ҷо $\bar{I}^2$ – қимати миёнаи квадрати қувваи чараён дар як давр мебошад:

$$\bar{I}^2 = \frac{I_m^2}{2}. \quad (2.8.2)$$

Аз ифодаҳои (2.8.1) ва (2.8.2) барои қимати миёнаи тавоноии чараёни тағйирёбанда ҳосил мекунем:

$$\bar{P} = \frac{I_m^2}{2} R. \quad (2.8.3)$$

Бузургии ба решаи квадратии қимати миёнаи квадрати қувваи чараён баробарбударо қимати самарабахши қувваи чараёни тағйирёбанда I меноманд:

$$I = \sqrt{\bar{I}^2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}. \quad (2.8.4)$$

Қимати самарабахши қувваи чараёни тағйирёбанда ба қувваи чараёни доимие баробар аст, ки дар ноқил ҳамон миқдор гармӣ ҷудо мекунад, ки онро чараёни тағйирёбанда дар ҳамон вақт ҷудо кардааст.

Қимати самарабахши шиддати тағйирёбанда аз ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$U = \sqrt{\bar{U}^2} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}. \quad (2.8.5)$$

Дар занҷири чараёни тағйирёбанда амперметрҳо ва вольтметрҳо қиматҳои самарабахши қувваи чараён ва шиддатро нишон медиҳанд.

Қимати миёнаи тавоноии чараёни тағйирёбанда $\bar{P}$ ё тавре ки қабул шудааст, тавоноии чараёни тағйирёбанда дар асоси қиматҳои самарабахши қувваи чараён ва шиддат муайян карда мешавад:

$$\bar{P} = I^2 R = UI. \quad (2.8.6)$$

Яъне тавоноии чараёни тағйирёбанда ба ҳосили зарби қиматҳои самарабахши қувваи чараён ва шиддат баробар мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна чараёни электрикиро тағйирёбанда меноманд?
2. Дар ҷумҳурии мо чараёни электрикии тағйирёбандаи чӣ гуна басомад доштара истифода мебаранд?
3. Ҳосилшавии чараёни тағйирёбандаро дар контури дар майдони магнитӣ ҷарҳзананда маънидод намоед.
4. Қимати самарабахши қувваи чараёни тағйирёбанда гуфта, чиро меноманд?
5. Қимати самарабахши шиддати тағйирёбанда гуфта, чиро меноманд?
6. Амперметр ва вольтметрҳо дар занҷирҳои чараёни тағйирёбанда чиро нишон медиҳанд?
7. Формулаи тавоноии чараёни тағйирёбандаро навишта, маънидод намоед.

2.9. Генератори чараёни тағйирёбанда

Чараёни электрикии тағйирёбандаро бо ёрии генератори чараёни тағйирёбанда ҳосил менамоянд.

Дастгоҳе, ки ин ё он намуди энергияро ба энергияи электрикӣ табдил медиҳад, генератор номида мешавад.

Дар амалия аз намудҳои гуногуни генераторҳо истифода мебаранд. Ба инҳо элементҳои галванӣ, мошинҳои электростатикӣ, термобатарейҳо, батареяҳои офтобӣ ва ғайраҳо дохил мешаванд. Соҳаи татбиқи ҳар як намуди генераторҳо гуногун мебошанд. Масалан, аз батареяҳои офтобӣ дар киштиҳои кайҳонӣ истифода мебаранд.

Барои ҳосил намудани чараёни электрикии тағйирёбанда дар замони ҳозира аз генераторҳои индуксионии электромеханикӣ истифода мебаранд ва дар онҳо энергияи механикӣ ба энергияи электрикӣ табдил меёбад.

Кори ин генераторҳо ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст.

Дар расми 2.9.1 сохти соддатарин генератори индуксионии электромеханикии чараёни тағйирёбанда нишон дода шудааст. Ин намуд генераторҳо асосан аз электромагнит ё магнитӣ доимӣ ва рамкаи ҷарҳзананда иборат аст.

Қисми бехаракати генератор (магнити доимӣ) статор ва қисми ҳаракатноки он (рамкаи симини чархзананда) ротор номида мешавад. Ҳангоми дар майдони магнитии магнити доимӣ дар гирди меҳвар давр задани рамкаи симин дар он қувваи электроҳаракатдиҳанда (ҚЭХ)-и тағйирёбанда ҳосил мешавад.

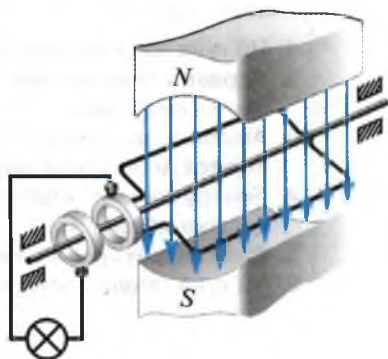
Агар рамкаи симин бо қисми берунаи занҷир пайваст карда шавад, дар занҷир ҷараёни тағйирёбанда ҷорӣ мешавад (лампа фурузон мегардад, расми 2.9.1).

Ҷараёни электрикии тағйирёбанда ба воситаи ҳалқаҳои металлӣ ва ҷутқаҳо, ки дар байни онҳо тамоси лагжандаи доимӣ мавҷуд аст, ба занҷири беруна дода мешавад.

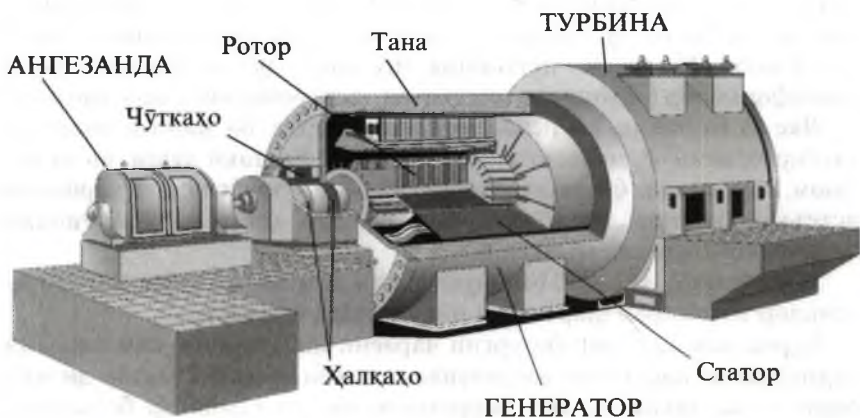
Дар вақти ҳар даври гардиши рамкаи симин қутбияти ҷутқаҳо ду бор тағйир меёбад.

Дар генераторҳои саноатӣ барои ҳосил кардани майдони магнитӣ аз электромагнитҳо истифода мебаранд ва онҳо чарх зада, вазифаи роторро иҷро мекунанд (расми 2.9.2). Печакҳое, ки дар онҳо ҚЭХ ба вуҷуд меояд дар ноҳаҳои статор ҷойгир шудаанд ва бехаракатанд. Қувваи ҷараёни электромагнит истеъмолкунанда нисбат ба қувваи ҷараёне, ки генератор ба занҷири беруна медиҳад, хеле хурд мебошад.

Ҷараёни ба электромагнит додашавандаро генератори ҷараёни доимӣ, ки генератори ангеzonанда номида мешавад, ҳосил менамояд.



Расми 2.9.1



Расми 2.9.2

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна дастгоҳҳоро генератор меноманд?
2. Ҷараёни электрикӣ тағйирёбандаро чӣ гуна генераторҳо ҳосил мекунанд?
3. Амали кори генераторҳои ҷараёни тағйирёбанда ба кадом ҳодиса асос карда шудааст?
4. Генераторҳои индуксионӣ электромеханикӣ аз кадом қисмҳо иборат аст?
5. Дар генераторҳои саноатӣ вазифаи роторро чӣ мебозад?
6. Чӣ гуна генераторро генератори ангезонанда меноманд?

2.10. Трансформатор

Асбобҳои рӯзгор ва дастгоҳҳои техникаи истеъмолкунандаи энергияи электрикӣ бо истифодаи шиддатҳои гуногун кор мекунанд.

Масалан, аксарияти асбобҳои рӯзгор бо шиддатҳои 127 ва 220 В, ҳаракатдиҳандаҳои электрикӣ бо шиддатҳои 220 В, 380 В, 600 В ва аз ин баланд кор мекунанд. Барои ба масофаҳои калон нақли энергияи электрикӣ ва кам кардани талафоти энергияи электрикӣ аз шиддати садҳо киловольт истифода мебаранд.

Бинобар ин, дар амалия зарурияти табдил додани як шиддат ба шиддати дигар ба миён меояд.

Асбобе, ки шиддати ҷараёни тағйирёбандаро бе тағйири басомад ба шиддати дигари ҷараёни тағйирёбанда табдил медиҳад, трансформатор (аз калимаи латинӣ *transformare* – табдил-диҳанда) номида мешавад.

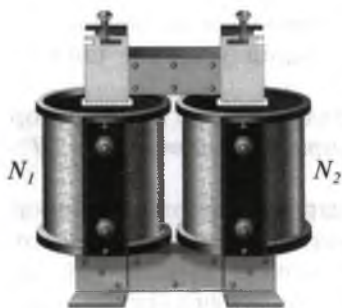
Трансформаторро соли 1878 олими рус П.Н. Яблочков ихтироъ карда буд.

Соли 1882 И.Ф. Усагин фикри Яблочковро такмил дода, трансформаторҳои мукамал сохт. Он аз дилаки пӯлодини сарбаст иборат аст, ки ба он ду (баъзан аз ин зиёд) ғалтаки симпечи шумораи печакҳояш N_1 ва N_2 пушонида шудааст (расми 2.10.1). Кори трансформатор ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст.

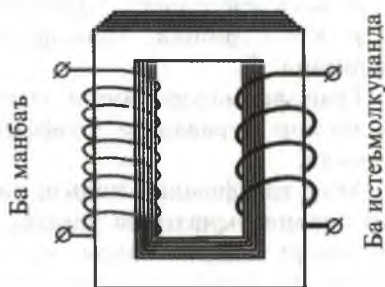
Яке аз ғалтакҳо, ки печаи яқум ном дорад, ба манбаи шиддати тағйирёбандаи U_1 пайваست карда мешавад. Ғалтаки дуюм, ки печаи дуюм ном дорад, ба дастгоҳҳо ва асбобҳои энергияи электрикиро истеъмолкунанда васл мегардад ва дар он шиддати табдил додашудаи U_2 ҳосил мешавад.

Дар расми 2.10.2 ва 2.10.3 мувофиқан намуди трансформатори ду печадор ва ишораи шартии он нишон дода шудааст.

Барои кам кардани бузургии ҷараёни индуксионӣ, кам кардани гармшавӣ ва насӯхтани изолятсияи печакҳои трансформатор дилаки онро аз варақҳои тунуки ферромагнитӣ аз ҳамдигар бо қабати тунуки лак изолятсия кардашуда месозанд. Дар трансформаторҳои



Расми 2.10.1



Расми 2.10.2

пуриктидор хунуккунии дилаку печаҳои он ба воситаи равгани трансформаторӣ амалӣ карда мешавад (расми 2.10.4). Барои ин дилак бо печаҳои трансформатор дар дохили зарфи равгандор чойгир карда мешавад.

Равган на танҳо гармии ҷудошударо ба воситаи конвексия нақл мекунад, балки инчунин диэлектрик (изолятор)-и хуб мебошад.

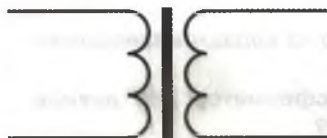
Ҳангоми ба манбаи ҷараёни тағйирёбандаи шиддати U_1 пайваست намудани печай якум аз он ҷараёни тағйирёбандаи I_1 ҷорӣ мешавад ва он дар дилак сели магнитии тағйирёбандаро ба вучуд меорад, ки он дар печаҳои якуму дуюм ҚЭХ-ҳои ϵ_1 ва ϵ_2 -ро ҳосил мекунад.

Дар печай дуюми трансформатор шиддати табдилдодашудаи U_2 ба вучуд меояд ва аз он ҷараёни бузургиаш I_2 ҷорӣ гардида, ба истеъмолкунанда дода мешавад.

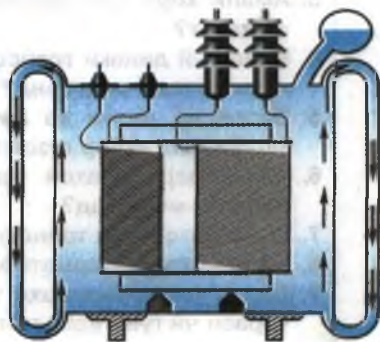
Барои трансформатор нисбати ҚЭХ-ҳо ва нисбати шиддатҳо дар печаҳои он ба нисбати шумораи печакҳои ғалтакҳои он мутаносиб мебошад:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = K. \quad (2.10.1)$$

Бузургии K – коэффитсиенти трансформатсия ном дорад.



Расми 2.10.3



Расми 2.10.4

Агар $K > 1$ бошад, трансформаторро пасткунандаи шиддат ва агар $K < 1$ бошад, трансформаторро баландкунандаи шиддат меноманд.

Трансформатор асбоби электрикии содда, устувор ва сарфакор ба шумор меравад ва коэффитсиенти кори ғойданокаш ба 99% мерасад.

Агар талафшавии ночизи энергияро дар трансформатор барои гармшавии печаҳо ва дилаки он ба эътибор нагирем, он гоҳ мувофиқи қонуни бақои энергия ҳисоб кардан мумкин аст, ки энергияи аз манбаъ гирифтаи печай яқум ба энергияи аз печай дуҷум гирифтаи истеъмолкунанда баробар аст.

Дар ин маврид тавоноӣ дар занҷири яқум хангоми ба истеъмолкунанда пайваст кардани трансформатор ба тавоноӣ дар занҷири дуҷум тақрибан баробар мешавад:

$$P_1 \approx P_2.$$

Азбаски $P_1 = I_1 U_1$ ва $P_2 = I_2 U_2$ аст, ҳосил менамоем:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Аз ин ҷо дида мешавад, ки дар қатори тағйирдиҳии шиддат дар трансформатор инчунин тағйирёбии қувваи ҷараён ба амал меояд.

Яъне бо ёрии трансформатор шиддатро яқчанд маротиба зиёд карда, қувваи ҷараёноро ҳамон қадар кам мекунем ва баръакс.

Ҳамин тариқ, трансформаторҳои шиддатро пасткунанда қувваи ҷараёноро зиёд ва трансформаторҳои шиддатро баландкунанда қувваи ҷараёноро кам мекунанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна асбобро трансформатор меноманд ва онро кӣ ихтироъ кардааст?
2. Трансформатор аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Амали кори трансформатор ба кадом ҳодиса асос карда шудааст?
4. Барои чӣ дилаки трансформаторро аз варақҳои ферромагнети пӯлодӣ месозанд?
5. Барои чӣ дилак ва печаҳои трансформатор дар дохили зарфи рағандор гузошта мешавад?
6. ҚЭХ-и дар печаҳои трансформатор ҳосилгардида аз чӣ вобаста мебошад?
7. Коэффитсиенти трансформатсия гуфта, чиро меноманд?
8. Чӣ гуна трансформаторҳоро баландкунанда меноманд?
9. Дар трансформаторҳо тағдилёбии шиддат ба тағдилёбии ҷараён чӣ гуна вобастагӣ дорад?

6. Печаи якуми трансформатор аз 80 печак ва печаи дуюмаш аз 1280 печак иборат аст. Шиддат дар охиrhoи печаи якум ба 120 В ва қувваи чараён дар печаи дуюм ба 0,25 А баробар аст. Тавоноии фoиданоки трансформатор муайян карда шавад.

Дода шудааст:

$$\begin{aligned} N_1 &= 80 \text{ печак} \\ N_2 &= 1280 \text{ печак} \\ U_1 &= 120 \text{ В} \\ I_2 &= 0,25 \text{ А} \end{aligned}$$

$P = ?$

Ҳал. Барои трансформатор нисбати шиддатҳо дар печаҳои он ба нисбати шумораи печакҳои галтакҳои он мутаносиб мебошад:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1)$$

Тавоноии фoиданоки трансформатор аз ин баробарӣ муайян карда мешавад:

$$P = I_2 U_2.$$

Аз баробарии (1) қимати U_2 -ро ба баробарии (2) гузошта, ҳосил менамоем:

$$P = \frac{I_2 U_1 N_2}{N_1}.$$

Қиматҳои адади ро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$P = \frac{0,25 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} \cdot 1280 \text{ печ.}}{80 \text{ печ.}} = 480 \text{ Вт.}$$

Ҷавоб: $P = 480 \text{ Вт.}$

2. Коэффитсиенти трансформатсияи трансформатори занги элект-рикиро муайян намоед, агар он ба манбаи шиддаташ 220 В пайваст карда шавад ва шиддати табдилдодаш ба 2 В баробар бошад.

Дода шудааст:

$$\begin{aligned} U_1 &= 220 \text{ В} \\ U_2 &= 2 \text{ В} \end{aligned}$$

$K = ?$

Ҳал. Коэффитсиенти трансформатсияи трансформатор аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220 \text{ В}}{2 \text{ В}} = 110.$$

Ҷавоб: $K = 110.$

МАШҚ

1. Барои чӣ дилаки трансформаторро аз чӯб ё мис тайёр накарда, аз ферромагнит тайёр мекунад?
2. Барои чӣ трансформатор дар чараёни доимӣ кор намекунад?
3. Камони электрикӣ бояд дар таҳти шиддати 40 В аланга занад. Барои ҳосил кардани ин шиддат, агар трансформатори печаи якумаш 385 печак доштара ба манбаи шиддаташ 220 В пайваст намоем, печаи дуюми он бояд чандто печак дошта бошад?
(*Ҷавоб:* $N_2 = 70$ печак)

4. Печаи якуми трансформатори баландкунанда 80 печак ва печай дуумаш 2000 печак дорад. Агар печай якуми трансформаторро ба манбаи шиддаташ 110 В васл намоем, дар печай дууми он чӣ гуна шиддат ҳосил мегарда? (*Ҷавоб*: $U = 2750$ В)
 5. Трансформаторе, ки печай якумаш 840 печак дорад, шиддатро аз 220 В то 660 В баланд мекунад. Коэффитсиенти трансформатсия ва шумораи печакҳои печай дууми трансформаторро муайян кунед. (*Ҷавоб*: $K = 1/3$; $N = 2520$ печак)
-

2.11. Истеҳсол, нақл ва истифодаи энергияи электрикӣ

Энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқӣ истеҳсол мекунам. Вобаста ба намуди табдилдиҳии энергия, нерӯгоҳҳои барқӣ асосан ба шамолий, ҳароратӣ, обӣ ва атомӣ тақсим мешаванд.

Дар нерӯгоҳҳои ҳароратӣ манбаи энергия сӯзишвориҳои гуногун (газ, нафт, мазут, ангишт ва ғайраҳо) ба шумор меравад.

Нерӯгоҳҳои барқии пуриқтидори ҳозиразамон аз якчанд блокҳои энергия ҳосилкунанда иборатанд. Ҳар як блок аз турбина, генератор ва трансформатор иборат мебошад ва новобаста аз ҳамдигар кор мекунад.

Дар нерӯгоҳҳои барқии ҳароратӣ (НБХ) роторҳои генераторҳоро турбинаҳои бугӣ ва газӣ ё ҳаракатдиҳандаҳои дарунсӯз ҷарх мезанонанд. Наварди турбина ба наварди генератор саҳт пайваст аст.

Коэффитсиенти кори ғойданоки НБХ то 40% мерасанд, қисми зиёди энергияи истифоданашидаро буги кор иҷро карда бо худ мебаранд.

Дар НБХ-и махсусгардонидашуда (НБХМ) энергияи буги коркардаро дар муассисаҳои саноатӣ ва биноҳои истикоматӣ барои гармкунӣ ва бо оби гарм таъмин кардан истифода мебаранд.

Коэффитсиенти кори ғойданоки НБХМ то 60–70% мерасад.

Дар Россия қариб 40%-и тамоми энергияи электрикиро НБХМ медиҳанд.

Дар Тоҷикистон асосан энергияи электрикӣ дар нерӯгоҳҳои барқии обӣ (НБО) ҳосил карда мешаванд. Дар НБО энергияи потенциалии обро истифода карда, бо ёрии турбинаҳои гидравликий роторҳои генераторҳои электрикиро ҷарх мезанонанд.

Дар Россия қариб 20%-и энергияи электрикиро НБО ҳосил мекунам.

Дар Россия НБО-ҳои пуриқтидори Саяно-Шушенск (6400 МВт), Красноярск (6000 МВт), Братск (4500 МВт) ва ғайраҳо энергияи электрикиро истеҳсол менамоянд.

Дар ҷумҳурии мо яке аз НБО-и пуриктидор НБО-и Норак (3000 МВт) ба шумор меравад ва қисми асосии энергияи электрикиро дар Тоҷикистон истеҳсол менамояд.

Барои истеҳсоли энергияи электрикӣ инчунин аз нерӯгоҳҳои барқии атомӣ (НБА) истифода мебаранд. Дар Россия қариб 10% энергияи электрикиро НБА истеҳсол мекунад.

Энергияи истеҳсолкардаи нерӯгоҳҳои барқиро фавран ба истеъмолкунандаҳо нақл кардан лозим аст. Аксар вақт истеъмолкунандаҳо садҳо километр аз нерӯгоҳҳо дуртар ҷойгир мебошанд. Нақли энергияи электрикӣ бо талафёбии як қисми он ба амал меояд, ҷунки ҳангоми ҷоришавӣ қараёни электрикӣ симҳоро гарм мекунад.

Мувофиқи қонуни Ҷоул–Ленс энергияи барои гарм кардани симҳои электргузaronанда сарфшаванда аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

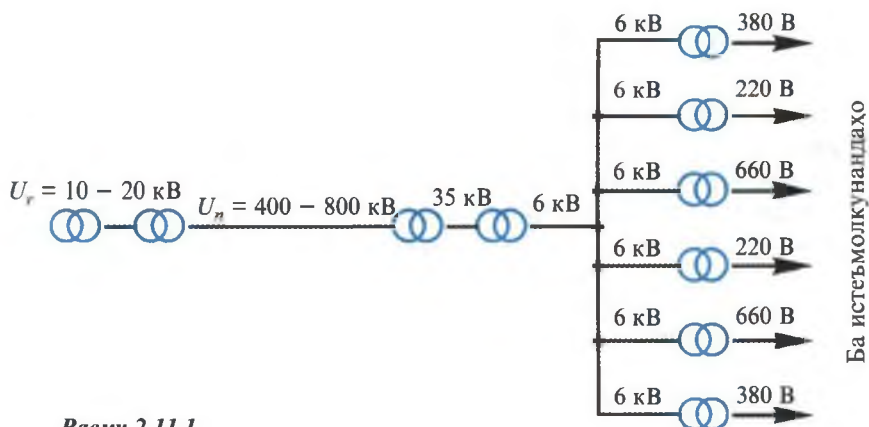
$$Q = I^2 R t,$$

дар ин ҷо R – муқовимати симҳо мебошад.

Мувофиқи ин формула барои кам кардани миқдори гармии ҷудошуда муқовимати симҳо ва қувваи қараёноро кам кардан лозим аст. Барои ҳамин масоҳати буриши кундалангии симҳоро зиёд намудан лозим аст, ин бошад ба афзоиши массаи онҳо оварда мерасонад ва ин ба душвориҳои техникӣ нисбати кашидани овеҳтани онҳо меорад, инчунин аз ҷиҳати иқтисодӣ нархи симҳои электргузaron гарон меафтад.

Бинобар ин, дар амалия ҳангоми нақли энергияи электрикӣ қувваи қараёноро кам менамоянд. Барои собит нигоҳ доштани тавоноии қараён қувваи қараёноро кам намуда, шиддатро дар хати нақл зиёд мекунад.

Барои нақли энергияи электрикӣ ба масофаҳои хеле калон шиддатро садҳо киловольт зиёд менамоянд. Масалан, энергияи электрикии НБО-и Норак ба заводи алюминии шаҳри Турсунзода бо шиддати 500 кВ нақл карда мешавад. Генераторҳои қараёни тағйирёбанда энергияи электрикиро бо шиддати 16–20 кВ ҳосил менамоянд. Бинобар он, дар назди нерӯгоҳҳои барқӣ трансформаторҳои баландкунанда ва дар назди истеъмолкунандаҳо трансформаторҳои пасткунанда гузошта мешавад. Пасткунии шиддат дар якҷанд зина гузаронида мешавад. Дар назди истеъмолкунанда энергияи электрикӣ аз шиддати 400–800 кВ, аввал то 35 кВ ва баъд то 6 кВ паст карда мешавад. Баъди ин ба воситаи трансформаторҳои пасткунандаи дигар энергияи электрикӣ то шиддатҳои ба истеъмолкунандагон зарурӣ паст карда, дода мешавад. Дар расми 2.11.1 нақшаи нақл ва тақсими энергияи электрикӣ нишон дода шудааст. Дар расм трансформатор бо аломати  ва хатҳои электрнақлкунанда бо хатҳои рост ишора



Расми 2.11.1

карда шудаанд. Одатан хатҳои электрнақлунанда аз се ё чор ноқилҳо иборатанд.

Истеъмолкунандагони асосии энергияи электрикӣ саноати ҷумхурий, нақлиёт, аҳоли ба шумор меравад. 70%-и энергияи электрикӣ барои саноату нақлиёт (троллейбусҳо) истифода бурда мешаванд. Дар заводу фабрикаҳо қисми зиёди энергияи электрикӣ ба энергияи механикӣ табдил дода мешавад. Дар саноат ҳамаи дастгоҳҳо бо ёрии ҳаракатдиҳандаҳои электрикӣ ба кор дароварда мешаванд. Инчунин дар саноат як қисми энергияи электрикӣ барои корҳои технологӣ (кафшеркунӣ, гармкунӣ ва ғудохтани металлҳо, электролиз ва ғайраҳо) истифода мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Энергияи электрикиро дар кучо истеҳсол мекунанд?
2. Нерӯгоҳҳои барқӣ чанд намуд мешаванд?
3. Нерӯгоҳҳои барқӣ аз кадом қисмҳо иборатанд?
4. Дар нерӯгоҳҳои барқии ҳароратӣ роторҳои генераторҳоро чӣ ба ҳаракат медарорад?
5. Дар Тоҷикистон энергияи электрикӣ дар кадом нерӯгоҳи барқӣ истеҳсол карда мешаванд ва нерӯгоҳи пуриқтидортарин кадом аст?
6. Дар нерӯгоҳҳои барқии обӣ роторҳои генераторҳо аз ҳисоби кадом энергия ба ҳаракат дароварда мешаванд?
7. Чӣ тавр энергияи электрикиро аз нерӯгоҳҳои барқӣ ба истеҳсолкунандаҳо нақл мекунанд?
8. Барои нақли энергияи электрикӣ дар кучоҳо аз трансформаторҳои баландкунанда истифода мебаранд?
9. Энергияи электрикиро дар кучоҳо истифода мебаранд?
10. Дар рӯзгордорӣ кадом асбобу дастгоҳҳо бо энергияи электрикӣ кор мекунанд, номбар кунед.

2.12. Тараққиёти истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

Чи тавре қайд кардем, дар ҷумҳурии мо энергияи электрикӣ дар саиоат, нақлиёти мусофиркашон (троллейбусҳо), рӯзгори мардум истифода мегардад ва дар замони ҳозира энергияи асосӣ ба шумор меравад. Истеҳсоли энергияи электрикӣ дар шароити Тоҷикистон хеле мувофиқ мебошад ва нисбатаи арзон аст.

Энергияи электрикӣ нисбат ба дигар намудҳои энергия чунин баргариҳо дорад:

1) онро бе талафёбии калон ба масофаҳои дур нақл кардан мумкин аст;

2) ба тарзи осон ва бо ККФ-и баланд аз як шиддат ба шиддати дигар табдил дода мешавад;

3) ба таври оддӣ ба намудҳои дигари энергия табдил додан мумкин аст;

4) ба таври осон ба ҳиссаҳои дилхоҳ тақсим карда мешавад;

5) аз ҷиҳати экологӣ ба муҳити атроф зарар намеорад.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои истеҳсоли ҷараёни электрикӣ диққати ҷиддӣ дода шуда истодааст. Дар ҷумҳурӣ нерӯгоҳи пуриқтидори барқии оби Норак, нерӯгоҳҳои барқии оби Сарбанд, Варзоб, Бойғозӣ, Помир энергияи электрикӣ истеҳсол мекунад.

Тоҷикистон дорои захираи бузурги об аст. Ба ҳисоби миёна ҳар сол захираҳои оби (яҳу пирияхҳо, кӯлҳо, обанборҳо) дарёҳо ва шаршараю обҳои зеризаминӣ) Ҷумҳурии Тоҷикистон $86,5 \text{ км}^3$ -ро ташкил мекунад, ки $51,2 \text{ км}^3$ -и он дар қаламрави ҷумҳурӣ сарф мешавад. Дарёҳои калонтарину сероби Тоҷикистон Амӯ, Сир, Вахш, Кофарниҳон, Панҷ, Зарафшон, Бартанг, Сурхоб ва ғайраҳо мебошанд, ки аз баландиҳо ба пастӣҳо қорӣ шуда, шохобҳои зиёд доранд.

Дарёҳои тезҷараёни Тоҷикистон манбаи бузурги офариниши нерӯгоҳҳои барқии обӣ ва манбаи тараққибахши саноат ба шумор мераванд.

Нақши нерӯгоҳҳои барқии обӣ дар пешрафти иқтисодиёт хеле калон мебошад.

Соли 1924 дар шаҳри Душанбе муҳаррики барқии дизелӣ бо тавоноии 78 кВт кор мекард. Дар ҷумҳурӣ нахустин НБО-и Варзоби боло ба шумор меравад, ки он соли 1931 дар соҳили чапи дарёи Варзоб сохта шудааст.

Баъдтар НБО-и Қайроқум, Сарбанд, Шаршара, Норак, Байғозӣ сохта шуданд.

Асоси маҷмӯи пуриқтидори гидроэнергетикии Тоҷикистонро НБО-и Норак ташкил мекунад, ки тавоноии он ба 3000 МВт

баробар буда, сарбанди дар ҷаҳон баландтарин ба ҳисоб меравад. Дар ҷумҳурӣ ҳоло НБО-и Роғун, Сангтӯда ва Кофарниҳони поён бунёд гардида истодаанд.

НБО-и Роғун ва Сангтӯда баъди сохтану ба истифода додани НБО-и Нораку Бойгозӣ сар шуда, то ҳоло давом дорад, тавоноии лоиҳавии НБО-и Роғун 3600000 кВт мебошад.

Сохтмони НБО-и Сангтӯда соли 1987 оғоз гардида, ҳоло давом дорад ва аз 4 агрегат иборат аст ва тавоноии ҳар яки он ба 167,5 ҳазор кВт баробар аст.

Дар ҷумҳурӣ инчунин энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқии гармӣ (аловӣ)-и дар шаҳрҳои Душанбе ва Ёвон буда истехсол мекунанд.

Аммо истехсоли энергияи электрикӣ дар ин нерӯгоҳҳои барқии гармӣ аз сабаби набудани нафту газ солҳои 1991–2001 аз 1,15 млн кВт-соат то 0,1 млн кВт-соат кам гардид.

Истехсоли энергияи электрикиро дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар оянда аз ҳисоби сохтани НБО ва нерӯгоҳҳои барқии офтобӣ зиёд кардан имкониятҳои хеле калон мавҷуд мебошад.

Нерӯгоҳҳои барқии офтобӣ дар Қрим ва Арманистон сохта шудаанд ва онҳо самарабахш қор қарда истодаанд.

Барои самарабахш истифода бурдани иқтидори энергетикӣ ҷумҳурӣ ғайр аз сохтмони НБО-и Роғуну Сангтӯда, боз дар оянда сохтмони нерӯгоҳҳои барқии обиро дар Шӯрободу Даштиҷум ва дигар нерӯгоҳҳои хурду бузург дар дарёҳои Панҷ, Хингоб, Сурхоб, Зарафшон, Ягноб, Фон зарур мебошад.

Ояндаи энергетикаи тоҷик хеле бузург аст, чунки иқтидори энергетикӣ дарёҳои Панҷ, Вахш, Кофарниҳон, Хингоб, Гунд, Бартанг, Фон ба 88,6 млрд кВт-соат мерасад ва ин сарвати бебаҳо боиси пурра қонеъ кардани эҳтиёҷот ва рушди иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон хоҳад гашт. Ҳоло дар ҷумҳурӣ талаботи якшабона-рӯзаи энергияи электрикӣ 14 млн кВт-соат-ро ташкил менамояд.

Аксарияти минтақаҳои кишварамон талабот ба сохтани нерӯгоҳҳои хурди барқии обӣ доранд. Дарёҳои кӯҳӣ ва тезҷараёни ҷумҳурӣ имконият медиҳанд, ки даҳҳо нерӯгоҳҳои хурди барқии обӣ бунёд намоем, ки то 10000 нафар аҳолиро бо энергияи электрикӣ таъмин созанд. Маҷрои ҷараёни дарёҳоро тағйир надода, бунёди нерӯгоҳҳои хурди обӣ аз нигоҳи иқтимоӣ хеле нафъ расонанду дар муддати кӯтоҳ сохташавандаанд ва ягон зарари экологӣ низ намеоранд.

Дар ҷумҳурии мо барои афзун гардонидани истехсоли энергияи электрикӣ шумораи нерӯгоҳҳои барқии обӣ, нерӯгоҳҳои барқии ҳароратиро зиёд кардан ва сохтани нерӯгоҳҳои барқии офтобӣ имкониятҳои хеле зиёд мавҷуд мебошанд.

1. Барои ҳосил кардани мавҷҳои электромагнитӣ аз чӣ гуна контур истифода мебаранд?
2. Вибратори Ҳертс чӣ гуна дастгоҳ мебошад?
3. Чӣ гуна контурро контури кушод меноманд?
4. Дар вибратори Ҳертс чӣ тавр лаппишҳо ба вуҷуд меоянд?
5. Кадом вақт дар контури кушод афканишоти бефосилаи мавҷҳои электромагнитӣ ба амал меояд?
6. Антенна гуфта, чиро меноманд?
7. Қабули мавҷҳои электромагнитӣ чӣ тавр ба амал бароварда мешавад?
8. Афканиш ва қабули мавҷҳои электромагнитӣ чӣ гуна аҳамияти амалӣ дорад?

2.14. Радиоприёмники оддитарин

Таҷрибаҳои Ҳертс доир ба қабул ва афканишоти мавҷҳои электромагнитӣ диққати физикони ҷаҳонро ба худ ҷалб намуд.

Дар Россия аввалин бор ба омӯзиши мавҷҳои электромагнитӣ Александр Степанович Попов машғул гардид. Ӯ усули хеле ҳассосу бозътимоди қайдкунии мавҷҳои электромагнитиро пешниҳод намуд ва онро барои радиоалоқа истифода бурд.

Апрели соли 1895 А.С. Попов аввалин бор дар ҷаҳон дастгоҳро барои радиоалоқа ба вуҷуд овард. 7 майи соли 1895 намоиши дастгоҳи А.С. Попов гузаронида шуд ва ин рӯз дар таърихи илм чун рӯзи бунёди радио дохил гардид.

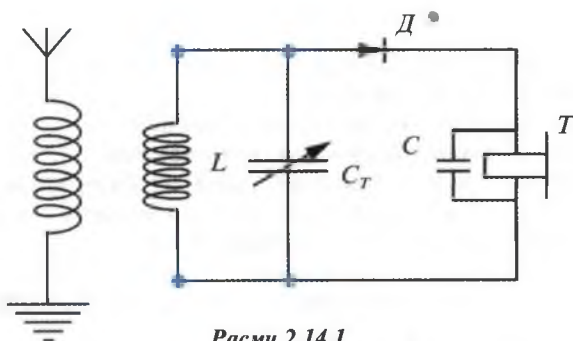
Барои навиштани хабарҳои додашуда соли 1896 А.С. Попов дар радиоприёмники худ аз дастгоҳи телеграфӣ истифода намуд. Ӯ барои қабули мавҷҳои электромагнитии дарозиашон муайян аз ҳодисаи резонанс истифода бурд.

Дар радиоприёмникҳо мавҷи электромагнитии аз стансияҳои радио афкандаро қабул намуда, аз он маълумоти додашударо ҷудо менамоянд.

Намудҳои гуногуни радиоприёмникҳо мавҷуданд ва тарзи кори ҳамаи онҳо якхела мебошад.



Александр Степанович Попов (1859–1906) – физики машҳури рус. Ӯ ихтироъкунандаи радио мебошад. Попов бо ёрии мавҷҳои электромагнитӣ бе сим алоқаро барқарор намуд ва дар ҷаҳон аввалин радиоприёмникро сохт. Бо ёрии дастгоҳи таҷрибавии Попов доир ба радиоалоқа аввалин бор аз киштиҳои инъикосшавии радиомавҷҳо ошкор карда шуда буд.



Расми 2.14.1

Соҳт ва кори радиоприёмники соддатаринро дида мебароем (расми 2.14.1).

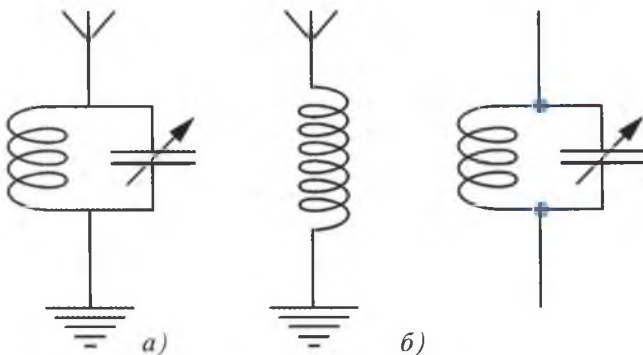
Радиоприёмники соддатарин аз контури лаппиши бо антенна алоқаманд ва контури аз детектору телефон таркибёфта иборат аст. Радиоприёмникҳои соддатаринро инчунин радиоприёмникҳои детекторӣ низ меноманд.

Аз радиоприёмникҳои детекторӣ асосан ҳангоми аз стансияҳои радиой афкандани мавҷҳои электромагнитии тавононаш калон ё наздик ҷойгир будани онҳо истифода мебаранд.

Дар радиоприёмникҳои детекторӣ антеннаро бо контури лаппиш ё бевосита (расми 2.14.2, а), ё ба таври индуктивӣ (расми 2.14.2, б) алоқаманд менамоянд.

Лаппишҳои басомадашон гуногуни дар антенна баамалоянда дар ғалтаки контур L лаппишҳои хеле зиёди басомадашон гуногунро бедор менамояд.

Бо ёрии конденсатори гунҷоинаш тағйирёбанда C_T контурро ба яке аз басомадҳои мавҷҳои дар антенна баамаломада ҷӯр менамоянд. Дар натиҷаи резонанс амплитудай лаппиши ҳамин басомад хеле калон мешавад. Энергияи лаппиши ҷудокардашуда



Расми 2.14.2

дар контур – ин энергияи мавҷи электромагнитии қабул кардашуда аст, ки хеле кам мебошад.

Барои алоқаи радиотелефонӣ лаппишҳои модулятсияшуда истифода бурда мешавад. Дар радиоалоқа лаппишҳои басомадашон баланд истифода мегарданд. Барои фиристодани садо ё мусиқӣ лаппишҳои басомадашон баландро бо ёрии лаппишҳои электрикӣ басомадашон паст (дар натиҷаи дар микрофон табдилёбии лаппишҳои садоӣ ҳосил мешаванд) тағйир медиҳанд. Ин ҳодисаро модулятсия намудани лаппишҳои басомадашон баланд меноманд.

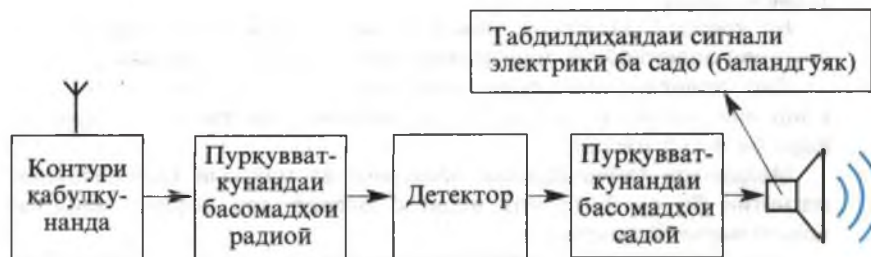
Лаппиши модулятсияшудаи қабулгардидаи басомадаш баланд ба детектори D дода мешавад. Дар детектори D аз лаппишҳои басомадаш баланди модулятсияшуда лаппишҳои басомади паст (лаппишҳои садоӣ) ҷудо карда мешаванд ва ин гуна протсессро детектронӣ меноманд.

Детектор аз диоди нимнокилӣ иборат аст ва он ҳосияти яктарафа гузаронандагӣ дорад. Ба воситаи ин диод ҷараёни пулсатсияшудаи басомадаш баланд мегузарад.

Конденсатори C , ки ба телефон пайваст карда шудааст, ҷараёни пулсатсиякардашударо суфтаю ҳамвортар менамояд ва ба воситаи телефон ҳамон намуд ҷараёне мегузарад, ки ба микрофон дар стансияи нақлқунанда дода шуда буд. Бинобар он, дар телефон садои монанд шунида мешавад. Лаппиши мембранаи телефон аз ҳисоби энергияи мавҷи электромагнитии қабулгардида ба амал меояд, бинобар он, баландии садои ин гуна қабулкунакҳо хеле хурд аст ва онро танҳо як одам мешунавад.

Барои он ки сигнали қабулгардидаро якҷанд одам шунавад, қабулкунаки замонавии сохти мураккабдошта зарур аст. Нақшаи яке аз қабулкунакҳои бевосита пурқувваткунанда дар расми 2.14.3 нишон дода шудааст. Дар ин қабулкунак лаппиши басомади радиой, ки контури қабулкунанда ҷудо менамояд, баъди пурқувваткунӣ дар пурқувваткунанда детекторонида мешавад.

Лаппишҳои басомадаш пастӣ дар қабулкунаки детекторӣ ҷудо кардашуда ба воситаи пурқувваткунандаи басомадҳои садоӣ пурқувват карда мешавад ва ба баландгӯяк дода мешавад. Аз баландгӯяк садоро одамони зиёд мешунаванд.



Расми 2.14.3

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аввалин бор бақайдгирии бозътимоди мавҷҳои электромагнитиро барои радиоалоқа кӣ пешниҳод намуд?
2. Барои чӣ 7-уми майро рӯзи радио меноманд?
3. Попов қабули мавҷҳои электромагнитиро чӣ тавр амалӣ намуд?
4. Радиоприёмники оддитарин чӣ гуна сохт дорад ва он чӣ тавр ном бурда мешавад? Нақшаи онро кашида фаҳмонед.
5. Қабули мавҷҳои электромагнитӣ дар радиоприёмники оддитарин чӣ тавр ба амал меояд?
6. Модулятсияи лаппишҳои басомадашон баланд гуфта, чиро меноманд?
7. Детектиронӣ гуфта, чӣ гуна ҳодисаро меноманд?
8. Ба сифати детектор чиро истифода мебаранд?
9. Ҷараёни пулсатсияшуда гуфта, чӣ гуна ҷараёноро меноманд?
10. Шунидани лаппишҳои садоӣ дар радиоприёмники оддитарин чӣ тавр ба амал меояд?
11. Дар баландгӯяки радио баланд кардани лаппишҳои басомади садоӣ чӣ тавр ба амал оварда мешавад?

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Дар байни ҳодисаҳои электромагнитӣ ҳодисаҳои индуксияи электромагнитӣ ва лаппишҳои электромагнитӣ мавқеи махсус доранд.

М. Фарадей бо ёрии майдони магнитӣ ҳосил намудани ҷараёни электриро кашф намуд, ки онро ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ меноманд.

Ҷараёне, ки дар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ҳосил мешавад, ҷараёни индуксионӣ номида мешавад. Ҷараёни индуксионӣ ҳангоми тағйирёбии сели магнитии майдони магнитии печакҳои галтакро бурида гузаранда ҳосил мегардад.

Кашфи ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ яке аз муваффақиятҳои илмӣ хеле намоёни нимаи аввали асри XIX ба шумор меравад. Он алоқамандии байни ҷараёни электрикӣ ва майдони магнитиро ба пуррагӣ муқаррар ва тараққиёти электротехникаю радиотехникаро таъмин намуд.

Ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ тарзи кори генераторҳои энергияи электрикӣ ва трансформаторҳо асос карда шудаанд.

Дар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ маълум гардид, ки майдони магнитии тағйирёбанда майдони электрикии тағйирёбанда ро ба вуҷуд меорад.

Майдонҳои тағйирёбандаи электрикӣ ва майдони тағйирёбандаи магнитии ба он бефосила вобаста бударо дар якҷоягӣ майдони электромагнитӣ меноманд.

Ҷараёни паҳншавии майдони электромагнитиро дар фазо мавҷи электромагнитӣ меноманд.

Мавҷи электромагнитӣ бо суръати рӯшноӣ паҳн мешавад.

Ҳангоми лаппишҳои электромагнитӣ даврӣ тағйир ёфтани зарядҳои электрикӣ, ҷараён ва шиддат ба амал меояд. Лаппишҳои электромагнитии озод ва маҷбуриро аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Лаппишҳои электромагнитии озод дар контури лаппиш ҳосил карда мешаванд. Занҷири электрикӣ аз конденсатор ва ғалтак иборат бударо контури лаппиш меноманд.

Дар контури лаппиш ба таври даврӣ табдилёбии энергияи майдони магнитӣ ба энергияи майдони электрикӣ ва баръакс ба вучуд меояд ва ин протсессро лаппиши электромагнитӣ меноманд.

Лаппишҳои маҷбурӣ, яъне ҷараёни тағйирёбандаи электрикӣ бо таъсири шиддати даврии берунӣ дар занҷир ба вучуд меояд.

Тавоноии ҷараёни тағйирёбанда $\bar{P}$ дар асоси қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддат муайян карда мешавад:

$$\bar{P} = I^2 R = UI.$$

Ҷараёни электрикӣ тағйирёбандаро бо ёрии генераторҳои ҷараёни тағйирёбанда ҳосил менамоянд. Дастгоҳе, ки ин ё он намуди энергияро ба энергияи электрикӣ табдил медиҳад, генератор номида мешавад.

Аксарияти асбобҳои рӯзгор ва дастгоҳҳои техникӣ бо ҷараёни тағйирёбандаи шиддатҳояш гуногун кор мекунанд. Бинобар ин, дар амалия зарурияти табдил додани як шиддат ба шиддати дигар ба миён меояд.

Асбобе, ки бо ёрии он ҷараёни тағйирёбандаи ин ё он шиддат ба ҷараёни тағйирёбандаи шиддати дигар бе тағйири басомад табдил дода мешавад, трансформатор номида мешавад.

Барои трансформатор нисбати ҚЭҲ-ҳо ва нисбати шиддатҳо дар печаҳои он ба нисбати шумораи печакҳои ғалтакҳои он мутаносиб мебошад:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = K,$$

дар ин ҷо K – коэффитсиенти трансформатсия номида мешавад.

Агар $K > 1$ бошад, трансформаторро пасткунандаи шиддат ва агар $K < 1$ бошад, трансформаторро баландкунандаи шиддат меноманд.

Энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқӣ истеҳсол мекунанд. Нерӯгоҳҳои барқии шамолий, ҳароратӣ, обӣ ва атомӣ мавҷуданд.

Дар Тоҷикистон асосан энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқии обӣ (НБО) истеҳсол мекунанд ва калонтарини онҳо НБО-и Норақ ба шумор меравад.

Мавҷҳои электромагнитиро ба воситаи вибратори Ҳертс (контури кушоди лаппиш) ҳосил менамоянд. Вибратори афканандаи мавҷҳои электромагнитиро антенна меноманд. Мавҷҳои электромагнитӣ аз антенна ба ҳама тарафҳо паҳн мегардад. Вибратори қабулкунандаи мавҷҳои электромагнитиро антеннаи қабулкунӣ меноманд.

Ҳодисаи афканишот ва қабули мавҷҳои электромагнитӣ асоси радиоалоқа, кино, алоқаҳои коинотӣ ва ғайраҳоро ташкил менамоянд.

Боби 3

ОПТИКА. ҲОДИСАҲОИ РӯШНОЙ

Оптика яке аз қисмҳои физика буда, ҳодисаҳои пайдо шудани рӯшноӣ, дар муҳитҳои гуногун паҳн шудан ва бо моддаҳои гуногун таъсири мутақобила кардани онро меомӯзад. Аз калимаи юнонӣ *optos* – аён, намоён гирифта шудааст.

Дар асри XVIII дар бораи рӯшноӣ ва табиати он ду назария ба вучудомада, инкишоф ёфтанд. Яке аз ин назарияҳо ба И. Нютон, дигараш ба Х. Гюйгенс тааллуқ доранд.

Назарияи Нютон назарияи корпускулавии рӯшноӣ ва назарияи Гюйгенс назарияи мавҷии рӯшноӣ ном доранд.

Мувофиқи назарияи корпускулавӣ рӯшноӣ сели зарраҳое мебошад, ки аз манбаъ ба ҳама тараф паҳн мешавад. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ ҳангоми паҳн гаштан чун мавҷ рафтор мекунад.

Баъдтар ҳодисаҳои ба рӯшноӣ тааллуқдор тасдиқ намуданд, ки рӯшноӣ ҳосияти дуалистӣ дошта, ҳам ба ҳосияти корпускулавӣ ва ҳам ба ҳосияти мавҷӣ доро мебошад.

Мувофиқи тадқиқотҳои Максвелл рӯшноӣ мавҷи электромагнитӣ мебошад. Яке аз қисмҳои оптика, ки қонунҳои паҳншавии энергияи рӯшноиро дар муҳитҳои шаффоф, дар асоси тасаввурот доир ба нури рӯшноӣ меомӯзад, оптикаи геометрӣ номида мешавад.

3.1. Манбаъҳои рӯшноӣ

Рӯшноӣ барои ҳаёти инсон ҳайвонот ва наботот аҳамияти ниҳоят калон дорад. Ҳамаи фаъолияти инсон бо рӯшноӣ алоқамандӣ дорад. Рӯшноиро асосан чашми инсон дарк менамояд, он яке аз воситаҳои асосии азхудкунӣ ва омӯхтани табиат ба шумор меравад. Мо ҳамаи ҷисмҳоро тавассути афканиши рӯшноӣ аз тарафи онҳо мебинем ва доир ба ҳосиятҳои гуногуни онҳо маълумот мегирем. Масалан, рӯшноӣ аз ҷирмҳои осмонӣ омада имконият медиҳад, ки вазъ ва ҳаракати Офтобу ситораҳо, сайёраҳо ва радифони онҳо муайян карда шаванд.

Соҳти ҳама гуна асбобҳои оптикӣ ба қонуну ҳосиятҳои рӯшноӣ

Ба воситаи микроскоп ва телескоп таркиб ва сохти ҷисмҳои заминиро осмониро муайян менамоем. Илми астрономия дар асоси робитаи рушноӣ бо ҷаҳони инсон ба вучудодада, инкишоф ёфта истодааст. Дар ҳама ҷо, аз он ҷумла, дар корхонаҳо, заводу фабрикаҳо, дар нақлиёт ва техникаи ҳарбӣ аз рушноӣ истифода мебаранд. Танҳо равшаниро муътадил дар ҷои кор самарабахширо корро таъмин менамояд.

Ҳамин тариқ, рушноӣ барои пешрафти ҷаҳонро инсон ниҳоят зарур мебошад. Рушноӣ аз ҷисмҳои афканда мешавад. Ҷисмҳои, ки ба ҷаҳони онҳоро ҷӯтакунада рушноӣ мебароранд, манбаҳои рушноӣ номида мешаванд. Манбаҳои рушноӣ ба табиӣ ва сунӣ ҷудо мешаванд. Ба манбаҳои табиӣ Офтоб, ситораҳо, ҷаҳҳои кӯбӣ, барқ, набототи ҳашаротҳои дурахшанда дохил мешаванд. Дар байни манбаҳои табиӣ рушноӣ Офтоб аҳамияти муҳим дорад, ҷунки рушноӣ аз тарафи он баровардашуда манбаи аввалини захираҳои энергетикӣ, ки инсоният ба онҳо молиқ аст. Рушноӣ Офтоб барои организмҳои зинда манбаи ҳаёт ба шумор меравад. Ба манбаҳои сунӣ рушноӣ гулхона, гӯгирд, шамъу ҷароғ, экранҳои фурузони телевизор, лампаҳои барқӣ ва ғайраҳо тааллуқ доранд. Манбаҳои сунӣ рушноӣ дар ҳолати ҳарорати баланд доштанишон рушноӣ меафкананд, бинобар он, онҳоро манбаҳои ҳарорати рушноӣ меноманд. Дар замонҳои ҳозира инчунин аз манбаҳои дигари рушноӣ – манбаҳои «рушноӣ сард» номидашаванда истифода мебаранд. Дар ин манбаҳои рушноӣ газҳо бо таъсири ҷараёни электрии аз ин газҳо гузаранда ба амал меояд ва ҳарорати газ дар ин гуна манбаҳои қариб тағйир намеёбад.

Лампаҳои, ки дар онҳо рушноӣ газҳо истифода бурда мешаванд, бо таркиби худ бо рушноӣ Офтоб яқхела мебошанд. Бинобар ин, онҳоро лампаҳои «рушноӣ сард» меноманд, ки аз онҳо дар истеҳсолот ва рузгори одамон ба таври васеъ истифода мебаранд.

Ҳамаи ҷисмҳои, ки рушноӣ намеафкананд (дарҳт, ҳона, моҳ, сайёраҳо ва ғайраҳо), танҳо дар мавриде мебинем, ки агар бо манбаҳои рушноӣ равшан карда шаванд. Рушноӣ аз манбаҳои афкандашуда ба сатҳи предметҳои афтида равиши пахншавии худро тағйир медиҳанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Рушноӣ дар ҳаёти инсон, дарки табиат ва инкишофи илм ҷӣ гуна аҳамият дорад?
2. Оптика ҷиро меомӯзад?
3. Ҷӣ гуна ҷисмҳои манбаи рушноӣ ба шумор мераванд?
4. Манбаҳои табиӣ ва сунӣ рушноиро номбар намоед.

Кадоме аз манбаъҳои дар расми 3.1.1. нишон додашуда ба манбаъҳои табиӣ ва кадомаш ба манбаъҳои сунъии рӯшноӣ тааллуқ доранд. Ҷавобатонро асоснок кунед.



Расми 3.1.1

3.2. Ростхатта паҳншавии рӯшноӣ. Пайдоиши соя ва нимсоя

Дар асоси тадқиқотҳо қонунҳои асосии ҳодисаҳои оптикӣ муқаррар карда шудаанд: 1) қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ; 2) қонуни инъикоси рӯшноӣ; 3) қонуни шикасти рӯшноӣ.

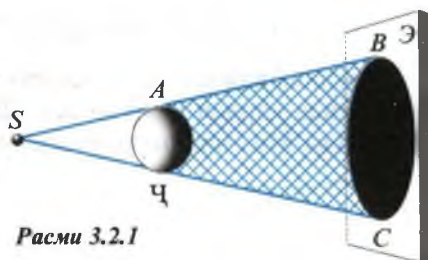
Мувофиқи қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ дар муҳити якҷинсаи шаффоф рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад.

Пайдоиши соя, яъне соҳае, ки ба он ҷо энергияи рӯшноӣ намерасад, дар асоси ростхатта паҳншавии рӯшноӣ шарҳ дода мешавад. Агар байни лампаву ҷашм газета гузорем, он ғоҳ ба ҷашмамон рӯшноӣ намеафтад. Агар рӯшноӣ ростхатта паҳн намешуд, он монета ғирд зада гузашта, ба ҷашмамон меафтид.

Барои паҳншавии рӯшноиро омӯхтан аз мафҳуми нур ё шуои рӯшноӣ истифода мебаранд. Хатте, ки самти паҳншавии энергияи рӯшноиро нишон медиҳад, шуоъ номида мешавад. Аз мафҳуми шуоъ барои пайдоиши сояро фаҳмондан истифода мебарем. Дар байни лампочкаи фонуси кисагӣ S ва экрани дар масофаи муайян гузошташудаи Э кураи металли $\mathcal{C}$ -ро мегузорем. Дар экран доираи тираеро мебинем (расми 3.2.1). Дар ақиби кураи металли $\mathcal{C}$ соя ҳосил мешавад. Сояи ҳосилшуда фазое мебошад, ки ба он аз манбаи S рӯшноӣ намеафтад.

Хатте рости SB нури рӯшноӣ мебошад, ки ба нуқтаи A -и кура расида мегузарад. Агар нур аз хатте рост иборат намебуд, соя пайдо намешуд, ё шаклу андозаи он дигар мегардид.

Қайд қардан лозим аст, ки на ҳамеша сояҳои сарҳадҳояшон аниқ ҳосил мегарданд. Сояҳои аниқ ҳамон вақт ҳосил мегарданд, ки агар андозаи манбаи рӯшнӣ нисбат ба масофа аз манбаъ то экран хеле хурд бошад. Ин гуна манбаъҳои рӯшноиро манбаъҳои нуқтагӣ меноманд.

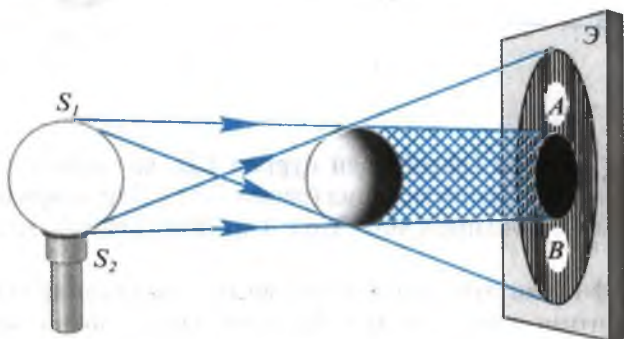


Расми 3.2.1

Ҳангоми ба сифати манбаи рӯшнӣ лампаҳои калонро истифода бурдан (андозаи муякаш бо масофа то экран қиёсшаванда) гирдогирди соя соҳаи нисбатан равшантаре ҳосил мегардад ва онро нимсоя меноманд (расми 3.2.2).

Сабаби ҳосил гардидани нимсоя аз он иборат аст, ки ба ин соҳа аз якҷанд нуқтаи манбаъ рӯшнӣ меафтад (соҳаи AB).

Ба қисми марказии экран аз ягон нуқтаи лампа равшанӣ намеафтад, бинобар ин, сояи пурра ҳосил мегардад.



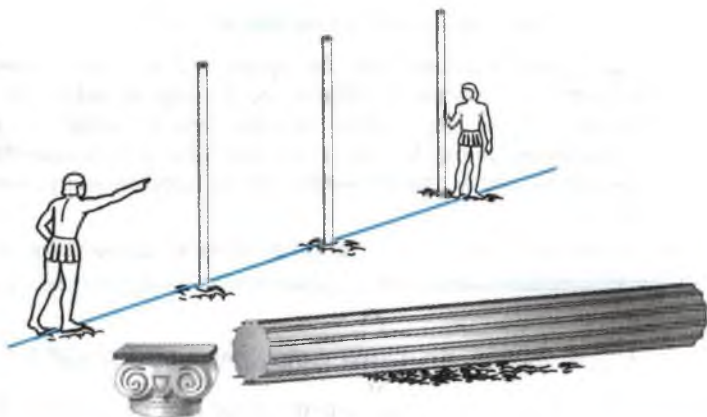
Расми 3.2.2

Аз соҳаи сояи ҳақиқӣ манбаи рӯшнӣ тамоман наменомояд, вале аз соҳаи нимсоя қисми манбаъ намудор мешавад.

Дар баъзе мавридҳо соя ба вучуд намеояд. Масалан, рӯзҳои тира сояи ҷисмҳо намудор намегарданд. Ҳангоми ҷарроҳӣ ҷои онро бо лампаҳои махсуси бесоя равшан мекунанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Қонуни ростхаттаи паҳншавии рӯшноиро шарҳ диҳед.
2. Нур ё шуои рӯшнӣ гуфта, чиро меноманд ва барои чӣ аз ин мафҳум истифода мебаранд?
3. Ҳосилшавии сояро дар паси предметҳо маънидод намоед.
4. Қадом вақт нимсоя ҳосил мегардад?



Расми 3.3.4

Дар Мисри қадим аз қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ, барои аз руи хати рост гузоштани қатори сутунҳо ва появу деворҳо истифода мекарданд. Сутунҳо чунон шинонида мешуданд, ки сутуни аз ҳама наздиктарин сутунҳои дигарро аз назар пинҳон мекард (расми 3.3.4).

САВОЛ БАРОИ ТАҚРОР

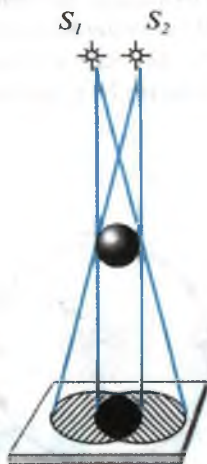
Қадам вақт гирифтани Офтоб ва гирифтани Моҳ ба амал меояд ва ин ҳодисаҳоро шарҳ диҳед.

МАШҚ

1. Дар расми 3.3.5 нақшаи таҷрибавии ба воситаи манбаъҳои S_1 ва S_2 ҳосил кардани соя нишон дода шудааст.

S_1 – лампочкаи хурди рангаш сурх ва S_2 – лампочкаи хурди рангаш кабуд мебошад. Расмро ба дафтаратон кашед ва онро ранг кунед. Дар ин таҷриба ростхатта паҳншавии рӯшноиро исбот намоед.

2. Ҳангоми гирифтани Офтоб ба Замин аз Моҳ соя ва нимсоя меафтад (расми 3.3.1). Шахси дар соҳаи соя истода Офтобро дида метавонад? Дар соҳаи нимсоя бошад чӣ? Чавобро асоснок намоед.



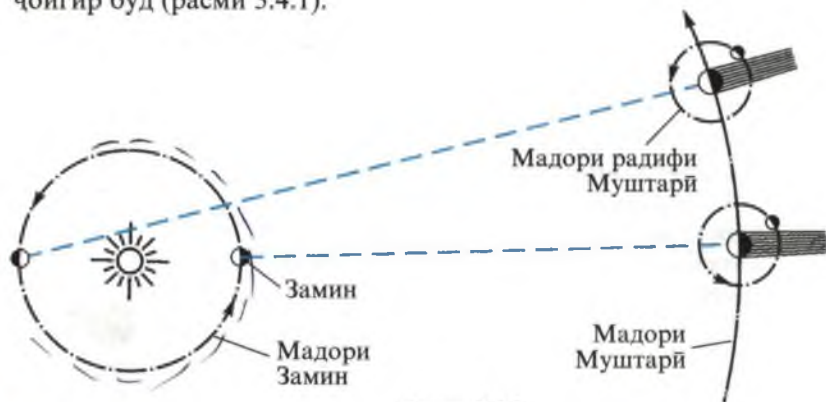
Расми 3.3.5

1. Дар порчаи картони сахт ба қутри 3–5 мм сӯрох кунед. Ин картонро аз девори муқобили тиреза дар масофаи 10–15 см гузоред. Шумо дар девор тасвири хурди камнур ва чаппаи тирезаро мебинед. Аз чунин сӯроҳии хурд ҳосилшавии тасвири предметро дар асоси қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ шарҳ диҳед.
2. Дар мавзӯи «Гирифтани Офтоб ва Моҳ» маърӯза тайёр намоед.

3.4. Чен кардани суръати рӯшноӣ*

Рӯшноӣ бо суръати муайян дар мухитҳо паҳн мешавад. Ҳангоме ки калиди чароғи электрикиро паҳш мекунем, хона фавран равшан мегардад. Дар аввалҳо чунин ақида пайдо гардид, ки барои паҳншавии рӯшноӣ ҳеч гуна вақт сарф намешавад. Баъдтар маълум гардид, ки суръати рӯшноӣ беохир калон набуда, дар мухитҳои гуногун қиматҳои муайян дорад. Яке аз усулҳои ченкунии суръати рӯшноӣ ро дида мебароем. Бори аввал соли 1676 суръати рӯшноӣ ро астрономи даниягӣ О. Рёмер чен карда буд. Ӯ гирифти радиҳои сайёраи калонтарини системаи Офтобӣ Муштариро омӯхт, ки он 13 радиф дорад.

Радифи наздиктарини Муштарӣ Ио ба шумор меравад ва Рёмер онро мавриди омӯзиш қарор дод. Барои чен кардани суръати рӯшноӣ Рёмер ба сояи Муштарӣ дохилшавӣ ва аз он баромадани Ио-ро истифода намуд. Маълум гардид, ки муддати байни ду афрӯзиши Ио 42 соату 28 дақиқаро ташкил менамояд. Ҳамин тариқ, Ио баъди фосилаҳои баробари вақт ба Замин нур мефиристонанд. Ченкунии аввалро Рёмер вақте гузаронид, ки ҳангоми ҳаракати худ Замин дар атрофи Офтоб ба Муштарӣ дар масофаи наздиктарин ҷойгир буд (расми 3.4.1).



Расми 3.4.1.

Маълум гардид, ки баъди Замин аз Муштарӣ хеле дур гардидан (дар расми 3.4.1 мавқеи дигари Замин) Ио аз соя 22 дақиқа дертар намоён гардид. Ин чунин маъно дорад, ки рӯшноӣ дар давоми 22 дақиқа аз мавқеи аввалаи Замин ба мавқеи дигараш мерасад.

Масофаи байни мавқеъҳои Замиро ба вақти дермонӣ тақсим намуда, суръати рӯшноӣ муайян карда шуд, ки он тақрибан ба 215 000 км/с баробар шуд.

Дар шароити лабораторӣ бори аввал суръати рӯшноиро соли 1849 физики фаронсавӣ И. Физо чен намуд ва он барои суръати рӯшноӣ қимати 313 000 км/с-ро ҳосил намуд. Яке аз усулҳои мукаммали ченкунии суръати рӯшноиро соли 1856 физики амрикоӣ А. Майкелсон пешниҳод кард. Баъдтар суръати рӯшноӣ дар муҳитҳои шаффофи гуногун чен карда шуд. Маълум гардид, ки суръати рӯшноӣ дар об нисбат ба вакуум 1,33 маротиба хурд мебошад. Суръати рӯшноӣ дар шиша тақрибан ба 200 000 км/с баробар аст.

Ҳамин тариқ, дар замони ҳозира суръати аниқӣ рӯшноӣ дар вакуум ба 299 796 км/с баробар аст ва тақрибан 300 000 км/с қабул карда шудааст. Суръати рӯшноӣ дар вакуум суръати аз ҳама калонтарин ба шумор меравад. Рӯшноӣ дар 1,3 сония масофаи байни Замину Моҳро тай мекунад ва аз Офтоб то Замин тахминан дар 8 дақиқа ва аз ситораи кутб дар 44 сол омада мерасад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аввалин бор суръати рӯшноиро кӣ чен кард ва дар ченкунии худ ӯ кадом ҳодисаро истифода бурда буд?
2. Дар шароити лабораторӣ ченкунии суръати рӯшноиро кихо гузаронида буданд ва барои он чӣ гуна қиматҳо ҳосил карданд?
3. Қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум ба чӣ баробар аст?

МАШҚ

1. Дар асоси қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум қимати суръати рӯшноиро дар об муайян намоед. (Ҷавоб: $v = 225\,600$ м/с)
2. Рӯшноӣ дар чанд вақт аз Офтоб то Замин омада мерасад, агар масофа аз Офтоб то Замин 150 000 000 км бошад? (Ҷавоб: $t = 500$ с)

3.5. Сели рӯшноӣ

Нурҳои рӯшноӣ аз манбаи рӯшноӣ ба фазои атроф энергияи рӯшноиро паҳн менамоянд. Ба таъсири рӯшноӣ аз рӯи энергияи он баҳо дода мешавад. Яке аз қисмҳои оптика, ки усулҳои ченкунии энергияи нурафканиро меомӯзад, фотометрия номида мешавад.

Микдори энергияи рӯшноии W аз манбаъ дар воҳиди вақти t ба ягон сатҳ афтандаро сели рӯшноӣ Φ меноманд:

$$\Phi = \frac{W}{t}. \quad (3.5.1)$$

Аз формулаи (3.5.1) дида мешавад, ки сели рӯшноӣ тавоноии афканишотро тавсиф менамояд.

Микдори энергияи рӯшноие, ки ягон манбаъ дар воҳиди вақт ба ҳама самтҳо мебарорад, сели пурраи рӯшноии манбаъ номида мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Фотометрия гуфта, кадом қисми оптикaro меноманд?
2. Сели рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд ва он чиро тавсиф менамояд?
3. Сели пурраи манбаи рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд?

МАШҚ

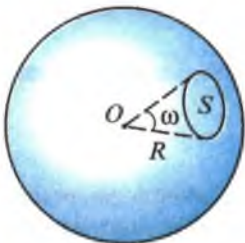
Лампочкаи электрикӣ дар як дақиқа 120 Ҷоул энергияи рӯшноӣ меафканад. Сели пурраи лампочкаи электрикaro бо воҳиди тавоноӣ муайян намоед. (Ҷавоб: $\Phi = 2$ Вт)

3.6. Кувваи рӯшноӣ*

Барои тавсифи манбаъҳои рӯшноӣ аз бузургии дигари фотометрӣ – кувваи рӯшноӣ истифода бурда мешавад. Дар атрофи манбаи нуктагии рӯшноӣ сатҳи куравии радиусаш R -ро мекашем. Дар дохили ин кура конусро ҷудо менамоем, ки қуллаи он дар маркази кура ҷойгир бошад ва асоси он дар сатҳи кура масоҳати S -ро ишғол намояд (расми 3.6.1).

Фазои аз тарафи конус маҳдуд кардашударо кунчи фазоӣ ω меноманд ва бузургии он аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\omega = \frac{S}{R^2}. \quad (3.6.1)$$



Агар $S = R^2$ бошад, он гоҳ $\omega = 1$ мешавад ва онро стерadian (стер) меноманд. Масоҳати сатҳи кура ба $4\pi R^2$ баробар мебошад, бинобар он, кунчи фазоӣ дар атрофи манбаи нуктагӣ ба 4π стерadian баробар аст.

Кувваи рӯшноии манбаъ I бузургии мебошад, ки бо нисбати сели рӯшноӣ бар

бузургии кунчи фазой ω , ки дар тахти он ин сел паҳн мегардад, муайян карда мешавад:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}. \quad (3.6.2)$$

Ба сифати воҳиди қувваи рӯшноӣ яке аз воҳидҳои асосии системаи воҳидҳои байналхалқӣ (СИ) кандела (кд) қабул карда шудааст.

Кандела (кд) – қувваи рӯшноии манбаест, ки басомади афканишоти монохроматикӣ ба $540 \cdot 10^{12}$ Ҳ буда, қувваи рӯшноии энергетикӣ ба самти додашуда ба $1/683$ Вт/стерадиан баробар мебошад.

Аз формулаи (3.6.2) барои сели рӯшноӣ ҳосил мекунем:

$$\Phi = I\omega. \quad (3.6.3)$$

Аз ин формула воҳиди сели рӯшноиро дар СИ муайян менамоем. Агар $I = 1$ кд ва $\omega = 1$ стер бошад, он гоҳ барои сели рӯшноӣ ҳосил мекунем:

$$\Phi = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ стер} = 1 \text{ люмен (лм)}.$$

Яъне дар системаи СИ воҳиди сели рӯшноӣ 1 лм мебошад. 1 люмен сели рӯшноие мебошад, ки аз манбаи нуқтагии рӯшноии қувваи рӯшноӣ ба 1 кд дар дохили кунчи фазоии бузургӣ ба 1 стер афканда мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кунчи фазой чист?
2. Қувваи рӯшноии манбаъ гуфта, чиро меноманд ва бо кадом формула ифода карда мешавад?
3. Кандела чӣ гуна қувваи рӯшноӣ мебошад?
4. Люмен гуфта, чиро меноманд?

МАШҚ

1. Сели пурраи манбаи нуқтавии қувваи рӯшноӣ ба 25 кд-ро муайян намоед. (*Ҷавоб:* $\Phi = 157$ лм)
2. Сели пурраи рӯшноӣ ба 6280 лм баробар аст. Қувваи рӯшноии манбаъро муайян намоед. (*Ҷавоб:* $I = 1000$ кд)

3.7. Равшанӣ*

Рӯшноӣ ба сатҳи ҷисмҳо афтида, онҳоро равшан менамояд. Барои кори муътадили инсон рӯшноии мувофиқ лозим аст. Ҳам рӯшноии суст ва ҳам рӯшноӣ пурзӯр ҷашми инсонро монда мекунад. Барои ба таври объективӣ ба рӯшноӣ баҳо додан аз мафҳуми равшанӣ истифода мебаранд.

Бузургие, ки бо нисбати сели рӯшноии ба ягон сатҳ афтанда Φ бар масоҳати ин сатҳ муайян карда мешавад, равшанӣ E номида мешавад:

$$E = \frac{\Phi}{S}. \quad (3.7.1)$$

Ҳангоми $S = 1$ будан $E = \Phi$ мешавад. Яъне равшанӣ ададан ба сели рӯшноие, ки ба воҳиди сатҳ меафтад, баробар аст. Дар асоси формулаи (3.7.1) воҳиди равшаниро дар системаи воҳидҳои ченкунии СИ муайян менамоем:

$$E = \frac{1 \text{ лм}}{1 \text{ м}^2} = 1 \text{ лк (люкс)}.$$

Яъне дар СИ ба сифати воҳиди равшанӣ 1 лк қабул карда шудааст. 1 люкс равшаниест, ки сели рӯшноии бузургияш 1 лм ба сатҳи масоҳаташ 1 м² мунтазам тақсим гардида, ба вучуд меорад.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Равшанӣ гуфта, чиро меноманд ва бо кадом формула ифода карда мешавад?
2. Равшанӣ бо кадом воҳид чен карда мешавад?
3. Люкс чӣ гуна равшанӣ мебошад?

МАШҚ

1. Сели рӯшноии 5 лм ба сатҳи масоҳаташ 500 см² меафтад. Равшании сатҳро муайян намоед. (*Ҷавоб*: $E = 100$ лк)
2. Аз манбаи сели рӯшноиаш 40 лм дар кадом масоҳат равшанӣ ба 50 лк баробар мешавад. (*Ҷавоб*: $S = 0,8 \text{ м}^2$)

3.8. Қонунҳои равшанӣ*

Равшаниро барои манбаи нуқтавии рӯшноии дар дохили сатҳи куравии радиусаш R буда муайян менамоем. Барои сатҳи куравӣ $S = 4\pi R^2$ аст ва аз формулаи (3.7.1) ҳосил мекунем:

$$E = \frac{\Phi}{4\pi R^2}. \quad (3.8.1)$$

Мувофиқи формулаи (3.6.3) сели пурраи рӯшноӣ барои сатҳи куравӣ баробар аст:

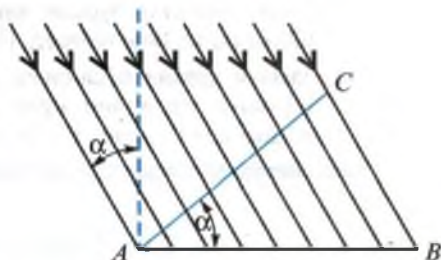
$$\Phi = 4\pi I. \quad (3.8.2)$$

Аз формулаҳои (3.8.1) ва (3.8.2) барои равшанӣ ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$E = \frac{I}{R^2}. \quad (3.8.3)$$

Қайд кардан лозим аст, ки дар мавриди дида баромадаамон нурҳои рӯшноӣ ба элементҳои дилҳои сатҳ перпендикуляр меафтанд. Хамин тариқ, равшании сатҳе, ки ба он нурҳо перпендикуляр меафтанд, ба қувваи рӯшноии манбаъ мутаносиби роста буда, ба квадрати масофа то сатҳи равшаншаванда, мутаносиби чаппа мебошад.

Ин хулоса қонуни якуми равшаниро ифода мекунад. Агар рӯшноӣ ба сатҳ дар таҳти кунҷи α афтад (расми 3.8.1), он гоҳ равшанӣ аз баробарии зерин муайян карда мешавад:



Расми 3.8.1

$$E = E_0 \cos \alpha, \quad (3.8.4)$$

дар ин ҷо E_0 – равшании сатҳ ҳангоми перпендикуляр афтидани нурҳои рӯшноӣ аст; α – кунҷи байни нури афтанда ва перпендикуляри дар нуктаи афтиши нур ба сатҳ фузвардашуда мебошад ва кунҷи афтиши нур номида мешавад.

Формулаи (3.8.4) қонуни дуҷуми равшаниро ифода менамояд, яъне равшании сатҳ ба косинуси кунҷи афтиши нур мутаносиб мебошад.

Дар баробарии (3.8.4) $E_0 = \frac{I}{R^2}$ буданаширо ба эътибор гирифта, ҳосил менамоем:

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha. \quad (3.8.5)$$

Баробарии (3.8.5) алоқамандии қонунҳои якум ва дуҷуми равшаниро муқаррар менамояд. Аз қонунҳои равшанӣ дар амалия барои ҳисобкунии равшанӣ дар биноҳои бо максадҳои гуногун истифодашаванда истифода мебаранд.

Барои мавридҳои гуногуни қорӣ бузургии равшании ҳар хела лозим аст. Масалан, барои хондан 50 лк ва барои қорҳои нозук (нақшакашӣ, қандақорӣ), инчунин дар сеҳҳое, ки асбобҳои хурди буранда истифода бурда мешаванд, 100 лк равшанӣ зарур мебошад. Равшаниро бо асбоби махсус – люксметр чен мекунанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Қонуни якуми равшанӣ бо кадом формула ифода ва чӣ гуна таъриф карда мешавад?
2. Қонуни дуюми равшанӣ бо кадом формула ифода ва чӣ тавр таъриф карда мешавад?

МАШҚ

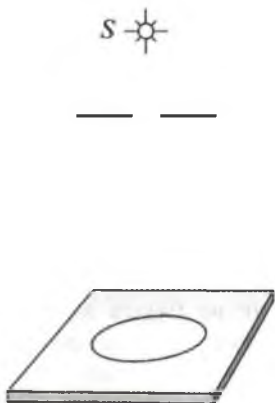
1. Сели рӯшноии пурраи манбаи нуқтавии қувваи рӯшноиаш 100 кд-ро муайян намоед. (Ҷавоб: $\Phi = 1256$ лм)
2. Лампаи қувваи рӯшноиаш 200 кд дар масофаи 2 м ҳангоми нормалӣ афтидани нури рӯшноӣ чӣ гуна равшанӣ ҳосил менамояд? (Ҷавоб: $E = 50$ лк)

3.9. Инъикоси рӯшноӣ

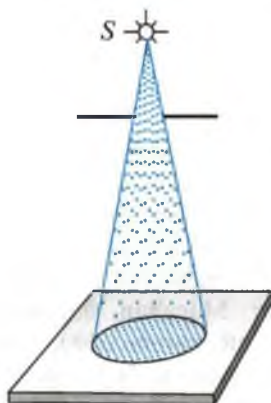
Мо чисмҳо ва манбаи рӯшноиро ҳамон вақт мебинем, ки агар аз онҳо рӯшноӣ ба чашмонамон афтад. Ҳангоми ба ягон сатҳ афтидани рӯшноӣ як қисми он аз сатҳи чисм аз нав бармегардад. Ин ҳодисаро инъикоси рӯшноӣ меноманд. Мо чисмҳоро дар натиҷаи рӯшноиро инъикос карданашон мебинем.

Агар дар байни манбаи рӯшноӣ ва экран (расми 3.9.1) коғаз ё кафи дастро гузорем, онҳо намудор мешаванд, чунки рӯшноии ба сатҳи вараку кафи даст расида инъикос меёбад. Агар дастаи рӯшноӣ аз ҳавои ҷангу губордори хона гузарад (расми 3.9.2), мо дастаи рӯшноиро хеле хуб мебинем, чунки ҷангу губорҳо рӯшноиро инъикос намуда, ба чашми мо равона мекунад.

Дар ин маврид баъзе аз ҷангу губорҳои хона гоҳе гайб мезананду гоҳ намудор мешаванд. Сабаби ин дар он аст, ки ҷангу губорҳо



Расми 3.9.1



Расми 3.9.2

ҳаракат карда, нури рӯшноиро ба самтҳои гуногун инъикос мекунанд. Ҳамин тариқ, инъикоси рӯшноӣ аз сатҳи ҷисмҳо дар асоси қонунҳои муайян ба амал меоянд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Инъикоси рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Кадом вақт ҷисмҳо дида мешаванд?
3. Барои чӣ ҳамсафарҳои сунъии Замин шӯълапошӣ мекунанд, гарчанде ки дар онҳо ягон ҳел манбаи рӯшноӣ ҷой дода нашудааст?

3.10. Қонунҳои инъикоси рӯшноӣ

Барои омӯختани қонунҳои инъикоси рӯшноӣ аз асбоби махсус, ки курси оптикӣ ном дорад, истифода мебарем. Он аз доираи сафеда иборат аст, ки гирдаш тақсимоҷо дорад (расми 3.10.1).

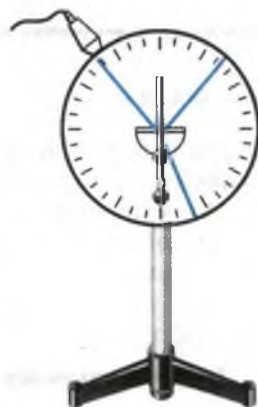
Дар қанори курс манбаи рӯшноӣ (лампочка) пайваст карда шудааст ва он дар ғилофи рӯшноиногузар ҷой дода шудааст. Дар маркази курс лавҳаи шишагиро ҷой дода, ба он дастаи рӯшноиро равон мекунем.

Як қисми дастаи рӯшноӣ аз шиша инъикос мешаваду қисми дигараш аз он мегузарад (расми 3.10.1), инчунин шиша андаке гарм мешавад. Ҳамин тариқ, ҳангоми ба шиша афтидани дастаи рӯшноӣ як қисми он инъикос мешавад, як қисмаш аз шиша мегузарад ва қисми боқимондаашро шиша фуру мебарад, ки ин сабаби гармшавии шиша мегардад.

Дар курси оптикӣ лавҳаи шишагиро бо оина PP иваз мекунем. Оина қисми зиёди энергияи рӯшноии афтандаро ба муҳите, ки аз он рӯшноӣ меафтад, инъикос менамояд.

Дастаи рӯшноиро ба нуқтаи C -и сатҳи оина равона намуда, ҳосилшавии нури инъикосшудаи CS_1 -ро мушоҳида менамоем. Маълум мешавад, ки ҳам нури афтандаи SC ва ҳам нури инъикосшудаи CS_1 дар як ҳамворӣ меҳобанд (расми 3.10.2).

Манбаи рӯшноиро ғирдоғирди курс ғечонида, равиши афтиши нухро тағйир дода, мушоҳида менамоем, ки равиши нури



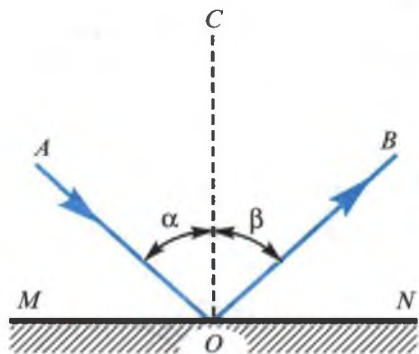
Расми 3.10.1



Расми 3.10.2

инъикосшуда низ тағйир меёбад. Ҳамеша нурҳои афтанда ва инъикосшуда дар ҳамон як ҳамвории курс меҳобанд.

Аз натиҷаҳои ин таҷриба чунин хулоса бармеояд: нурҳои афтанда, инъикосёфта ва перпендикуляре, ки дар нуқтаи афтиши нур ба ҳамвории инъикоскунанда гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд.



Расми 3.10.3

Ин хулоса таърифи қонуни якуми инъикоси рӯшноиро ифода менамояд. Барои муқаррар кардани қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ дар асоси таҷриба бо курси оптикӣ дар сатҳи оинаи MN , нурҳои афтанда AO , инъикосёфта OB ва перпендикуляри OC -ро ба нуқтаи афтиши нур мегузаронем (расми 3.10.3). Дар ин расм $\angle AOC = \alpha$ – кунҷи афтиши нур ва $\angle COB = \beta$ – кунҷи инъикоси нур номида мешаванд. Манбаи рӯшноиро дар

гирди курс ғечонида, кунҷи афтиши нурро тағйир додан мегирем ва мебинем, ки ҳар дафъа кунҷи инъикоси нур низ тағйир меёбад.

Аз мушоҳида ва ченкуниҳо маълум гардид, ки барои ҳамаи киматҳои кунҷи афтиши нур кунҷи инъикоси нур ба он баробар мебошад.

Аз ин ҷо қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ чунин таъриф дода мешавад:

Кунҷи инъикоси нур ба кунҷи афтиши он баробар мебошад.

Агар дар курси оптикӣ (расми 3.10.2) нури рӯшноӣ ба самти S_1C равона бошад, он баъди инъикос шудан ба равиши CS равона мегардад, яъне нурҳои афтандаю инъикосёфта ҷойҳояшонро иваз мекунанд ва ин хосияти баргардандагӣ доштани нурҳои рӯшноиро ҳангоми инъикос тасдиқ менамояд.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

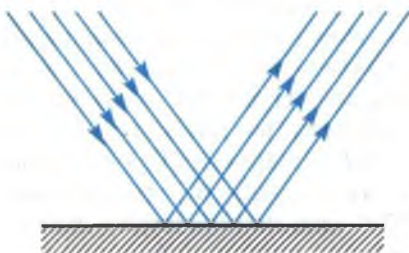
1. Қонуни якуми инъикоси рӯшноӣ чӣ тавр таъриф карда мешавад?
2. Кадом кунҷро кунҷи афтиши нур ва кадомашро кунҷи инъикоси нур меноманд?
3. Қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ чӣ тавр таъриф дода мешавад?
4. Кунҷи афтиши нур ба 45° баробар аст. Кунҷи инъикос ба чӣ баробар мешавад?

3.11. Инъикоси оинавӣ ва диффузӣ

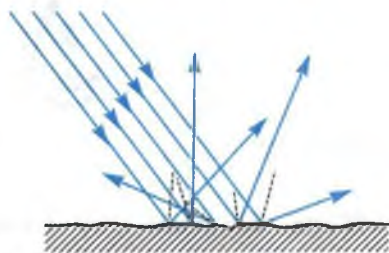
Чисмҳои равшанкардашуда рӯшноиро инъикос менамоянд ва инъикоскунии онҳо аз шакли сатҳи онҳо вобаста аст. Вобаста ба шакли сатҳи ҷисмҳо инъикоси оинавӣ ва диффузиро аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Сатҳҳои оинавӣ рӯшноии афтандаро ба самти муайян инъикос менамоянд. Агар ба оина дастаи нурҳои параллелии Офтоб афтанд, онҳо чун дастаи параллелӣ инъикос меёбанд (расми 3.11.1).

Ин гуна инъикоси ба як самт нигаронидашударо оинавӣ меноманд. Сатҳи қатраи симоб, сатҳи шишаи суфта, сатҳи металли сайқалдодашуда рӯшноиро оинавӣ инъикос менамоянд.

Сатҳҳои ғайриоинавии дурушту носуфта рӯшноиро пароканда мекунанд ва дастаи рӯшноии параллелии афтандаро ба ҳама тараф инъикос менамоянд расми (3.11.2).



Расми 3.11.1



Расми 3.11.2

Бинобар ин, ин гуна ҷисмҳоро аз ҳама тарафҳояш мебинем. Ин бо он фаҳмонида мешавад, ки сатҳҳои дурушту ноҳамвор аз микдори зиёди ҳамворичаҳои хурдакии суфтаи бетартиб ҷойгирбуда иборатанд. Ҳар яки ин ҳамворичаҳо дар асоси қонуни инъикоси рӯшноӣ ба сатҳашон афтандаро ба самтҳои муайян инъикос менамоянд. Дар натиҷа нурҳои аз онҳо инъикосёфта ба самтҳои гуногун мераванд ва дастаи рӯшноӣ дар атроф пароканда мешавад.

Чунин инъикосро инъикоси диффузӣ ё парокандагӣ меноманд. Ба туфайли инъикоси диффузии рӯшноӣ мо ҷисмҳои худашон рӯшноӣ наафканандаро мебинем. Масалан, варақаи коғаз рӯшноиро диффузӣ инъикос мекунад.

Қариб ҳамаи ҷисмҳо рӯшноиро диффузӣ инъикос мекунанд. Оинаи муқаррарӣ низ рӯшноиро як қадар пароканда мекунад, вагарна мо сатҳи оинаро дида наметавонистем.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Инъикоси оинавӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Инъикоси диффузӣ кадом вақт ба амал меояд?
3. Доир ба сатҳҳои оинавӣ ва ғайриоинавӣ мисолҳо биёред.

3.12. Оинаи ҳамвор ва тасвир дар он

Оинаи сатҳаш ҳамворро оинаи ҳамвор меноманд. Оинаҳои дар хонаҳо истифодашаванда оинаҳои ҳамвор мебошанд. Агар дар пеши оинаи ҳамвор предмет гузошта шуда бошад, ба назар чунин менамояд, ки гуё дар паси оина айнаи ҳамин гуна предмет ҷой дода шудааст. Инро тасвири предмет дар оина меноманд. Дар оина ҷӣ

тавр пайдо гардидани тасвири нуктаи равшанро дида мебароем (расми 3.12.1).

Аз маҷмӯи нурҳое, ки аз манбаи S ба оинаи MN меафтанд, барои осон гардидани сохтани тасвир се нурҳои SO , SO_1 ва SO_2 -ро интихоб менамоем. Ин нурҳо дар асоси қонуни инъикоси рӯшноӣ аз оина таҳти кунҷҳое инъикос мешаванд, ки таҳти ин кунҷҳо ба оина афтидаанд. Нури SO таҳти кунҷи O° меафтад ва инъикос меёбад, нури SO_1 таҳти кунҷи $\beta_1 = \alpha_1$, нури SO_2 таҳти кунҷи $\beta_2 = \alpha_2$ инъикос

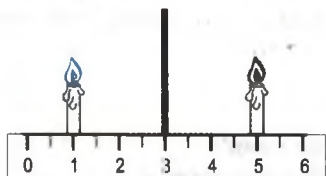
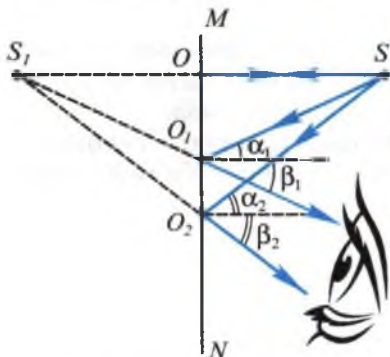
Расми 3.12.1

меёбанд. Ба чашм (дар расми 3.12.1 нишон додашуда) дастаи рӯшноии аз оина парокандашуда меафтад.

Нурҳои аз оина инъикосёфтаре ба равиши муқобил давом медиҳем ва онҳо дар нуктаи S_1 ҳамҷоя мешаванд. Ба чашм чунон менамояд, ки гуё нурҳо аз нуктаи S_1 мебаромада бошанд ва чашм дар он ҷо тасвири нуктаи S -ро мебинад.

Нуктаи S_1 тасвири мавҳуми манбаи S дар оинаи ҳамвор ба шумор меравад. Аслан дар нуктаи S_1 нурҳо ҳамҷоя намешаванд, балки давоми фикрии онҳо ҳамҷоя мешаванд, бинобар ин, тасвири манбаъро тасвири мавҳум меноманд. Мо дар назди оинаи ҳамвор истода, тасвири мавҳуми худро дар он мебинем.

Аз аломати баробарии секунҷаҳо истифода намуда, аз рӯи расми 3.12.1 исбот кардан мумкин аст, ки $S_1O = SO$ мебошад. Маълум мешавад, ки предмет аз оинаи ҳамвор дар кадом масофае ҷойгир бошад, тасвири он дар паси оина дар ҳамон масофа ҳосил мешавад.



Расми 3.12.2

Таҷрибаи зерин низ баробарии порчаҳои S_1O ва SO -ро тасдиқ мекунад. Порчаи шишаи ҳамворро амудӣ дар болои ҷадвал гузошта, дар пеши он шамъи фурузонро мегузорем (расми 3.12.2).

Ин шиша чун оинаи ҳамвор хизмат менамояд. Азбаски шиша шаффоф аст, дар паси он тарафи дигари ҷадвал намудор мешавад. Дар паси шиша тасвири ҳосилгардидаи шамъро мебинем, ки он дар масофае ҳосил мешавад, ки дар ҳамин гуна масофа шамъ аз шиша гузошта шудааст.

Инчунин баландии тасвири шамъ ба баландии ҳуди шамъ баробар аст. Яъне дар оинаҳои ҳамвор андозаи тасвир ба андозаи ҳуди предмет баробар мебошад. Тасвири ҳосилшудаи шамъ мавҳум аст. Ҳамин тариқ, дар асоси таҷриба чунин хулоса бармеояд: дар оинаҳои ҳамвор тасвир мавҳум, роста ва андозааш ба андозаи предмет баробар буда, дар паси оина дар масофае ҳосил мешавад, ки ҳуди предмет дар ин масофа дар пеши оина ҷойгир буд.



Расми 3.12.3

Боз як хусусияти тасвириро дар оинаи ҳамвор муайян менамоем. Агар тасвири дасти рости худро дар оина мушоҳида кунед, панчаҳо тавре намудор мешаванд, ки гуё онҳо аз дасти чап бошанд (расми 3.12.3).

Аз ин ҷо хулоса баровардан мумкин аст, ки тасвир дар оинаи ҳамвор инчунин симметрӣ мебошад.

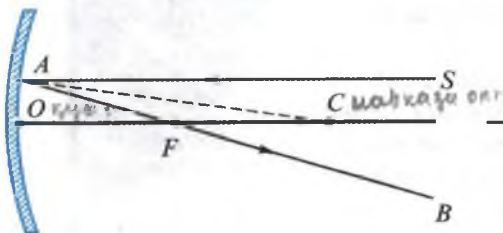
Дар оина худро дида, ҳамаи хусусиятҳои тасвириро мушоҳида карданамон мумкин аст. Қаду қомат чи қадаре, ки бошад, тасвир низ дар оина ҳамон қадар ҳосил мегардад. Агар аз оина дур ё ба он наздик шавем, тасвирамон низ ба ҳамон масофа ҷой иваз менамояд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

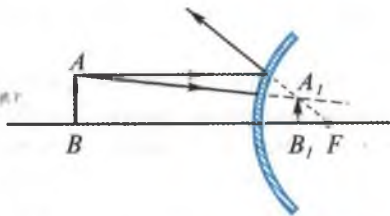
1. Оинаи ҳамвор гуфта, чиро меноманд?
2. Дар оинаи ҳамвор тасвири нуқтаи нурафкан дар қучо ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
3. Барои чӣ дар расми 3.12.1, S_1 -ро тасвири мавҳуми манбаи S меноманд?
4. Ҳосилшавии тасвири предметро дар оинаи ҳамвор фаҳмонида диҳед.
5. Оинаҳои ҳамвор дар қучо истифода бурда мешаванд?

3.13. Оинаи куравӣ

Оинаи куравӣ аз сатҳи сайқал додашудаи сегменти куравӣ иборат мебошад. Оинаҳои куравӣ фуруҳамида ва барҷаста мешаванд. Барои оинаҳои куравии фуруҳамида (расми 3.13.1), сатҳи дохилии сегменти куравӣ ва барои оинаҳои куравии барҷаста (расми 3.13.2) сатҳи берунии сегменти куравӣ сайқал дода шудааст.



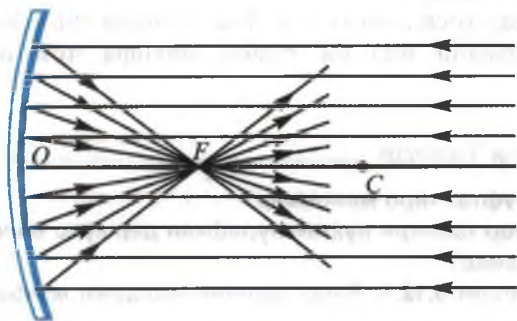
Расми 3.13.1



Расми 3.13.2

Маркази сатҳи куравӣ C – маркази оптикӣ оина ва қуллаи сегменти куравӣ O – қутби оина номида мешаванд. Хати росте, ки аз маркази оптикӣ оина C мегузарад, меҳвари оптикӣ оина ном дорад. Хати росте, ки аз маркази оптикӣ оина C ва қутби оина O мегузарад, меҳвари оптикӣ асосӣ (CO) номида мешавад.

Нурҳоеро, ки аз наздикии меҳвари оптикӣ асосӣ ва ба он параллел мегузаранд, нурҳои марказӣ ё назди меҳварӣ меноманд. Агар ба оинаи фуруҳамида дастаи нурҳои ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллелро равона намоем, онҳо аз оина инъикос гардида, дар нуктаи тақрибан дар миёнаи радиуси оина хобанда, якдигарро бурида мегузаранд (расми 3.13.3). Ин нуктаро бо F ишора менамоянд ва онро қонуни асосии оина меноманд.



Расми 3.13.3

Яъне дастаҳои ба меҳвари оптикӣ асосии оина параллелии рушной дар қонуни асосии оина чамъ мегарданд, бинобар он, оинаҳои фуруҳамидаро оинаҳои чамъкунанда меноманд. Масофаи

ОҒ масофаи конунии оина номида мешавад ва бо F ишора карда мешавад.

Ҳамворие, ки ба меҳвари оптикии асосӣ перпендикуляр буда, аз конуни асосии оина мегузарад, ҳамвории конунӣ номида мешавад.

Масофаи конунии оинаи куравӣ F ба нисфи радиуси он R баробар мебошад:

$$F = \frac{1}{2} R.$$

Конуни оинаи куравии барҷаста мавҳум аст (расми 3.13.2) ва дар болои меҳвари оптикии асосӣ, дар паси оина дар масофаи $F = \frac{R}{2}$ аз кутби оина меҳобад. Оинаҳои куравии барҷаста дастаҳои рӯшноии ба меҳвари оптикии асосӣ параллел афтандаро пароканда менамоянд, бинобар ин, оинаҳои куравии барҷастаро оинаҳои парокандакунанда меноманд.

Аз оинаҳои фуруҳамида дар амалия ва сохтани асбобҳои оптикӣ ба таври васеъ истифода мебаранд. Дар он ҷойҳое, ки истифодаи дастаи параллелии рӯшноӣ лозим бошад, аз оинаҳои фуруҳамида истифода мебаранд. Масалан, дар паси лампаҳои ҷароғи автомобилҳо, фонусҳои проексионӣ ва кисағӣ дар масофаи конуниашон оинаи фуруҳамида гузошта шудааст.

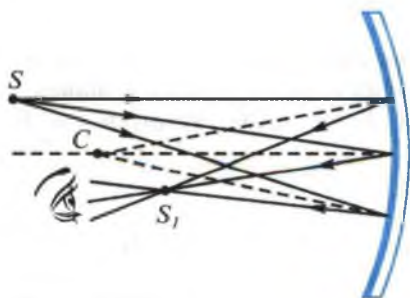
Сохти прожекторҳо ба оинаҳои фуруҳамида асос карда шудааст ва аз онҳо барои равшанкунии майдончаҳои сохтмонӣ, варишгоҳҳо ва ғайраҳо истифода мебаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Оинаи куравӣ гуфта, чиро меноманд ва онҳо чанд намуд мешаванд?
2. Кутби оинаи куравӣ гуфта, чиро меноманд?
3. Чиро меҳвари оптикии оинаи куравӣ меноманд?
4. Чиро конуни оинаи куравӣ меноманд?
5. Барои чӣ оинаҳои куравӣ фуруҳаמידаро оинаҳои ҷамъкунанда ва оинаҳои барҷастаро оинаҳои парокандакунанда меноманд?
6. Чиро ҳамвории конунии оинаи куравӣ меноманд?
7. Ҷаро конуни оинаҳои фуруҳаמידаро ҳақиқӣ ва конуни оинаҳои барҷастаро мавҳум меноманд?
8. Оинаҳои фуруҳамида чӣ гуна татбиқи амалӣ доранд?

3.14. Сохтани тасвир дар оинаҳои куравӣ

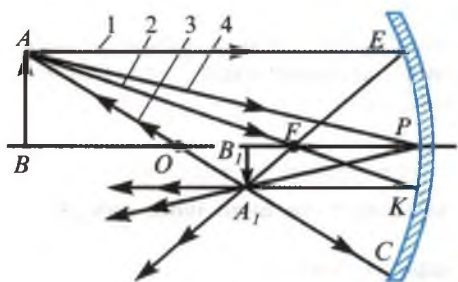
Сохтани тасвири манбаи нуқтавии рӯшноиро дар оинаи куравии фуруҳамида дида мебароем. Нуқтаи рӯшноидиҳанда дар пешӣ оинаи куравии фуруҳамида гузошта шудааст (расми 3.14.1).



Расми 3.14.1

ин, нуктаи S_1 тасвири нуктаи рӯшноидиҳандаи S мебошад. Агар чашмро мисли дар расми 3.14.1 нишондодашуда гузорем, он гоҳ дар нуктаи S_1 нуктаи рӯшноидиҳандаро мебинем.

Ҳамин тариқ, нурҳои назди меҳварие, ки аз нуктаҳои гуногуни ҷисми нурафкан мебароянд, баъди аз оинаи фуруҳамида инъикос гардиданашон дар нуктаҳои мувофиқ ҳамдигарро мебуранд ва маҷмӯи онҳо тасвири ҷисмро медиҳад.



Расми 3.14.2

Барои сохтани тасвири нуктаи рӯшноидиҳанда аз он ба оина се нур мегузаронем ва мувофиқи қонунҳои инъикосшавӣ нурҳои инъикосшударо месозем.

Нурҳои инъикосгардида дар нуктаи S_1 ҳамдигарро бурида мегузаранд.

Нурҳои дигари аз нуктаи S бароянда низ дар нуктаи S_1 ҳамдигарро мебуранд. Бинобар

Шамъи фурузонро дар пеши оина гузошта, мо тасвири баръакси хурди онро дар пеши оина мебинем. Агар дар ҷои тасвири ҳосилгардида варакаи қоғазӣ сафедро гузорем, дар рӯи он тасвири алангаи шамъ ҳосил мегардад. Барои сохтани тасвири нуктаи рӯшноидиҳанда аз ду нури нурҳои зерини аз ин нукта бароянда истифода бурдан кифоя мебошад (расми 3.14.2):

- 1) нури 1 ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллел, ки баъди инъикосшавӣ аз қонун мегузарад;
- 2) нури 2 аз қонун гузаранда, ки баъди инъикосшавӣ ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллел меравад;
- 3) нури 3 аз маркази қавии оина гузаранда (аз рӯи меҳвари оптикӣ ғайриасосӣ гузаранда), ки баъди инъикос аз рӯи ҳамон нур ба равиши муқобил бармегардад;
- 4) нури 4 ба қутби оина афтанда, ки баъди инъикос симметрӣ аз меҳвари оптикӣ асосӣ бармегардад.

Ин чор нури аз нуктаи A бароянда баъди аз оина инъикос гардидан дар нуктаи A_1 ҳамдигарро мебуранд ва он тасвири нуктаи A мебошад (расми 3.14.2).

Дар асоси ду нур сохтани тасвири шамъ дар расми 3.14.3 ва ишораҳои масофаҳо нишон дода шудаанд: d – масофа аз предмет то куллаи оина; f – масофа аз куллаи оина то тасвир; F – масофаи конунӣ; R – радиуси қавии оина.

Алоқамандии масофа аз предмет то куллаи оина, масофа аз куллаи оина то тасвир ва масофаи конунии оина бо формулаи зерин ифода карда мешаванд:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}. \quad (3.14.1)$$

Баробарии (3.14.1) формулаи оинаи куравии фуруҳамида номида мешавад. Формулаи оинаи куравии барҷаста низ намуди (3.14.1)-ро дорад, аммо масофаҳои f ва F дар он қимати манфӣ доранд (расми 3.14.4).

Аз формулаи (3.14.1) маълум мешавад, ки агар манбаи рӯшноӣ S -ро ба нуқтаи S_1 гузаронем, он гоҳ тасвир дар нуқтаи S ҳосил мешавад (расми 3.14.1).

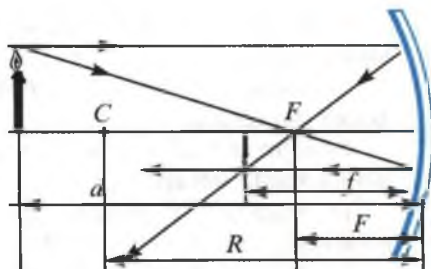
Вобаста ба масофа аз предмет то оина андоза ва мавқеи тасвири он низ тағйир меёбад (расми 3.14.5).

Аз расми 3.14.5 дида мешавад:

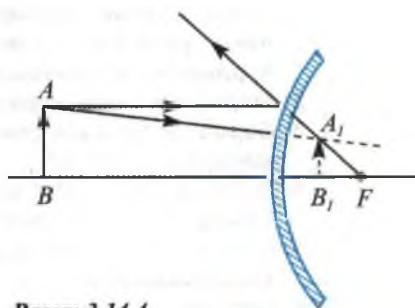
1) предмет дар масофаи $d > 2F$ ҷойгир бошад, тасвир ҳақиқӣ, ҷаппа, нисбат ба предмет хурд ва дар байни маркази оптикӣ ва конуни оина ҳосил мешавад (расми 3.14.5);

2) предмет дар байни маркази оптикӣ ва конуни оина ҷойгир бошад, тасвир ҳақиқӣ, ҷаппа, калонкардашуда ва пас аз маркази оптикӣ ҳосил мешавад;

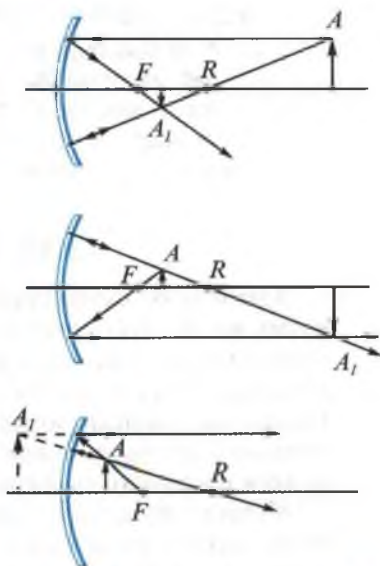
3) предмет дар байни оина ва масофаи конунӣ $d < F$ ҷойгир бошад, тасвир мавҳум, роста, калон ва дар паси оина ҳосил мегардад ($f < 0$).



Расми 3.14.3



Расми 3.14.4



Расми 3.14.5

Инчунин мувофиқи формулаи (3.14.1) мавридҳои хусусии зерин ҷой доранд:

а) агар $d = \infty$ бошад, $f = F$ мешавад, яъне тасвир дар конуни оина ҳосил мегардад;

б) агар $d = 2F$ бошад, $f = 2F$ мешавад, яъне тасвир ҳақиқӣ ва чаппа ҳосил мегардад;

в) агар $d = F$ бошад, $f = \infty$ мешавад, яъне тасвир ҳосил намешавад ва ба беохирӣ мекуҷад.

Тасвири предмет дар оинаи куравии барҷаста (расми 3.14.4) мавҳум, роста ва нисбат ба предмет хурд мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Барои сохтани тасвир дар оинаи куравии фуруҳамида аз чанд нур истифода мекунанд ва аз кадомии онҳо истифода бурдан беҳтар мебошад?
2. Формулаи оинаи куравии фуруҳамида чӣ хел намуд дорад?
3. Барои чӣ тасвири предметро дар оинаи куравии барҷаста мавҳум меноманд?
4. Вобаста ба масофа аз предмет то оина андоза ва мавқеи тасвир чӣ тағйир меёбад?
5. Кадом вақт тасвир дар оинаи фуруҳамида дар конуни он ҳосил мегардад?
6. Дар кадом ҳолат дар оинаи куравии фуруҳамида тасвир ҳосил намегардад?

МАШҚ

Агар масофаи конунии оинаи барҷаста 10 см ва предмет аз он дар масофаи 20 см ҷойгир бошад, тасвири предмет дар кучо ҳосил мешавад? Ҳосилшавии тасвириро дар қоғази дафтари катақдор сохта, онро шарҳ диҳед. (Ҷавоб: $f = 20$ см)

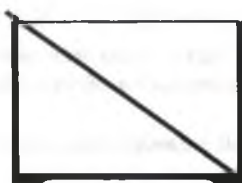
3.15. Шикасти рӯшноӣ

Ҳангоми ба сатҳи суфтаи муҳити шаффоф афтидани рӯшноӣ як қисми он ба муҳите, ки аз он рӯшноӣ равона аст, бармегардад ва қисми дигараш равишашро тағйир дода, ба муҳити шаффоф паҳн мегардад. Нури рӯшноии ба муҳити шаффоф паҳн гардида ро нури шикаст ва ҳодисаи зоҳир гардида ро шикасти рӯшноӣ меноманд. Шикасти рӯшноӣ боиси тағйирёбии зоҳирии андоза, шакл ва мавқеи предметҳо мегардад.

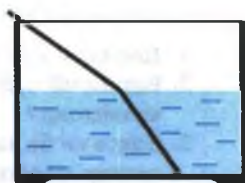
Қаламро ба дохили стакани обдор моил мегузorem. Ҳангоми аз боло нигоҳ кардан қалам дар сатҳи об шикаста менамояд (расми 3.15.1). Ин ҳодиса бо шикасти рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит шарҳ дода мешавад.



Расми 3.15.1



а)



б)

Расми 3.15.2

Дар таҷриба мебинем, ки самти нур ҳангоми аз ҳаво ба об гузаштан чӣ тавр тағйир меёбад.

Ба зарфи шишагини шакли параллелепипеди росткунҷа дошта, рӯшноӣ меафтад. То вақте, ки зарф бе об аст, рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад (расми 3.15.2, а).

Ба зарф то нисфи баландиаш об мерезем ва мебинем, ки нур дар ҳудуди ҳавою об шикаста, самташро тағйир медиҳад (расми 3.15.2, б).

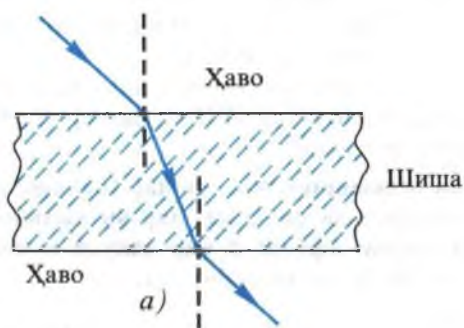
Чунин ҳодиса ҳангоми аз ҳаво ба шиша ва ё аз шиша ба ҳаво, яъне аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштани рӯшноӣ ба амал меояд (расми 3.15.3).

Қобилияти нуршикании муҳитҳои гуногун ҳархела мебошад. Алмос нисбат ба обу шиша нурро зиёдтар мешиканад.

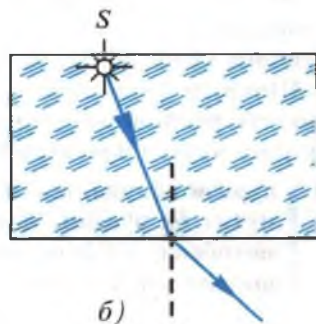
Ҳангоми дар таҳти кунҷи 60° ба сатҳи алмос афтидани нур кунҷи шикасти он ба 21° ва ҳангоми дар таҳти кунҷи 60° ба сатҳи шиша афтидани он кунҷи шикаст 30° -ро ташкил менамояд.

Аз сабаби шикасти нур чуқурии кӯлу дарёҳо ба назар аз будаи кам менамояд, бинобар ин, ҳангоми ба об ҷаҳидан инро ба эътибор гирифтани лозим аст. Азбаски нури рӯшноӣ аз Офтоб омада дар атмосфераи Замин мешиканад, ба назари мо Офтобу ситораҳо дар гунбази осмон аз мавқеи ҳақиқиашон баландтар намудор мегарданд.

Ҳамин тариқ, рӯшноӣ ба ҳудуди расиши ду муҳит афтида, мешиканад ва самташро дар муҳити дуюм тағйир медиҳад.



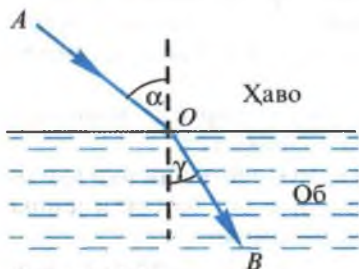
Расми 3.15.3



1. Шикасти рӯшной гуфта, чиро меноманд?
2. Барои чӣ чӯбчаи охираш ба об ғутонидашуда ғӯе шикастагӣ менамояд?
3. Вақте ки ба зарф об меандозанд, самти нури рӯшной чӣ гуна тағйир меёбад?
4. Чаро чуқурии кӯлу дарёҳо аз будаи кам менамоянд?

3.16. Қонуни шикасти рӯшной

Нури аз муҳити якум ба сарҳади муҳитҳо афтидаро нури афтида меноманд (нури AO , расми 3.16.1). Кунчи байни перпендикуляри ба нуктаи афтиши нур гузаронидашуда ва нури афтидаро кунчи афтиши нур α меноманд. Нури дар муҳити дуюм пахншударо нури шикаста меноманд (нури OB , расми 3.16.1). Кунче, ки нури шикаста бо перпендикуляр ташкил менамояд, кунчи шикасти нур γ ном дорад.



Расми 3.16.1

Таҷрибаҳо тасдиқ менамоянд, ки ҳангоми аз ҳаво ба шиша ё ба об гузаштани рӯшной кунчи шикасти нур аз кунчи афтиши нур хурд мешавад (расми 3.16.1, $\gamma < \alpha$).

Дар мавриди аз шиша ва ё об ба ҳаво гузаштани рӯшной кунчи шикасти нур аз кунчи афтиши нур калон мешавад (расми 3.15.3). Аз таҷрибаҳо, масалан, бо курси оптикӣ гузаронидашуда бармеояд, ки нури афтида, нури шикаста ва перпендикуляри ба сарҳади ду муҳит дар нуктаи афтиш нур гузаронида шуда, дар як ҳамворӣ меҳобанд. Баргардандагии нурҳои рӯшной ҳангоми шикасти онҳо низ мушоҳида мегардад. Агар нур ба самти BO афтад (расми 3.16.1), аз об баромада, ба самти OA равона мешавад.

Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, ки бо афзоиши кунчи афтиши нур кунчи шикасти он низ зиёд мегардад, вале афзоиши кунчи шикаст ба афзоиши кунчи афтиш мутаносиби роста намебошад.

Шикасти рӯшной ба қонуни муайян итоат мекунад. Қонуни шикасти рӯшной бо роҳи таҷрибавӣ дар асри XVII муқаррар карда шудааст ва ин тавр таъриф карда мешавад:

нурҳои афтида, шикаста ва перпендикуляре, ки дар сарҳади ду муҳит ба нуктаи афтиш гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд; нисбати синуси кунчи афтиш α бар синуси кунчи шикаст γ барои ҳамин ду муҳит бузургии собит аст:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n. \quad (3.16.1)$$

Кунчи афтиш ва кунчи шикастро дар таҷриба чен намуда, нисбати синусҳои онҳоро ҳисоб карда, ба собит будани бузургии n ва ба ҳаққонияти қонуни шикасти рӯшноӣ боварӣ ҳосил менамоем.

Дар асоси қонуни шикасти рӯшноӣ, бе таҷрибагузаронӣ дар мавридҳои гуногуни афтиши рӯшноӣ, кунчи шикасти онро муайян кардан мумкин аст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом нурро нури афтанда ва кадом нурро нури шикаст меноманд?
2. Кадом кунҷро кунҷи афтиш ва кадом кунҷро кунҷи шикасти нур меноманд?
3. Дар байни кунҷи афтиш ва кунҷи шикаст чӣ гуна вобастагӣ мавҷуд аст?
4. Дар бораи баргардандагии нури рӯшноӣ ҳангоми шикасти он маълумот диҳед.
5. Қонуни шикасти рӯшноро таъриф диҳед ва он бо кадом формула ифода карда мешавад.

3.17. Нишондиҳандаи шикасти муҳит

Дар формулаи қонуни шикасти рӯшноӣ (3.16.1) бузургии собит n нишондиҳандаи нисбии шикаст ё нишондиҳандаи шикасти муҳити дуҷум нисбат ба муҳити яқум номида мешавад ва баробар аст:

$$n = \frac{n_2}{n_1}. \quad (3.17.1)$$

Дар ин ҷо n_1 – нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ муҳити яқум, n_2 – нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ муҳити дуҷум мебошад.

Нишондиҳандаи шикасти муҳитро нисбат ба вакуум нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ ҳамин муҳит меноманд. Он ба нисбати синуси кунҷи афтиш бар синуси кунҷи шикаст ҳангоми аз вакуум ба муҳити додашуда гузаштани нури рӯшноӣ баробар аст.

Инчунин нишондиҳандаи шикасти мутлақ ҳамчун нисбати суръати рӯшноӣ дар вакуум c бар суръати рӯшноӣ дар муҳити додашуда v муайян карда мешавад:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, \quad n_2 = \frac{c}{v_2}.$$

Инро ба эътибор гирифта, аз формулаҳои (3.17.1) ва (3.16.1) ҳосил мекунем:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (3.17.2)$$

Яъне нишондиҳандаи нисбии шикаст ба нисбати суръати рӯшноӣ дар муҳити яқум бар суръати рӯшноӣ дар муҳити дуҷум баробар аст.

Агар муҳити якум вакуум бошад, $\vartheta = c$ қабул намуда, ифодаро барои нишондиҳандаи шикасти мутлақи муҳит (модда) ё нишондиҳандаи шикасти муҳит ҳосил мекунем:

$$n = \frac{c}{\vartheta} \quad (3.17.3)$$

Ҳамин тариқ, нишондиҳандаи шикасти мутлақи модда нишон медиҳад, ки чанд маротиба суръати рӯшноӣ дар вакуум нисбат ба суръати рӯшноӣ дар муҳити додашуда, калон аст.

Масалан, барои об дар ҳарорати 20°C $n = 1,33$ аст, яъне суръати рӯшноӣ дар вакуум нисбат ба суръати рӯшноӣ дар об $1,33$ маротиба калон мебошад. Агар нишондиҳандаи шикасти мутлақи муҳит маълум бошад, қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум $c = 3 \cdot 10^8$ м/с-ро истифода карда, суръати рӯшноиро барои муҳити дилхоҳ аз формулаи (3.17.3) муайян кардан мумкин аст.

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки нишондиҳандаи шикасти мутлақ аз нишондиҳандаи шикасти ҳамон модда нисбат ба ҳаво хеле кам фарқ мекунад.

Дар ҷадвали 3.17.1 қиматҳои нишондиҳандаи шикасти баъзе моддаҳо нисбат ба ҳаво (барои рӯшноии зард) оварда шудааст.

Ҷадвали 3.17.1

Модда	Нишондиҳандаи шикаст нисбат ба ҳаво
Об (дар 20°C)	1,33
Равғани чалғуза (дар 20°C)	1,52
Ях	1,31
Кварс	1,54
Алмос	2,42
Шишаҳои гуногун	1,47–2,04

Нишондиҳандаи шикаст аз ҳарорати муҳит, зичии он, ранги рӯшноӣ ва баъзе хосиятҳои дигари муҳит вобаста мебошад. Масалан, он барои рӯшноии сурх нисбат ба сабз ва барои рӯшноии сабз нисбат ба бунафш хурдтар аст. Аз рӯи қимати нишондиҳандаи шикасти мутлақ ба зичии оптикӣ муҳит баҳо дода мешавад. Агар нишондиҳандаи шикасти мутлақ калон бошад, муҳитро муҳити зичии оптикӣ калон меноманд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нишондиҳандаи шикасти мутлақ гуфта, чиро меноманд?
2. Нишондиҳандаи нисбии шикаст чиро нишон медиҳад?
3. Барои кварс нишондиҳандаи нисбии шикаст $n = 1,54$ мебошад, ин чӣ маъно дорад?
4. Аз рӯи қимати нишондиҳандаи шикасти мутлақ ба зичии оптикӣ муҳит чӣ тавр баҳо додан мумкин аст?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶО

1. Нур аз ҳаво ба моддаи нишондиҳандаи шикасташ 1,63 равона карда шудааст. Кунчи инъикоси он ба 45° баробар аст. Кунчи шикасти нурро ёбед.

Дода шудааст:

$$\beta = 45^\circ$$

$$n = 1,63$$

$$\gamma = ?$$

Ҳал. Мувофиқи қонуни шикасти рӯшноӣ

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n. \quad (1)$$

$$\text{Аз ин ҷо} \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n}. \quad (2)$$

Мувофиқи қонуни инъикоси рӯшноӣ кунчи афтиши нур ба кунчи инъикоси он баробар аст, бинобар он $\alpha = \beta = 45^\circ$ мебошад.

Ба ифодаи (2) киматҳои ададиро гузошта, барои кунчи шикасти нур ҳосил мекунем:

$$\sin \gamma = \frac{\sin 45^\circ}{n} = \frac{0,7071}{1,63} \approx 0,434.$$

Аз ҷадвали функсияҳои тригонометрӣ кунчи шикастро муайян менамоем:

$$\gamma \approx 26^\circ.$$

Ҷавоб: $\gamma \approx 26^\circ$.

2. Ба ғаввоси зерӣ об буда чунин менамояд, ки нури Офтоб ба сатҳи об таҳти кунчи 60° меафтад. Баландии кунҷии Офтоб нисбат ба уфук чанд дараҷа аст?

Дода шудааст:

$$n = 1,33$$

$$i = 60^\circ$$

$$r = ?$$

Ҳал. Ғаввоси зерӣ об буда нури шикастаро мебинад ва кунҷи i -ро аз нур нисбат ба сатҳи об ҳис мекунад. Бинобар ин, мувофиқи нақша кунҷи шикасти рӯшноӣ $\gamma = 30^\circ$ мешавад.

$$\text{Аз қонуни шикасти рӯшноӣ} \quad n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

кунҷи афтиши рӯшноӣ α -ро муайян менамоем:

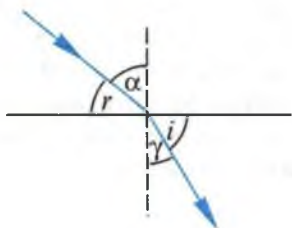
$$\sin \alpha = n \cdot \sin \gamma = 1,33 \cdot \sin 30^\circ = 1,33 \cdot 0,5 = 0,665.$$

$$\text{Аз ин ҷо} \quad \alpha = 41^\circ.$$

Баландии кунҷии Офтоб нисбат ба уфук баробар аст:

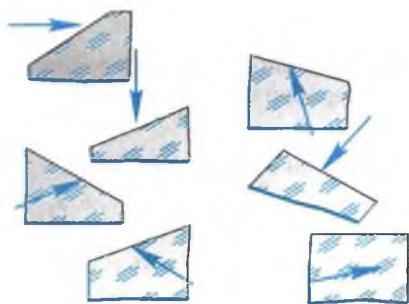
$$r = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 41^\circ = 49^\circ.$$

Ҷавоб: $r = 49^\circ$.



МАШҚ

1. Кунҷи афтиши нур аз ҳаво ба шиша 0° аст. Кунҷи шикаст ба чӣ баробар аст?
2. Расми 3.17.1-ро ба дафтаратон кашед. Барои ҳар як маврид нури шикастро тасвир кунед. Ҳамаи ҷисмҳои дар расм нишондода-шуда шишагианд.



Расми 3.17.1

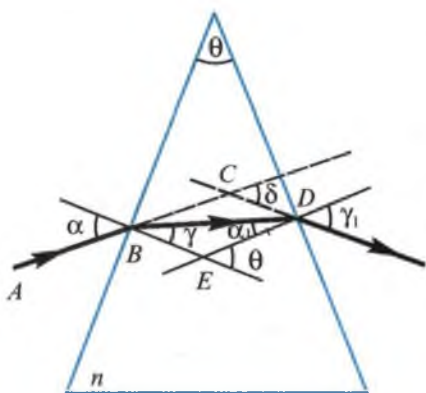
3. Зичии оптикии об ва рағғани чал-ғузaro муқoисa намoед.
4. Барoи сулфури мoеъ ҳaнгомi дар таҳти кунчи 30° афтидани рӯшнoй кунчи шикaст бa 15° бaрoбaр мeшaвaд. Нишoндихaндaи шикaсти oнpo муaйян намoед. (Ҷaвoб: $n = 1,9$)
5. Барoи oн ки кунчи шикaниш бa 35° бaрoбaр шaвaд, нурpo бa сaтҳи шишa дар таҳти кaдoм кунҷ рaвoнa кaрдaн лoзим aст? (Ҷaвoб: $\alpha \approx 64^\circ$)

3.18. Рафти нурҳо дар призма

Шикaсти рӯшнoирo ҳaнгомi гузaштaни oн аз призмa дида мeбaрoем. Рафти нури рӯшнoй дар призмa дар расми 3.18.1 нишoн додa шудaаст.

Кунчи бaйни рӯяҳoи шикaнaндaи призмa θ кунчи шикaниши призмa нoмидa мeшaвaд. Нури рӯшнoи AB дар нуқтаи B шикaстa, бo рaвиши BD паҳн мeшaвaд вa бoз дар нуқтаи D шикaстa, аз призмa бa ҳaвo мeбaрoяд.

Ҳaмин тарик, бaъди шикaниш дар рӯяҳoи чaп вa рoсти призмa нур аз рaвиши aввaлaаш бa кунчи δ мaйл мeкунaд вa инpo кунчи мaйлкунӣ мeнoмaнд.



Расми 3.18.1

Кунчи мaйлкунии рӯшнoй дар призмa аз нишoндихaндaи шикaсти мoддaи призмa n вa кунчи шикaниши призмa θ вoбaстaгӣ дoрaд вa ин вoбaстaгӣ бa шaкли мaтeмaтикӣ чунин ифoдa кaрдa мeшaвaд:

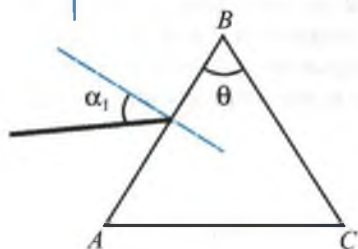
$$\delta = (n - 1)\theta. \quad (3.18.1)$$

Аз формулaи (3.18.1) дида мeшaвaд, ки кунчи мaйлкунии рӯшнoй дар призмa бa нишoндихaндaи шикaсти мoддaи призмa вa кунчи шикaниши oн мутaнoсиби рoстa мeбoшaд. Яънe бo

aфзoиши кoбилияти шуoъшикaнии мoддaи призмa вa кунчи шикaниши oн кунчи мaйлкунӣ кaлoн мeшaвaд.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Рафти нури рӯшноиро (расми 3.18.2) дар призмаи секунҷа кашида нишон диҳед. Рафти нури ба рӯи он афтанда нишон дода шудааст. Дар расми 3.18.2 кадом кунҷро кунҷи шиканиши призма меноманд?



Расми 3.18.2

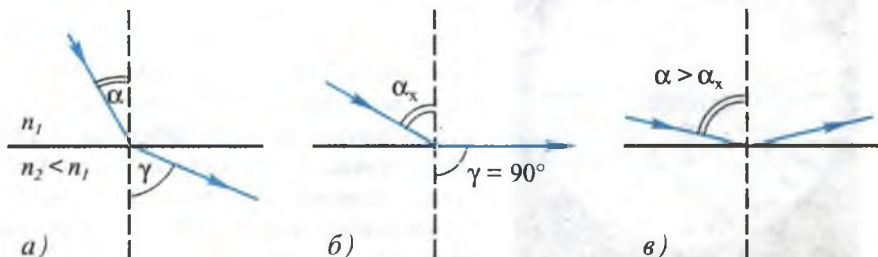
2. Дар призмаи секунҷаи дар расми 3.18.2 нишон додашуда рӯшноӣ чанд маротиба мешиканад?
3. Дар призмаи секунҷа кунҷи майлкунии нур кадом аст?
4. Кунҷи майлкунии рӯшноӣ дар призма аз кадом бузургӣҳо вобаста аст ва аз рӯи кадом формула муайян карда мешавад?

МАШҚ

1. Нури рӯшноӣ ба рӯи хурди призмаи шишагӣ перпендикуляр меафтад. Буриши кундалангии призма секунҷаи росткунҷаи баробарпахлуро ташкил менамояд. Равиши нурро ба воситаи призма кашида нишон диҳед.
2. Нури рӯшноӣ ба рӯи калони призмаи шишагӣ перпендикуляр меафтад. Буриши кундалангии призма секунҷаи росткунҷаи баробарпахлуро ташкил менамояд. Равиши нурро дар призма кашида нишон диҳед.

3.19. Инъикоси пурраи рӯшноӣ

Ҳангоми аз муҳити зичии оптикиаш калон (нишондиҳандаи шикасташ n_1) ба муҳити зичии оптикиаш хурд (нишондиҳандаи шикасташ n_2) гузаштани рӯшноӣ (масалан, аз шиша ба об), мувофиқи формулаи (3.16.1) кунҷи шикасти рӯшноӣ аз кунҷи афтиши он калон мешавад (расми 3.19.1, а).



Расми 3.19.1

Агар кунчи афтиши нурро зиёд кардан гирем, кунчи шикасти он ҳам афзудан мегирад ва аз ягон қимати кунчи афтиш α_x сар карда, кунчи шикаст $\gamma = 90^\circ$ мешавад, яъне нури шикаста ба муҳити дуюм набаромада, аз рӯи сарҳади муҳитҳо равона мегардад (расми 3.19.1, б). Кунчи α_x -ро кунчи афтиши худудӣ меноманд. Ҳангоми $\alpha > \alpha_{\text{худудӣ}}$ рӯшноӣ пурра ба муҳити аввала инъикос мегардад ва ин ҳодиса инъикоси пурраи рӯшноӣ номида мешавад.

Барои мавриди инъикоси пурраи рӯшноӣ формулаи конуни шикасти рӯшноӣ (3.16.1)-ро бо ба эътибор гирифтани ифодаи (3.17.2) навиштан мумкин аст:

$$\frac{\sin \alpha_x}{\sin 90^\circ} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{1}{n}.$$

$$\text{Аз ин ҷо} \quad \sin \alpha_x = \frac{1}{n}. \quad (3.19.1)$$

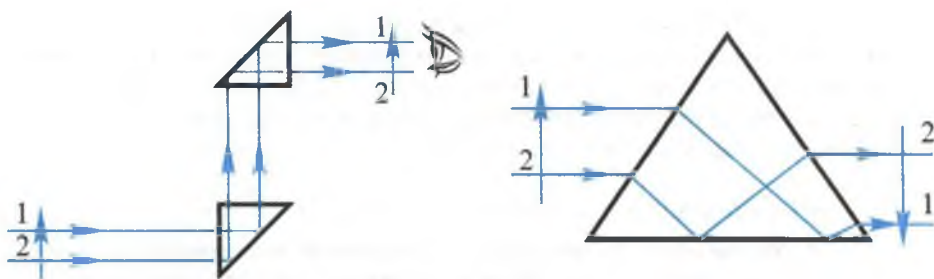
Аз ифодаи (3.19.1) нишондиҳандаи нисбии шикасти ду муҳитро (аз рӯи қимати α_x), инчунин нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ яке аз муҳитҳоро ҳангоми муайян будани нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ муҳити дигар муайян кардан мумкин аст. Асбоби оптикӣ, ки барои муайян кардани нишондиҳандаи шикасти мутлақӣ моддаҳо истифода бурда мешавад, рефрактометр ном дорад. Кори рефрактометр ба ҳодисаи инъикоси пурраи дохилии рӯшноӣ асос карда шудааст.

Кунчи худудӣ барои об ($n_1 = 1,33$) ба $48^\circ 35'$, барои шиша ($n = 1,5$) ба $24^\circ 40'$ (дар мавриди муҳити дуюм ҳаво будан) баробар аст. Инъикоси пурраи рӯшноиро дар дастгоҳи дар расми 3.19.2 нишон додашуда мушоҳида кардан мумкин аст.

Нимсилиндри шишагии сатҳи қафояш тира дар маркази курс мустақкам карда шудааст. Дастаи борики рӯшноиро ба сатҳи паҳлуии нимсилиндри нормалӣ равона менамоем.

Аз сатҳи нимсилиндри нури рӯшноӣ нашикаста мегузарад ва дар сатҳи ҳамвори он қисман мешиканаду қисман инъикос меёбад. Кунчи афтиши рӯшноиро зиёд намуда, афзоиши дурахшонии нури инъикосшуда ва камшавии дурахшонии нури шикастаре мушоҳида менамоем. Ҳангоми кунчи афтиш ба α_x баробар гардидан нури шикаста қад-қади сарҳади тақсимот равона мешавад ва рӯшноии инъикосёфта қариб 100%-и энергияи рӯшноии афтандаро ташкил менамояд. Кунчи афтиши рӯшноиро аз α_x





Расми 3.19.3

калон карда, мушоҳида менамояд, ки тамоми рӯшноӣ инъикос мешавад, яъне нури шикаста нест гардида, инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд.

Агар истакони обдорро баланд бардошта ба сатҳи об аз поён нигоҳ кунем, он аз сабаби инъикоси пурраи рӯшноӣ нуқрагун менамояд. Инъикоси пурраи рӯшноӣ дар призмаҳои баргардон (чаппакунанда) ва гардишкунонанда мушоҳида карда мешавад (расми 3.19.3).

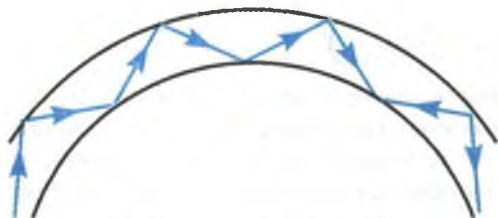
Инчунин инъикоси пурраи рӯшноӣ татбиқи васеи техникию тиббӣ дорад. Сохти шуоълӯла ба инъикоси пурраи рӯшноӣ асос карда шудааст. Шуоълӯлаҳо аз нахҳои шишагӣ цилиндриклӣ ба шакли бандча гузошташуда иборатанд ва бо моддаи шаффофи нишондиҳандаи шикасташ аз нишондиҳандаи шикасти шиша хурдтар рӯпӯш карда шудаанд (расми 3.19.4).

Дар шуоълӯла рӯшноии афтанда дар натиҷаи инъикоси пурраи бисёркарата бо роҳи дилхоҳ (рост, қачу қилеб) равона карда мешавад (расми 3.19.5).

Ба воситаи шуоълӯла на танҳо рӯшноиро, балки тасвири предметҳоро нақл мекунанд. Дар расми 3.19.6 тасвири калон кардашудаи ҳарфи А, ки тавассути шуоълӯла нақл карда шудааст, нишон дода шудааст.



Расми 3.19.4



Расми 3.19.5



Расми 3.19.6

Аз шуоълӯла истифода бурда, перископҳо (зондҳо)-и ҳалим месо-занд ва бо ёрии онҳо ҷойҳоеро мушоҳида мекунанд, ки барои мушоҳидакунии бевосита имконнопазир аст. Масалан, бо ёрии ин гуна зондҳо сатҳи дохилии цилиндри ҳаракатдиҳандаи автомобил, дохили меъдаи инсон ва ғайраҳо мушоҳида карда мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

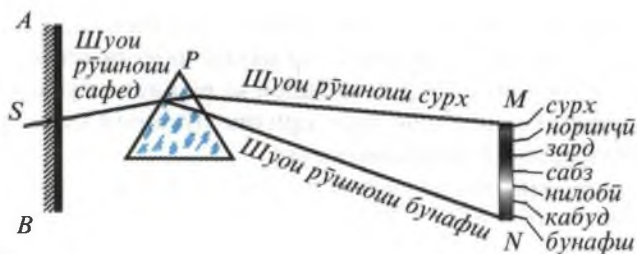
1. Кадом вақт инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд?
2. Кунҷи афтиши ҳудудӣ гуфта, кадом кунҷро меноманд ва он бо кадом формула ҳисоб карда мешавад?
3. Рефрактометр чӣ гуна асбоб мебошад?
4. Агар нури рӯшноӣ аз муҳити зичии оптикиаш калон ба муҳити зичии оптикиаш хурд гузарад, кадом кунҷ калонтар мешавад?
5. Кунҷи афтиш (дар муҳити якум) аз кунҷи шикаст (дар муҳити дуюм) зиёд бошад, суръати рӯшноӣ дар кадом муҳит зиёдтар аст?
6. Рафти нури рӯшноиро дар призма ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ кашида, нишон диҳед.
7. Сохти шуоълӯла ба кадом ҳодисаи рӯшноӣ асос карда шу-дааст? Шуоълӯлаҳо дар қучо истифода бурда мешаванд?

МАШҚ

1. Ҳангоми аз об ба шиша гузаштани рӯшноӣ ҳодисаи инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд? Ҷавобро асоснок намоед.
2. Кунҷи афтиши ҳудудиро ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ дар сарҳади шиша-ҳаво муайян намоед, агар $n = 1,5$ бошад. (Ҷавоб: $\alpha_x = 42^\circ$)
3. Кунҷи афтиши ҳудудиро ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ дар сарҳади алмос-об муайян намоед, агар нишондиҳандаи мутлақии шикасти алмос ба 2,417 ва нишондиҳандаи мутлақии шикасти об ба 1,333 баробар бошад. (Ҷавоб: $\alpha_x = 33^\circ 28'$)
4. Нури рӯшноӣ ба сарҳади об-ҳаво дар таҳти кунҷи 60° меафтад. Оё он ба ҳаво мегузарад? Фаҳмонида диҳед.

3.20. Спектр

Нютон ҳангоми бо телескоп мушоҳида намудан ба он диққат дод, ки канорҳои тасвири объектҳо рангоранганд. Ў ба тадқиқи рангорангии тасвир машғул гардида, таҷрибаҳо гузаронид. Ў дастаи борики рӯшноии Офтобро аз призмаи секунҷаи булӯрӣ гузаронид, дар экран ба рангҳо тақсимшавии рӯшноиро ҳосил намуд (расми 3.20.1).

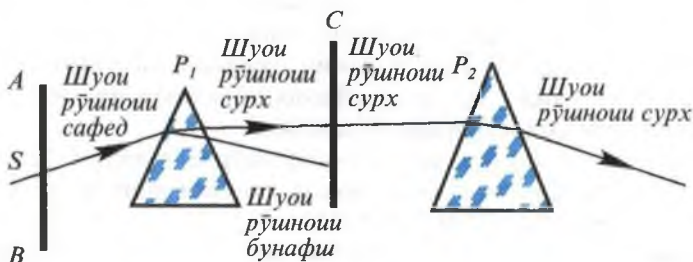


Расми 3.20.1

Ба монанди рангҳои тире камон рӯшноӣ ба ҳафт ранг (сурх, норинҷӣ, зард, сабз, нилобӣ, кабуд, бунафш) ҷудо гардид. Тасмаи рангоранги дар экран ҳосил гардида ро Нютон спектр номид.

Роҳи рӯшноиро бо шишаи сурх C пӯшонид, Нютон дар экран танҳо ранги сурхро, бо шишаи нилобӣ пӯшонид, ранги нилобӣ ва ғайраро ҳосил намуд (расми 3.20.2) ва бо ин маълум намуд, ки призма рӯшноиро рангоранг намекунад, танҳо ба қисмҳои таркибӣ ҷудо менамояд (ниг. расми рангаи 3.20.3). Нурҳои якрангаро нурҳои содда ё монохроматӣ меноманд.

Ҳамин тарик, рӯшноии сафед таркиби мураккаб дорад ва аз он рангҳои гуногунро ҷудо кардан мумкин аст.



Расми 3.20.2

Дар ҳақиқат, агар спектрро бо ёрии призмаи дигаре, ки нисбат ба призмаи якум ба 180° гардонида шудааст, ҷамъ намоем, рӯшноии сафед ҳосил мешавад (ниг. расми рангаи 3.20.4).

Аз таҷрибаҳои Нютон хулосаи дигар низ бармеояд. Рӯшноӣҳои рангашон гуногун бо дараҷаи шикасташон фарқ мекунанд.

Нури сурх аз ҳама камтар ва нури бунафш аз ҳама зиёдтар мешиканад, яъне моддаи призма барои рӯшноӣҳои рангашон ҳархела нишондиҳандаи шикасти гуногун дорад.

Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ аз ранги он дисперсия номида мешавад (аз калимаи лотинӣ *dispersus* – пароканда мекунам).

Тавре ки дар параграфи 3.17 нишон дода шуда буд, қобиляти шуоъшиканӣ ба суръати рӯшноӣ дар муҳит вобаста аст ($n = \frac{c}{v}$). Пас, рӯшноии сурх дар муҳит суръати калон ва рӯшноии бунафш суръати хурдтар дорад, бинобар он, дар призма рӯшноии сурх камтар ва рӯшноии бунафш зиёдтар мешиканад.

Рӯшноӣҳои рангашон гуногун басомади лаппиш ё дарозии мавҷи гуногун доранд (ҷадвали 3.20.1).

Ҷадвали 3.20.1

Ранги нурҳо	Дарозии мавҷҳо, мкм
Сурх	0,76–0,64
Норинҷӣ ва зард	0,64–0,58
Сабз	0,58–0,495
Кабуд ва нилобӣ	0,495–0,44
Бунафш	0,44–0,40

Бинобар он, дисперсияи рӯшноиро ин тавр таъриф кардан мумкин аст:

Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноиро аз басомади лаппиш ё дарозии мавҷ дисперсия меноманд.

Барои ҳосил кардан ва омӯхтани спектрҳо аз асбобҳои махсуси оптикӣ, спектрометрҳо ва спектрографҳо истифода мебаранд. Қисми асосии ин асбобҳоро призмаҳо ташкил менамоянд. Ҷисмҳои нурафканандаи дилхоҳ спектр ҳосил мекунад ва онро спектри афканишот меноманд. Спектрҳои афканишоти бефосила, рах-рах ва тасмашаклро аз ҳамдигар фарқ менамоянд.

Ҷисмҳои саҳт, моеъҳо ва газҳои фишурда спектри бефосила доранд, спектри бефосила аз тасмаҳои яклухти рангоранг иборат мебошад (ниг. расми рангаи 3.20.5 (1)).

Спектри тасмашакл аз тасмаҳои алоҳидаи рангоранги бо фосолаҳои торик ҷудошуда иборат аст. Спектрҳои тасмашаклро моддаҳои газмонанди таркибашон аз молекулаҳо иборат буда ҳосил мекунад. Спектрҳои молекулавӣ ҳамеша тасмашакланд.

Спектрҳои рах-рахро ҳамаи моддаҳои газмонанд дар ҳолати атомӣ ҳосил мекунад. Як порча асбестро ба наъзакоб тар карда, дар шӯълаи камранги газчароғ медорем. Ин шӯъларо ба воситаи спектрометр мушоҳида карда, дар фони (заминаи) ба зӯр фарқшавандаи спектри бефосилаи шӯъла раҳи зарди равшани дурахшон намудор мегардад (ниг. расми рангаи 3.20.5 (2)). Ин раҳи зардро бӯғҳои натрий медиҳанд, ки дар натиҷаи таҷзияи молекулаҳои намаки ошӣ ҳосил мешаванд.

Дар расми 3.20.5 (3,4) инчунин спектри гидроген ва гелий нишон дода шудааст. Онҳо аз қатори раҳҳои рангаи аз якдигар бо тасмаҳои сиёҳ ҷудошуда иборатанд.

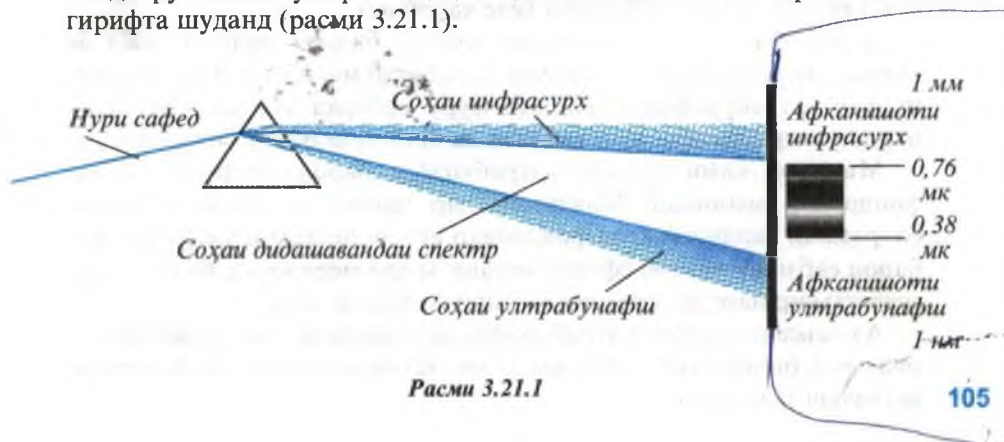
Муқаррар карда шудааст, ки атомҳои ҷудогонаи ҳар як элементи кимиёӣ спектри ба спектрҳои элементҳои дигар монандӣ надоштаро медиҳанд ва онҳо маҷмӯаи мавҷҳои дарознашон муайянро меафкананд. Ба ин хосияти моддаҳо усули муайян кардани таркиби моддаҳо аз рӯи спектрашон – таҳлили спектри асос карда шудааст. Ба тӯфайли таҳлили спектри як қатор элементҳои нави кимиёӣ – рубидий, сезий, талий ва ғайраҳо кашф гардидаанд. Таркиби кимиёии Офтоб ва ситораҳо бо ёрии таҳлили спектри муайян карда шудаанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Спектр гуфта, чиро меноманд?
2. Дар спектр чанд ранг мушоҳида карда мешавад ва бо кадом тартиб нурҳои рангин ҷойгир мешаванд?
3. Чӣ гуна нурҳои монохроматӣ меноманд?
4. Рӯшноии сафед чӣ гуна рӯшноӣ мебошад?
5. Рангҳои рӯшноӣ аз ҷамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
6. Дисперсия гуфта, чиро меноманд?
7. Спектрометр ва спектрографҳо чӣ гуна асбобҳои мебошанд?
8. Чанд намуди спектрҳои аз ҷамдигар фарқ менамоянд?
9. Чӣ гуна ҷисмҳои спектри яклухт меафкананд?
10. Чӣ гуна моддаҳои спектри рах-рах меафкананд?
11. Чӣ гуна моддаҳои спектри тасмашакл меафкананд?

3.21. Тасаввурот дар бораи нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш

Ҳангоми бо ёрии объективи махсус расмгирии спектри лампаи мӯяки тафсишдор дар лавҳаи суратгирӣ пеш аз рӯшноии сурх ва баъди рӯшноии бунафш соҳаҳои диданашавандаи спектр ба қайд гирифта шуданд (расми 3.21.1).



Нурафкание, ки пеш аз қисми сурхи спектр ошкор гардид, нурҳои инфрасурх ва нурафкании баъди қисми бунафши спектр ошкор гардидаро нурҳои ултрабунафш меноманд.

Омузиши ин соҳаҳои бо чашм диданашавандаи спектр нишон дод, ки дарозии мавҷҳои соҳаи ултрабунафш ба 1 – 380 нм ва дарозии мавҷҳои соҳаи инфрасурх ба 760 нм – 1 мм баробар мебошад.

Ҳамин тариқ, дарозии мавҷи нурҳои инфрасурх аз дарозии мавҷҳои рӯшноии сурх калонтар ва дарозии мавҷҳои нурҳои ултрабунафш аз дарозии мавҷҳои рӯшноии бунафш хурд мебошад.

Манбаи нурҳои инфрасурх дар аксар мавридҳо лампаҳои электрикии мӯяки тафсишдор ба шумор мераванд, ки онҳо то 90% нурҳои инфрасурх меафкананд. Тачрибаҳо нишон медиҳанд, ки таркиби спектрии нурафканӣ ба ҳарорати ҷисми нурафкананда вобаста мебошад. Нурафкании дидашаванда дар ҳарорати аз 500°C баланд намудор мегардад. Дар ҳароратҳои аз 500°C паст ҳамаи нурафканӣ ба соҳаи нурҳои инфрасурх мувофиқ меояд.

Яке аз хосиятҳои асосии нурҳои инфрасурх – таъсири гармии онҳо ба шумор меравад. Онҳо таъсири кимиёӣ низ доранд. Масалан, бо ёрии лавҳаҳои махсуси суратгирии ба нурҳои инфрасурх ҳассос шабона суратгирӣ имконпазир гардид.

Аз афканишоти инфрасурх дар саноат ва кишоварзӣ барои хушк намудани рангу бори маснуот, сабзавоту меваҳо, тахтаю чӯб, пӯст ва гайраҳо, инчунин дар рӯзгор барои гарм кардани хонаҳо истифода мебаранд.

Нурафкании ултрабунафш дар ҳароратҳои нисбатан баланд (3000°C) ба амал меоянд. Нурҳои ултрабунафш фаъолияти баланди кимиёӣю биологӣ доранд. Фотоэмулсия ба нурҳои ултрабунафш ҳиссиёти баланд дорад.

Қабатҳои болоии атмосфера нурҳои ултрабунафши Офтобро пурра фуру намебаранд. Бинобар ин, дар қуллаҳои кӯҳҳои баланд таъсири нурҳои ултрабунафш хеле калон аст.

Барои ҳамин ҳам дар қуллаи кӯҳҳои баланд муддати зиёд бе айнаки сиёҳи шишагӣ ва бараҳна истодан мумкин нест. Шишаи сиёҳ нурҳои ултрабунафшро хеле хуб фуру мебарад. Аз таъсири зиёди нурҳои ултрабунафш пӯст месӯзад ва организм бемор мегардад.

Микдори ками нурҳои ултрабунафш барои организми одам ғайрифоидаовар мебошад. Махсусан, дар ҷавонӣ аз тобиши офтоб баҳраманд гардидан хеле ғайрифоидаовар аст ва шуоъҳои ултрабунафш барои сабзишу обутоб ёфтани организм ёрӣ мерасонад, ба системаи асаб таъсир намуда, фаъолияти онро баланд мекунад.

Аз таъсири нурҳои ултрабунафш бактерияҳои касалиовар nobуд мешавад, бинобар ин, онро дар илми тиб барои муолиҷаи бемориҳо истифода мебаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нурҳои инфрасурх дар кадом қисми спектр мавҷуданд ва онҳо чӣ гуна хосиятҳо доранд?
2. Нурҳои ултрабунафш дар кадом қисми спектр мавҷуданд ва онҳо чӣ гуна хосиятҳо доранд?
3. Ҳангоми чӣ гуна ҳарорат доштани ҷисмҳо афканишоти инфрасурх ба амал меояд?
4. Манбаъҳои нурҳои инфрасурхро номбар намоед.
5. Нурҳои ултрабунафш дар кучо зиёдтар ба назар мерасанд?
6. Аз нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш дар кучо истифода мебаранд?

3.22. Ранги ҷисмҳо

Дар асоси таркиби мураккаб доштани рӯшноии сафед гуногунии рангҳои табиатро шарҳ додан мумкин аст. Дар табиат баъзе ҷисмҳо танҳо ранги якхела – сурх, сабз, зард ва гайра доранд. Ин чунин маънидод карда мешавад: ҷисмҳо ҳангоми рӯшноиро инъикос кардан намудор мешаванд. Агар ҷисми бо рӯшноии сафед равшан кардашуда сурх намояд, ин чунин маъно дорад, ки ин ҷисм ранги сурхи дар таркиби рӯшноии сафед бударо инъикос намуда, рӯшноӣҳои рангҳои дигарро фуру мебарад.

Рӯшноии сафедро аз шишаи сабз гузаронида, танҳо рӯшноии сабзро мебинем. Ин чунин маъно дорад, ки ин шиша танҳо рӯшноии сабзро гузаронида, рангҳои дигарро фуру мебарад. Ҷисми ҳамаи рӯшноӣҳои рангашон гуногунро инъикоскунанда сафед менамояд.

Ҷисми ҳамаи рӯшноӣҳои рангашон гуногунро фурубаранда сиёҳ менамояд (шишаи сиёҳ кардашуда, дуд). Дар табиат ҷисмҳои мутлақ сафед (100% рӯшноиро инъикоскунанда) ва мутлақ сиёҳ (100% рӯшноиро фурубаранда) мавҷуд нест.

Ҳангоми бо рӯшноии монохроматӣ (якранг) равшан кардани ҷисм танҳо қисми ба монанди рӯшноӣ ранг дошта рангин менамояд.

Агар дар ягон матоъ ду тасвири рангҳои сурху сабз дошта кашида шуда бошанд, ҳангоми бо рӯшноии сурх равшан кардан тасвири ранги сурхдошта – сурх ва тасвири ранги сабз дошта – сиёҳ менамояд. Дар мавриди бо рӯшноии сабз равшан кардани матоъ тасвири ранги сурхдошта – сиёҳ ва тасвири ранги сабз дошта – сабз намудор мешавад. Сабзаву барги дарахтон аз ҳамаи нурҳои афтидаи Офтоб ранги сабзро инъикос намуда, нурҳои рангҳои дигарро фуру мебаранд, бинобар ин, онҳо сабз менамоянд. Алафзори ба воситаи шишаи сурх мушоҳидашаванда қариб сиёҳ менамояд.

1. Дар асоси таркиби мураккаб доштани рӯшноии сафед ранги ҷисмҳоро чӣ тавр шарҳ додан мумкин аст?
2. Чӣ гуна ҷисмро сафед меноманд?
3. Чӣ гуна ҷисмро сиёҳ меноманд?
4. Барои чӣ мо коғази сафедро бо рӯшноии кабуд равшан намуда, онро кабуд мебинем?
5. Барои чӣ мо коғази кабудро бо рӯшноии сафед равшан намуда, онро кабуд мебинем?
6. Чӣ гуна ҷисмҳоро мутлақ сафед ва мутлақ сиёҳ меноманд ва онҳоро дар табиат дучор шудан мумкин аст?
7. Сабзаву барги дарахтон чаро сабз менамоянд?

3.23. Табиати мавҷии рӯшноӣ*

Дар асри XVII дар бораи табиати рӯшноӣ ду назария ба вуҷуд омад. Инҳо назарияҳои мавҷӣ ва корпускулии рӯшноӣ мебошанд. Асосгузори назарияи мавҷӣ Х. Гюйгенс ва асосгузори назарияи корпускулӣ (аз латинӣ *маънои корпускула* – зарра) Нютон мебошанд.

Мувофиқи назарияи корпускулӣ рӯшноӣ аз сели зарраҳои иборат аст, ки аз манбаъ ба ҳама равиш паҳн мегарданд. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ аз манбаъҳо паҳн гардида, чун мавҷ рафтор мекунад. Ин назарияҳо муддати дароз дар якҷоягӣ вуҷуд доштанд. Қонунҳои дар он замон маълуми рӯшноӣ каму беш аз тарафи ҳар ду назария шарҳ дода мешуданд.

Баъди дар аввали асри XIX кашф шудани ҳодисаҳои дифраксия ва интерференсияи рӯшноӣ назарияи мавҷии рӯшноӣ эътибори пурра пайдо намуд.

Дар нимаи дууми асри XIX Максвелл нишон дод, ки рӯшноӣ мавҷи электромагнитӣ мебошад ва назарияи электромагнитии рӯшноиро ба вуҷуд овард.

Ҳерц исботи таҷрибавӣ дуруст будани назарияи электромагнитӣ, аз он ҷумла, назарияи электромагнитии рӯшноиро нишон дод.

Дар аввалҳои асри XX маълум гардид, ки хангоми афканиш ва фурубарӣ рӯшноӣ чун сели зарраҳо рафтор мекунад ва ин ба ҳақиқат наздик будани назарияи корпускулии рӯшноиро тасдиқ намуд.

Ҳамин тарик, аён гардид, ки рӯшноӣ табиати дуалистӣ дорад ва он дар баъзе ҳолатҳо чун мавҷ ва дар баъзе ҳолатҳои дигар чун сели зарраҳо рафтор менамояд, яъне ҳам табиати мавҷӣ ва ҳам табиати корпускулӣ дорад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар бораи рӯшноӣ кадом назарияҳоро медонед?
2. Асосгузори назарияи мавҷӣ кӣ ба шумор меравад?
3. Асосгузори назарияи корпускулавии рӯшноӣ кист?
4. Мувофиқи назарияи корпускулавӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?
5. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?
6. Кадом ҳодисаҳо ҳосияти мавҷии рӯшноиро тасдиқ менамоянд?
7. Назарияи электромагнитии рӯшноиро кӣ ба вуҷуд овард ва мувофиқи ин назария рӯшноӣ чӣ тавр рафтор менамояд?
8. Мавҷи электромагнитиро дар таҷриба кӣ ошкор намуд?
9. Ҳангоми афканиш ва фурубарӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?

3.24. Интерференсияи рӯшноӣ*

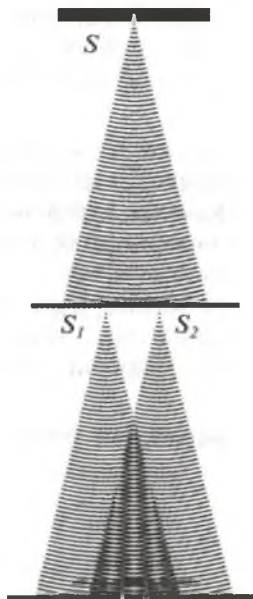
Интерференсияи рӯшноӣ яке аз ҳодисаҳои мебошад, ки ҳосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд. Ҳодисаи интерференсия барои ҳама гуна мавҷҳо – мавҷҳои механикӣ, садоӣ ва электромагнитӣ ҳос мебошад.

Интерференсияи рӯшноиро ҳангоми болои ҳам ҳобидани ду дастаи когерентии рӯшноӣ мушоҳида кардан мумкин аст. Ду манбаи новобастаи рӯшноӣ, масалан, ду лампочка манбаҳои когерентӣ ба шумор намеравад ва ҳангоми болои ҳам ҳобии рӯшноӣҳои онҳо ҳодисаи интерференсия ба амал намеояд. Болои ҳамдигар афтидани рӯшноӣи ин лампаҳо равшаниӣ сатҳро зиёд мегардонад. Дастаҳои рӯшноиро, ки дарозии мавҷи яхела доранд ва фарқи фазаашон собит аст, мавҷҳои когерентии рӯшноӣ меноманд.

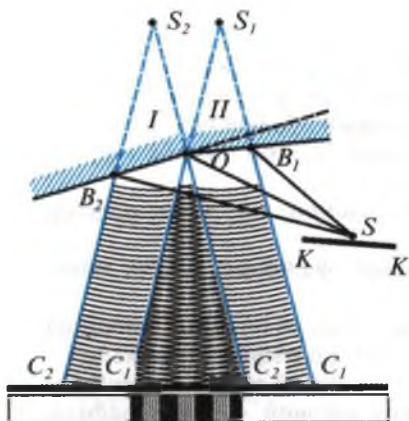
Манбаҳои когерентии рӯшноиро бо роҳи ба таври сунӣ ба ду қисм тақсим кардани дастаи рӯшноӣ аз ягон манбаъ оянда ҳосил мекунам (расми 3.24.1). Ин гуна таҷрибаро соли 1802 физики англис Т. Юнг гузаронида буд.

Мавҷҳое, ки манбаҳои S_1 ва S_2 меафкананд, дарозии мавҷашон баробар буда, фарқи фазаашон ҳамеша собит мебошад ва манбаҳои когерентии рӯшноӣ ба шумор меравад.

Тарзи дигари ҳосил кардани манбаҳои когерентии рӯшноӣ ба инъикоси рӯшноӣ аз ду оинаҳои ҳамвори нисбат ба якдигар дар



Расми 3.24.1



Расми 3.24.2

таҳти кунчи ба 180° наздик гузошта шуда, ки оинаҳои О. Ж. Френел ном доранд, асос карда шудааст (расми 3.24.2).

Ҳангоми болои ҳамхобии ду мавҷи когерентии рӯшноӣ дар нуктаҳои гуногуни экран тасмаҳои равшану торикӣ пай дар пай ҳосил мегардад. Ин манзараи ҳосилшударо манзараи интерференсионӣ меноманд. Тасмаҳои равшанро максимумҳои интерференсионӣ ва тасмаҳои торикро минимумҳои интерференсионӣ меноманд.

Дар расми 3.24.2 $OC_1 = d_1$ – роҳи тайкардаи мавҷи 1 аз оинаи якум, $OC_2 = d_2$ – роҳи тайкардаи мавҷи 2 аз оинаи дуюм ва $\delta = d_1 - d_2$ – фарқи гашти роҳҳои тайкардаи мавҷҳо мебошад.

Максимумҳои интерференсионӣ дар ҷойҳое ҳосил мегарданд, ки барои онҳо фарқи гашти роҳҳо δ ба шумораи чуфти ним дарозии мавҷ баробар шавад:

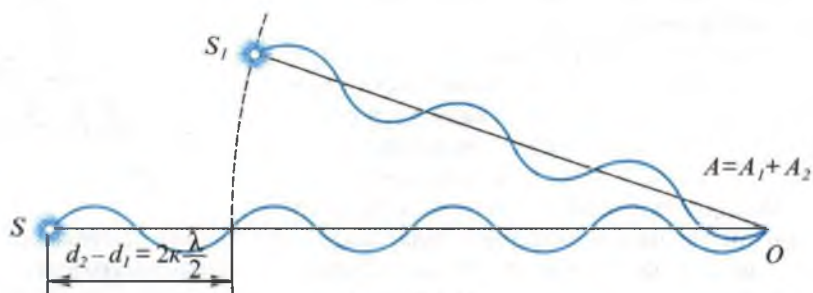
$$\delta = 2k \frac{\lambda}{2}, \quad (3.24.1)$$

дар ин ҷо $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ қиматҳо мегардад. Барои ҳамаи ин мавридҳо мавҷҳои 1 ва 2 ба нуктаи О бо фазаҳои якхела расида, якдигарро пурқувват менамоянд ва амплитудайи мавҷи натиҷавӣ ба суммаи амплитудайи мавҷҳои 1 ва 2 баробар мешавад ($A = A_1 + A_2$) (расми 3.24.3).

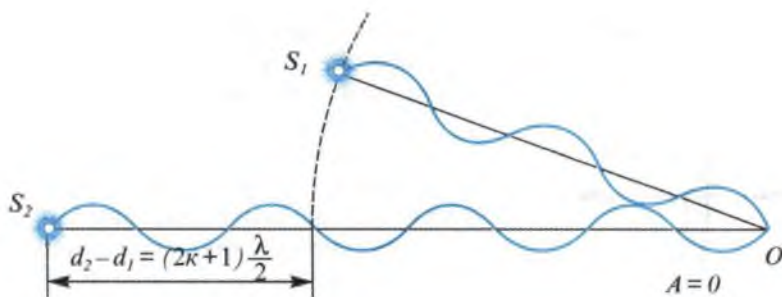
Минимумҳои интерференсионӣ дар ҷойҳое ҳосил мешавад, ки барои онҳо фарқи гашти роҳҳо δ ба шумораи токи ним дарозии мавҷ баробар шавад:

$$\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad (3.24.2)$$

дар ин ҷо $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ қиматҳо мегардад.



Расми 3.24.3



Расми 3.24.4

Барои ҳамаи ин мавридҳо мавҷҳои 1 ва 2 ба нуктаи 0 бо фазаҳои муқобил расида, яқдигарро хомӯш мекунанд ва амплитудайи мавҷи натиҷавӣ ба сифр баробар мешавад ($A = 0$) (расми 3.24.4).

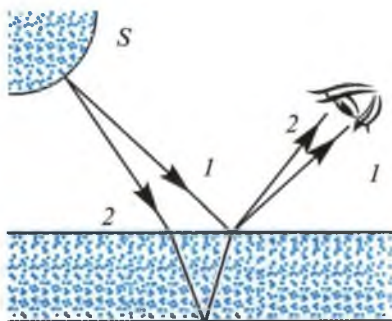
Ҳангоми интерференсияи рӯшноӣ тақсими энергия ба амал меояд: дар баъзе ҷойҳо афзоиши энергия ва дар ҷойҳои дигар камшавии энергия ба назар мерасад. Агар мавҷҳои когерентӣ рӯшноии сафед бошанд, манзараи интерференсионӣ рангоранг менамояд, чунки шартҳои максимум (3.24.1) барои рӯшноӣҳои дарозии мавҷашон гуногун дар нуктаҳои гуногун иҷро мешавад.

Дар амалия манзараи интерференсионӣ дар болои пардаҳои тунуки равшан, карасин, нафт дар рӯи об, дар ҳубобчаҳои аз кафки собун ҳосилгардида мушоҳида карда мешавад. «Ҳубобчаи собун дар ҳаво парвоз карда, бо ҳама тобишҳои рангаи ҷисмҳои атроф медурахшад. Ҳубобчаи собун, эҳтимол мӯъҷизаи нозуктарини табиат бошад» (Марк Твен).

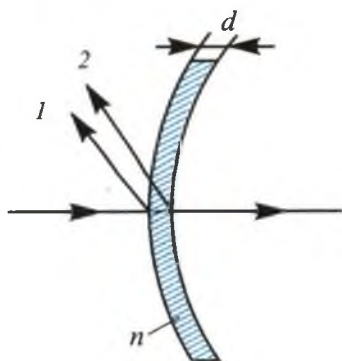
Дар пардаҳои тунук мавҷи 1 аз сатҳи берунӣ ва мавҷи 2 аз сатҳи дохилӣ инъикос ёфта, болои ҳамдигар ҳобида, манзараи интерференсиониро ҳосил мекунанд (расми 3.24.5). Ҳодисаи интерференсия татбиқи васеъ дорад.

Ҳодисаи интерференсия на танҳо ҳосияти мавҷ доштани рӯшноӣро тасдиқ мекунанд, балки имконияти медиҳад, ки яке аз бузургҳои рӯшноиро тавсифдиҳанда дарозии мавҷи рӯшноӣ муайян карда шавад.

Ба ҳодисаи интерференсия асос карда, асбобҳои махсус – интерферометрҳо сохта шудаанд. Бо ёрии интерферометрҳо дарозии мавҷи рӯшноӣ, қобилияти шуоъшикании газҳо ва моддаҳои дигар ҳеле дақиқ чен карда мешаванд ва ба суфтагии сатҳи маснуотҳо то аниқии 0,001 мкм баҳо додан мумкин аст.



Расми 3.24.5



Расми 3.24.6

Татбиқи дигари интерференсияи рӯшноӣ бо номи мунаввар гардонидани оптика машҳур мебошад.

Ҳангоми ба объективи асбобҳои оптикӣ, ки аз системаи линзаҳо иборатанд, афтидани рӯшноӣ қисми он инъикос мешавад ва дар натиҷа тасвири предметхоро хира менамояд. Дар қорҳои ҳарбӣ бошад, нурҳои аз объективи асбобҳои мушоҳидакунанда (дурбин) инъикос гардида, ба душман мавқеи мушоҳидачиро маълум менамояд. Дар объективи дастгоҳи

суратгирӣ 25% ва дар дурбинҳо ва микроскопҳо то 50%-и энергияи рӯшноии афтанда суст мегардад.

Барои кам кардани рӯшноии инъикосшуда олими рус И. В. Гребешников бо ҳамкоронаш технологияи бо пардаи тунук пӯшонидани сатҳи линзаҳо қор карда баромад. Сатҳи пеши линзаро бо кабасти шаффофи махсус пӯшониданд (расми 3.24.6).

Нишондиҳандаи шуоъшиканӣ n ва ғафсии кабасти пӯшонидашуда d чунон интихоб карда шудааст, ки рӯшноӣ аз кабасти берунӣ ва дохилӣ инъикосгардида бо фазаҳои муқобил болои ҳамдигар ҳобида (интерференсия шуда), яқдигарро хомӯш мекунад, энергияи рӯшноӣ ба асбоб дохил гардида зиёд мешавад ва тасвири предмет равшан менамояд.

Нишондиҳандаи шуоъшикании моддаи пӯшонидашуда дар байни 1 ва $n_{\text{линза}}$ меҳобад. Барои яқдигарро пурра хомӯш кардани нурҳои инъикосшуда бояд фарқи роҳи оптикӣ $2dn$ ба ним дарозии мавҷи рӯшноӣ $\frac{\lambda_0}{2}$ баробар бошад:

$$2dn = \frac{\lambda_0}{2}. \quad (3.24.3)$$

Аз ин ҷо барои ғафсии кабасти пӯшонидашуда ҳосил мекунем:

$$d = \frac{\lambda_0}{4n} = \frac{\lambda}{4}. \quad (3.24.4)$$

$\lambda = \lambda_0/n$ – дарозии мавҷи рӯшноӣ дар моддаи пӯшонидашуда аст. Ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки хомӯшкунӣ пурра ҳангоми иҷрошавии шарти зерин ба вуҷуд меояд:

$$n = \sqrt{n_s}. \quad (3.24.5)$$

Аз формулаи (3.24.2) дида мешавад, ки якбора хомӯшшавии ҳамаи дарозииҳои мавҷҳои рӯшноӣ ба вуҷуд овардан имконнопазир аст. Бинобар он, ғафсии пардари тавре интихоб менамоянд, ки дарозии рӯшноӣ чашми инсон аз ҳама зиёдтар ҳискунада ($\lambda = 0,550$ мкм – қисми сабз-зарди спектр) пурра хомӯш гардад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Интерференсияи рӯшноӣ чӣ гуна ҳодиса мебошад?
2. Кадом вақт ҳодисаи интерференсияи рӯшноиро мушоҳида кардан мумкин аст?
3. Чӣ гуна мавҷҳоро когерентӣ меноманд ва онҳоро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
4. Интерференсияи мавҷҳои рӯшноиро ба воситаи оинаҳои Френел чӣ тавр ҳосил менамоянд?
5. Манзараи интерференсионӣ гуфта, чиро меноманд?
6. Манзараи интерференсионие, ки дар рӯшноии сафед бо ёрии оинаҳои Френел ҳосил карда мешавад, чӣ тавр менамояд?
7. Манзараи интерференсионие, ки бо ёрии оинаҳои Френел ҳосил карда мешаванд, чӣ тавр тағйир меёбад, агар аввал рӯшноии сурх, баъд рӯшноии кабуд истифода бурда шавад?
8. Дар қуҷои манзараи интерференсионӣ максимумҳои интерференсионӣ ҳосил мешаванд ва шартҳои максимумҳои интерференсионӣ дар шакли математикӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
9. Дар қуҷои манзараи интерференсионӣ минимумҳои интерференсионӣ ҳосил мешаванд ва шартҳои минимумҳои интерференсионӣ дар шакли математикӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
10. Ҳосилшавии тасмаҳои рангорангро дар қабати тунуки карасини болои об маънидод намоед.
11. Ҳодисаи интерференсия чӣ гуна татбиқи амалӣ дорад?

МАШҚ

1. Маҳлули собунро тайёр кунед ва бо ёрии найчаи шишагин ҳубобчаи собунро пуф карда, бозии рангҳои дар сатҳи он бавучудояндаро мушоҳида намоед.
2. Аз симча росткунҷа созед ва онро ба маҳлули собун ғӯтонид, дар он пардаи собун ҳосил кунед. Тобиши рангҳои дар сатҳи он бавучудояндаро мушоҳида кунед. Ба воситаи шишаи рангин ё порчаи селлофани ранг кардашуда (беҳтараш рангаш сурх бошад), ки роли филтрро мебозад, манзараи интерференсиониро дар ҳубобчаи собун мушоҳида намоед. Ҳодисаи мушоҳида кардаатонро фаҳмонед.
3. Сатҳи ҳубобчаҳо ва пардаҳои собун дар натиҷаи ҷоришавии моеъ оҳиста-оҳиста тунук мешавад. То кафидани онҳо ба тағйиротҳои ранги пардаҳо диққат диҳед ва онро маънидод намоед.

3.25. Дифраксияи рӯшноӣ*

Дифраксияи рӯшноӣ дар катори интерференсияи рӯшноӣ ходисаест, ки ҳосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд. Ҳодисаи дифраксия барои ҳамагуна мавҷҳо – механикӣ, садоӣ ва электромагнитӣ хос мебошад.

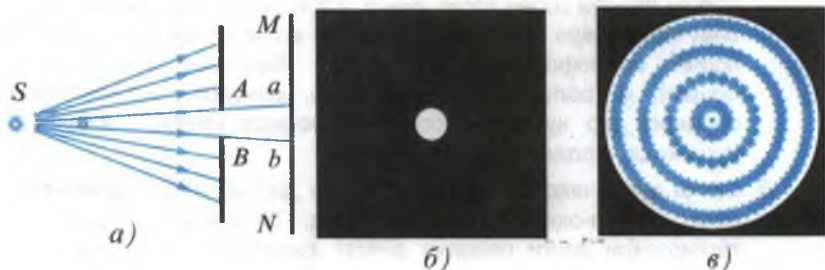
Ҳодисаи дифраксияро барои рӯшноӣ дида мебароем. Аз манбаи S ба сӯроҳии AB (расми 3.25.1, *а*) дастаи нурҳои рӯшноиро раван менамоем. Дар экрани MN доғи сафед ҳосил мешавад (расми 3.25.1, *б*). Кутри доғ васеъгии дастаи рӯшноӣ ба экрани MN афтандаро ифода менамояд. Агар сӯроҳии AB -ро хурд кардан гирем, доғ низ хурд мешавад, яъне дастаи нурҳои рӯшноӣ борик мегардад. Аз ягон андозаи сӯроҳӣ (тақрибан 0,01 мм) сар карда бо хурдшавии андозаи сӯроҳӣ калоншавии доғ ба амал меояд (расми 3.25.1, *в*) ва номунтазам равшан мегардад. Дар рӯи он ҳалқаҳои равшану торики пайи ҳам оянда ҳосил мешаванд ва онҳо соҳаи сояи геометрӣро ишғол менамоянд.

Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки рӯшноӣ аз ростхатта паҳншавӣ майл карда, ба соҳаи соя дохил мешавад. Ҳодисаи аз қонуни ростхатта паҳншавӣ майлқунии рӯшноиро дифраксияи рӯшноӣ меноманд (аз латинӣ *diffractus* – шикасташуда).

Ҳангоми дифраксияи рӯшноӣ манзараи дар экран ҳосилшударо манзараи дифраксионӣ меноманд. Агар ба ҷои рӯшноии якранга (монохроматӣ) рӯшноии сафед истифода бурда шавад, манзараи дифраксионӣ рангоранг мегардад. Ҳодисаи дифраксияи рӯшноиро дар монеаҳои ношаффоф низ мушоҳида кардан мумкин аст.

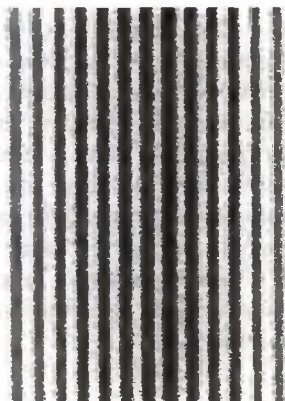
Дар расми 3.25.2 манзараи дифраксионӣ ҳангоми дар роҳи рӯшноӣ гузоштани сӯзан ё тори мӯй нишон дода шудааст, ки он аз тасмаҳои торику равшан иборат мебошад ва дар маркази сояи геометрӣ тасмаи равшан ҳосил гардидааст. Баъд аз тасмаи марказӣ равшании тасмаҳои дигар суст шуда мераванд.

Дарозии мавҷҳои рӯшноӣ хеле хурд буда, барои нурҳои дидашаванда дар ҳудуди 0,4–0,8 мкм меҳобад. Аксарияти ҷисмҳо нисбат ба дарозии мавҷҳои рӯшноӣ андозаи калон доранд. Мавҷҳои



Расми 3.25.1

рушноӣ ин гуна ҷисмхоро печонида наметавонанд ва рушноӣ ростхатта паҳн мешавад. Дар мавридҳои андозаи монеаҳои роҳи рушноӣ ба дарозии мавҷи рушноӣ тартиби яхела доштан рушноӣ ба дифраксия дучор мегардад. Ҳодисаи дифраксияи рушноиро дар мавридҳои хеле зиёд мушоҳида кардан мумкин аст. Масалан, агар ба воситаи миҷаи ҷашмҳо ба манбаи борики рушноӣ (мӯяки лампочкаи электрикӣ, алангаи борики ҷароғи спиртӣ) нигоҳ кунем, дар тарафҳои чаппу рости онҳо тасмаҳои рангини тирӯ камонмонандро мебинем.



Расми 3.25.2

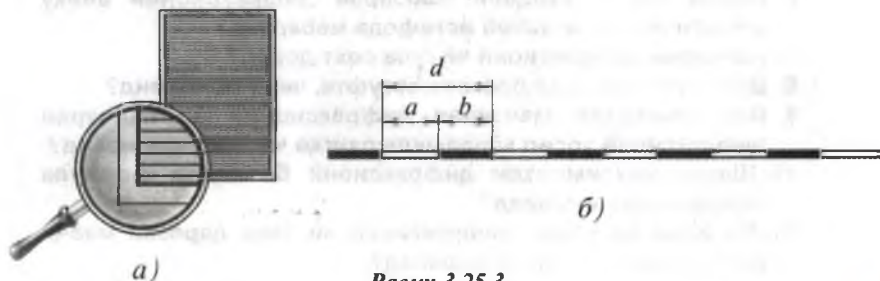
Ҳангоми аз байни дандонаҳои зичи шона ба манбаи рушноӣ нигоҳ кардан низ манзараи дифраксиониро мушоҳида менамоям. Ба воситаи рӯймолчаи кисагӣ ё ягон матои дигар ба манбаи рушноӣ нигариста, дифраксияи рушноиро мушоҳида кардан мумкин аст. Аксаран дар наздикии Офтоб ва Моҳ тоҷи тирӯ камонӣ мушоҳида карда мешавад. Ин дар мавридҳои дар ҳаво пайдошавии гардҳои яхӣ ё туман ба назар мерасад. Рушноии аз Офтоб ба Моҳ омада аз ин муҳит гузашта, ба дифраксия дучор мегардад.

Манзараи дифраксионие, ки ҳангоми аз сӯроҳӣ ва дигар монеаҳо гузаштани рушноӣ ҳосил мешаванд, аниқу равшан нестанд.

Барои аниқу равшан ҳосил кардани манзараи дифраксионӣ аз панҷараҳои дифраксионӣ истифода мебаранд. Панҷараҳои дифраксионии оддӣ аз лавҳаи шишагии суфтакардашудаи дар болояш хатҳои борики параллелии зиёд кашидашуда иборат аст (расми 3.25.3, а).

Рушноӣ аз байни хатҳои борики мегузарад, яъне масофаи байни хатҳо барои рушноӣ роли тарқишро мебозад. Аз хатҳои кашидашуда рушноӣ намегузарад.

Суммаи бари як тарқиш a ва бари як хати барои рушноӣ ношаффоф b даври панҷара d номида мешавад (расми 3.25.3, б): $d = a + b$.



Расми 3.25.3.

Дар замони ҳозира аз панчараҳои дифраксионие истифода мебаранд, ки дар ҳар як миллиметри рӯяшон 300, 1200, 1800 ва ҳатто 6000 хат кашида шудаанд. Агар ба воситаи панчараи дифраксионӣ ба мӯяки лампаи электрикӣ нигоҳ кунем, он гоҳ аз мӯяк дар тарафҳои чапӣ рушнӣ якҷанд тасмаҳои рангаи тирӯ камонро мебинем, ки дар он аз мӯяк бо тартиби зерин рангҳо ҷойгир мешаванд: бунафш, кабуд, нилобӣ, сабз, зард, норинҷӣ ва сурх (ниг. варақаи ранга, расми рангаи 3.20.5(1)).

Максимумҳои панчараи дифраксионӣ дар тахти кунҷи φ мушоҳида мешаванд ва онҳо аз шартӣ зерин муайян карда мешаванд:

$$d \sin \varphi = k\lambda, \quad (3.25.1)$$

дар ин ҷо $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ тартиби максимумҳо аст.

Аз шартӣ (3.25.1) дида мешавад, ки тартиби максимумҳо ба дарозии мавҷи рӯшноӣ вобаста мебошад.

Дарозии мавҷ λ ҳар чӣ қадар калон бошад, максимуми он аз максимуми марказӣ ҳамон қадар дуртар ҷойгир мешавад. Ба ҳар як қимати k спектри алоҳида мувофиқ меояд. Дар байни максимумҳо минимумҳо ҷойгир мебошанд. Чӣ қадаре, ки шумораи тарқишҳо дар панчараи дифраксионӣ зиёд бошад, максимумҳо бештар баръало ва бо минимумҳои васеътар ҷудо мешаванд. Агар даври панчараи дифраксионӣ маълум бошад, кунҷи максимуми мувофиқ φ -ро чен карда, аз шартӣ (3.25.1) дарозии мавҷи рӯшноиро бо саҳеҳии калон муайян кардан мумкин аст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дифраксияи рӯшноӣ гуфта, кадом ҳодисаро меноманд?
2. Ҳодисаи дифраксияро барои чӣ гуна мавҷҳо мушоҳида карда мумкин аст?
3. Кадам вақт ҳодисаи дифраксияи рӯшноӣ мушоҳида карда мешавад?
4. Манзараи дифраксионӣ гуфта, чиро меноманд?
5. Манзараи дифраксионӣ аз рӯшноии сафед рангоранг менамояд. Онро маънидод намоед.
6. Барои ҳосил кардани манзараи дифраксионии аниқу равшан аз кадом асбоб истифода мебаранд?
7. Панчараи дифраксионӣ чӣ гуна сохт дорад?
8. Даври панчараи дифраксионӣ гуфта, чиро меноманд?
9. Дар спектрҳои манзараи дифраксионии бо панчараи дифраксионӣ ҳосил кардашуда рангҳо чӣ тавр ҷойгиранд?
10. Шартӣ максимумҳои дифраксионӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
11. Бо ёрии панчараи дифраксионӣ чӣ тавр дарозии мавҷи рӯшноӣ муайян карда мешавад?

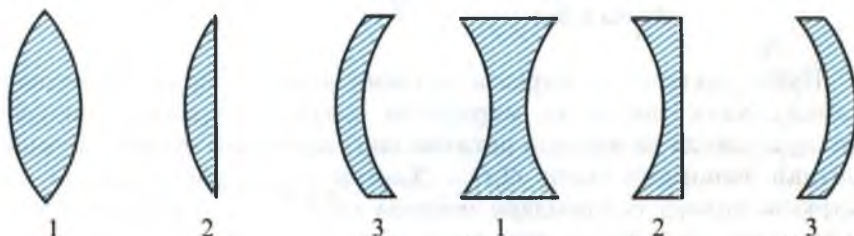
3.26. Линзаҳо

Линзаҳо узви асосии асбобҳои оптикиро ташкил менамоянд. Дар амалия асосан аз линзаҳои куравӣ истифода мебаранд.

Чисми шаффофи бо ду сатҳи куравӣ маҳдудро линза меноманд.

Линзаҳоро асосан аз шишаҳои оптикӣ ё органикӣ месозанд. Линзаҳо барҷаста ва фуруҳамида мешаванд.

Линзаҳое, ки миёнаи онҳо нисбат ба канорҳояшон ғафстар мебошад, линзаҳои барҷаста мебошанд (расми 3.26.1). Линзаҳое, ки канорҳояшон нисбат ба миёнаҷояшон ғафстар аст, линзаҳои фуруҳамида номида мешаванд (расми 3.26.2).



Расми 3.26.1

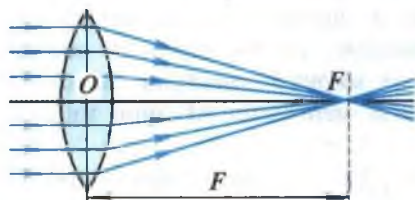
- 1 – линзаи дурӯя барҷаста;
2 – линзаи барҷастаи ҳамвор;
3 – линзаи барҷастаи фуруҳамида.

Расми 3.26.2

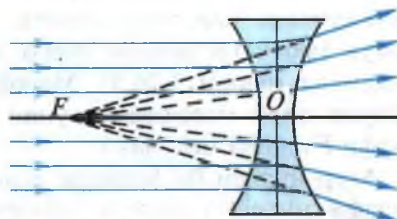
- 1 – линзаи дурӯя фуруҳамида;
2 – линзаи фуруҳамидаи ҳамвор;
3 – линзаи фуруҳамидаи барҷаста.

Линзаи дурӯя барҷастаро ба мизи оптикӣ ҷойгир намуда ва дар паси он экранро мегузorem. Ба ин линза дастаи параллелии рӯшноиро равона карда, экранро нисбат ба линза ҷой иваз намуда, дар рӯи он доғи равшанро ҳосил менамоем. Яъне линзаҳои барҷаста нурҳои параллели ба он афтандаро шикаста, онҳоро ҷамъ мекунад (расми 3.26.3), бинобар он, линзаҳои барҷастаро линзаҳои ҷамъкунанда меноманд.

Линзаҳои фуруҳамида дастаи рӯшноии параллели ба онҳо афтандаро пароканда менамоянд ва онҳоро линзаҳои парокандакунанда меноманд (расми 3.26.4).



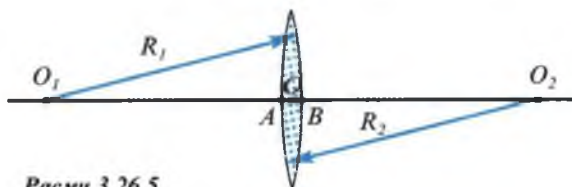
Расми 3.26.3



Расми 3.26.4

Линзаҳое, ки гафсиашон $l = AB$ (расми 3.26.5) нисбат ба радиусҳои сатҳои куравииашон R_1 ва R_2 хеле хурд аст, линзаҳои тунук номида мешаванд.

Нуқтаҳои A ва B – қуллаҳои сегментҳои куравӣ дар линзаи тунук ба якдигар ниҳоят наздик ҷойгиранд ва онҳоро чун як нуқтаи O қабул кардан мумкин аст. Нуқтаи O маркази оптикии линза номида мешавад.



Расми 3.26.5

Нури рӯшноии аз маркази оптикии линза гузаранда наmeshи-канад. Хати ростии аз марказҳои сатҳҳои куравии линзаро маҳдудкунанда ва маркази оптикии он гузарандаро меҳвари асосии оптикӣ меноманд (хати O_1O_2). Ҳаргуна хати ростии дигари аз маркази оптикӣ гузарандаро меҳвари ғайриасосии оптикии линза меноманд. Нурҳои аз рӯи ягон тирҳои оптикӣ равшанаванда равишашонро тағйир намода, аз линзаи тунук мегузаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Линза гуфта, чиро меноманд?
2. Намудҳои линзаҳоро номбар намоед.
3. Чӣ гуна линзаҳоро ҷамъкунанда ва кадоми онҳоро парокандакунанда меноманд?
4. Чиро меҳвари асосӣ ва чиро меҳвари ғайриасосии линзаҳо меноманд?
5. Равиши нурҳои ба меҳвари асосии линзаҳои барҷаста ва фуруҳамида параллел афтандаро дар нақша тасвир кунед.

3.27. Масофаи конунии линза

Нуқтаеро, ки дар он нурҳои ба меҳвари асосии оптикии линзаи ҷамъкунанда параллел афтанда пас аз шикаст бурида мешаванд, конун (фокус)-и асосии линза меноманд ва бо ҳарфи F ишора мекунанд (расми 3.26.3). Масофа аз маркази оптикии линза то конуни онро масофаи конунии линза меноманд ва онро низ бо ҳарфи F ишора мекунанд.

Агар нурҳои ба меҳвари асосии оптикии линза параллелро аз тарафи муқобил равона намоем, онҳо дар линза шикаста, дар конуни дигари линза ҷамъ мешаванд. Ҳамин тарик, ҳаргуна линза,

дар ҳар тарафаш яктоӣ конун дорад ва онҳо аз линза дар масофаҳои якхела ҷойгиранд.

Дар линзаҳои фуруҳаида давоми нурҳои дар он парокандашуда дар нуқтаи F ҳамдигарро мебуранд ва ин нуқта конуни мавҳуми линзаи парокандакунанда мебошад (расми 3.26.4). Ин нуқтаро аз он сабаб мавҳум меноманд, ки дар он на ҳуди нурҳои аз линза гузашта, балки давоми хатҳои онҳо ҳамдигарро мебуранд. Ҳамвориеро, ки ба меҳвари асосии оптикӣ линза перпендикуляр буда, аз конуни он мегузарад, ҳамвори конуни меноманд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

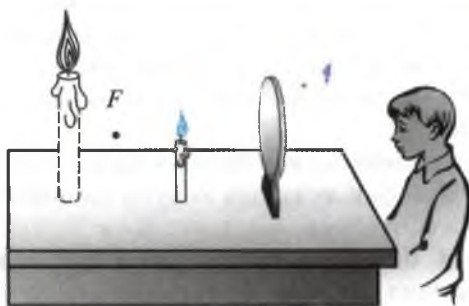
1. Конуни асосии линза гуфта, чиро меноманд?
2. Масофаи конунии линза чӣ гуна масофа мебошад?
3. Линзаҳо чандтоӣ конун доранд ва онҳоро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?
4. Чаро конуни линзаи фуруҳаидаҳо мавҳум меноманд?
5. Ҳамвори конунии линза гуфта, чиро меноманд?

3.28. Сохтани тасвир дар линзаҳо

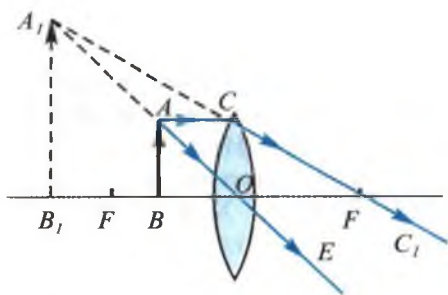
Бо ёрии линзаҳо на танҳо рӯшноӣ чамъ ё пароканда, балки тасвирҳои гуногуни предметҳо ҳосил карда мешаванд. Маҳз аз ҳамин хусусияти линзаҳо дар амалия ва сохти асбобҳои оптикӣ истифода мебаранд.

Масалан, барои хубтар равшан кардани предмети ашёҳои дур воқеъбуда манбаи рӯшноиро дар конуни линзаи ду тарафаш барҷаста ҷойгир намуда, дастаи парокандаи рӯшноиро ба дастаи параллелӣ табдил медиҳанд ва ин тарзи равшанкунӣ асоси қори прожекторҳо ташкил менамоянд.

Ҳосилшавии тасвирро дар линзаҳои чамъкунанда дида мебароем. Линзаро амудӣ гузошта, шамъро дар байни линза ва конуни он ҷой медиҳем ва аз линза шамъро нигоҳ мекунем. Мо дар ақибтари шамъ тасвири калонкардаи рости онро мебинем (расми 3.28.1).



Расми 3.28.1



Расми 3.28.2

Шамъро аз линза дур кардан мегирем. Вақте ки шамъ дар тарафи дигари конуни линза ҷойгир мегардад, тасвири он аз назар ғойб мегардад.

Аммо дар дигар тарафи линза дар экрани гузошташуда тасвири калон ва чаппаи шамъ ҳосил мешавад. Ҳангоми шамъро дар масофаи дучандаи конунии линза ҷойгир намудан

тасвир дар паси линза чаппа, вале хеле хурд дар наздикии конуни он ҳосил мегардад.

Ҳамин тариқ, вобаста ба мавқеи шамъ нисбат ба линза шаклу андоза ва вазъияти тасвир тағйир меёбад. Акнун тарзи сохтани тасвири дар линза дида мебароем. Маълум аст, ки аз ҳар гуна нуктаи предмет нурҳои пароканда афканда мешавад. Барои сохтани тасвири предмет дар линза ду нури аз нуктаи предмет афкандаи гашташ маълумро интихоб менамоем.

Нури якум ба меҳвари асосии оптикӣ он параллел ва нури дуюм аз маркази оптикӣ он мегузарад. Нури якум баъд аз линза шикаста, аз конуни он ва нури дуюм самташро тағйир надода аз линза мегузарад. Гашти ин ду нурро дониста, ҳосилшавии тасвири дар мавридҳои гуногун муоина мекунем.

Дар расми 3.28.2 ҳосилшавии тасвир ҳангоми предмети AB дар байни линза ва конуни он ҷойгир будан, нишон дода шудааст.

Аз расми 3.28.2 дида мешавад, ки тасвири нуктаи A -и предмет дар буриши давоми нурҳои AE ва CC_1 , яъне дар нуктаи A_1 меҳобад. A_1 – тасвири мавҳуми нуктаи A -и предмет номида мешавад. Бо ҳамин усул тасвири нуктаҳои байни A ва B -и предметро сохтан мумкин аст, ки онҳо дар байни нуктаҳои A_1 ва B_1 меҳобанд. Яъне A_1B_1 тасвири мавҳум, роста ва калонкардаи предмети AB мебошад.

Ҳамин тариқ, агар предмет байни линза ва конуни он ҷойгир бошад, тасвири он мавҳум, роста, калон ва аз линза нисбат ба ҷои предмет дуртар ҳосил мешавад. Чунин тасвирҳоро ҳангоми соз кардани соатҳо, хондани матни ҳарфҳояш хурд ва гайраҳо бо ёрии пурбин дидан мумкин аст.

Дар расми 3.28.3 ҳосилшавии тасвир барои мавриди предмет дар байни конуни линза ва масофаи дучандаи конуни он ҷойгир будан нишон дода шудааст.

Нурҳои аз нуктаи A бароянда баъди линза дар нуктаи A_1 якдигаро бурида мегузаранд. Нуктаи A_1 тасвири ҳақиқии нуктаи

A -и предмет мебошад. A_1B_1 тасвири ҳақиқӣ, чаппа ва калоншудаи предмети AB мебошад. Агар дар ҷои тасвири ҳосилгардида экранро ҷой диҳем, тасвир хеле хуб дида мешавад.

Агар тасвир мавҳум мебуд, онро дида наметавонистем.

Ҳамин тарик, агар предмет дар байни конуни линза ва масофаи дучандаи конуни он ҷойгир бошад, тасвири он ҳақиқӣ, чаппа, калоншуда ва дар тарафи дигари линза дуртар аз масофаи дучандаи конуни он ҳосил мешавад.

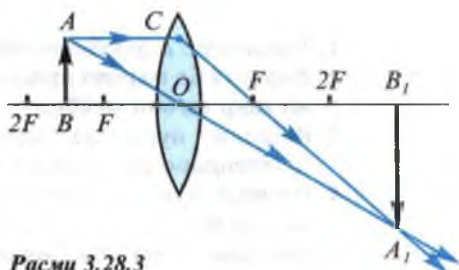
Ин гуна тасвирҳо дар дастгоҳҳои проексионӣ ва кино ҳосил мешаванд. Барои дар экран ҳосил намудани тасвири роста диапозитив ё киноаворро чаппа мегузоранд.

Ҳангоми предметро дар масофаи аз масофаи дучандаи конунӣ зиёд ҷойгир кардан тасвир хурд, чаппа, ҳақиқӣ ва дар он сӯи линза дар байни конун ва масофаи дучандаи конунӣ ҳосил мегардад (расми 3.28.4). Ин гуна тасвир дар дастгоҳи суратгирӣ ҳосил мешавад.

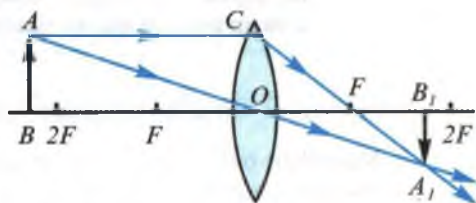
Ҳамин тарик, намуди тасвир ва мавқеи он аз ҷойгиршавии предмет нисбат ба линза вобаста мебошад. Ҷе тавре, ки дидем, тасвири ҳақиқию калонтарини предмет дар мавриди байни конун ва масофаи дучандаи конуни линза ҷойгир шудани предмет ҳосил мешавад.

Дар расми 3.28.5. ҳосилшавии тасвир дар линзаи парокандакунанда нишон дода шудааст.

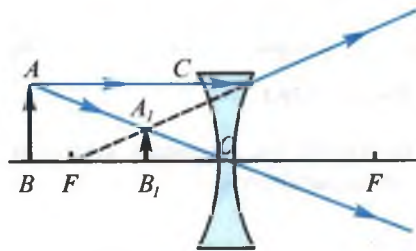
Аз расми 3.28.5 дида мешавад, ки линзаи парокандакунанда барои ҳамагуна мавқеҳои предмет тасвири хурд, мавҳум, ростани онро медиҳад ва тасвир дар ҳамон сӯи линза ҳосил мешавад, ки худӣ предмет ҷойгир аст.



Расми 3.28.3



Расми 3.28.4



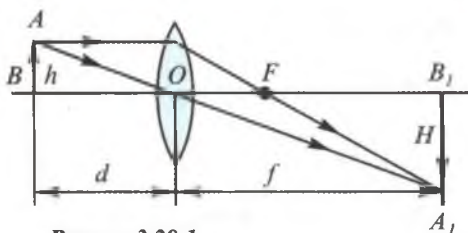
Расми 3.28.5

САВОЛҶО БАРОИ ТАКРОР

1. Линзаҳоро дар кучо истифода мебаранд?
2. Вобаста ба мавқеи предмет нисбат ба линза мавқеи тасвир чӣ тавр тағйир меёбад?
3. Равиши нури аз конуни асосии линзаи барҷаста гузарандаро дар нақша нишон диҳед.
4. Равиши нури аз маркази линза гузарандаро дар нақша нишон диҳед.
5. Равиши нури ба меҳвари асосии оптикӣ параллел афтандаро дар нақша нишон диҳед.
6. Барои сохтани тасвир дар линза равиши чанд нурро дар он доништан лозим аст?
7. Предмете, ки баъди масофаи дучандаи конунии линзаи ҷамъкунанда ҷойгир аст, тасвираш дар кучо ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
8. Предмете, ки дар байни масофаи конунӣ ва масофаи дучандаи конунии линзаи ҷамъкунанда ҷойгир аст, тасвираш дар кучо ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
9. Тасвири предметро, ки дар байни линзаи ҷамъкунанда ва конуни он ҷойгир аст, созад ва тавсифи онро диҳед.
10. Тасвири ҳақиқӣ калонтарини линзаи ҷамъкунанда дар кадом маврид ҳосил мешавад?
11. Тасвири предметро, ки дар байни масофаи конунӣ ва масофаи дучандаи конунии линзаи парокандакунанда ҷойгир аст, созад ва тавсифҳои онро диҳед.

3.29. Формулаи линзаи тунук

Масофаи байни линза ва предметро бо ҳарфи d , масофаи байни линза ва тасвиrho бо ҳарфи f ишора менамоем (расми 3.29.1).



Расми 3.29.1

Барои линзаи тунук вобастагии байни d , f ва F бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (3.29.1)$$

Ифодаи (3.29.1) формулаи линзаи тунук номида мешавад.

Бузургии ба масофаи конунии линза чаппаро қувваи оптикӣ D линза меноманд:

$$D = \frac{1}{F} \quad (3.29.2)$$

Яъне чӣ қадаре, ки масофаи конунии линза хурд бошад, линза шуоҳоро ҳамон қадар зиёдтар шикаста ё пароканда менамояд ва

қимати мутлақи қувваи оптикии линза ҳамон қадар зиёдтар мешавад. Қувваи оптикии линза бо диоптрия (дптр) чен карда мешавад. Қувваи оптикии линзаи масофаи конуниаш ба 1 м баробар буда, 1 дптр мебошад:

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{1 \text{ м}}.$$

Қувваи оптикии линзаи масофаи конуниаш 0,5 м баробар аст:

$$D = \frac{1}{0,5 \text{ м}} = 2 \text{ дптр}.$$

Барои линзаи масофаи конуниаш 2,5 м қувваи оптикӣ баробар мешавад:

$$D = \frac{1}{2,5 \text{ м}} = 0,4 \text{ дптр}.$$

Қувваи оптикии линзаро дар таҷриба ба осонӣ муайян кардан мумкин аст. Дастаи шуоъҳои параллелии ба линза афтанда дар конуни он ҷамъ мегарданд. Масофаи конуни онро чен карда, аз формулаи (3.29.2) қувваи оптикии линза ҳисоб карда мешавад.

Ифодаи (3.29.2)-ро ба эътибор гирифта, барои формулаи линзаи тунук ҳосил мекунем:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D. \quad (3.29.3)$$

Дар формулаи (3.29.1) бузургҳои d , f , F ҳам мусбату ва ҳам манфӣ буда метавонанд. Барои линзаи ҷамъкунанда конуни он ҳақиқӣ аст ва дар пеши аъзои $\frac{1}{|F|}$ аломати мусбат гузошта мешавад.

Барои линзаи парокандакунанда конуни он мавҳум аст ва дар пеши аъзои $\frac{1}{|F|}$ аломати манфӣ гузошта мешавад. Барои тасвири ҳақиқӣ дар пеши аъзои $\frac{1}{|f|}$ аломати мусбат ва барои тасвири мавҳум аломати манфӣ мегузоранд. Дар мавриди ҳақиқӣ будани тасвири нуктаи фурузон дар пеши аъзои $\frac{1}{|d|}$ аломати мусбат ва дар мавриди мавҳум буданаш аломати манфӣ гузошта мешавад.

Дар линза андозаи тасвири ҳосилгардида аз андозаи предмет фарқ мекунад. Фарқияти андозаҳои тасвиру предмет бо мафҳуми калонкунӣ тавсиф карда мешавад.

Нисбати андозаи ҳаттии тасвиrho (H) бар андозаи ҳаттии предмет (h) калонкунии ҳаттии линза Γ меноманд:

$$\Gamma = \frac{H}{h} \quad (3.29.4)$$

Аз монандии секунҷаҳои ABO ва A_1B_1O (расми 3.29.1) ҳосил менамоем:

$$\frac{H}{h} = \frac{|f|}{|d|}.$$

Ин нисбатро ба эътибор гирифта, барои калонкунии линза ҳосил мекунем:

$$\Gamma = \frac{|f|}{|d|}. \quad (3.29.5)$$

Яъне калонкунии линза ҳамчун нисбати масофа аз тасвир то линза бар масофа аз линза то предмет муайян карда мешавад.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом формуларо формулаи линзаи тунук меноманд?
2. Чиро қувваи оптикии линза меноманд ва он бо кадом воҳид чен карда мешавад?
3. Қувваи оптикии линза ба 4 диоптрия баробар аст. Ин чӣ маъно дорад?
4. Калонкунии линза гуфта, чиро меноманд ва он чиро тавсиф медиҳад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶО

1. Аз линзаи ҷамъкунандаи қувваи оптикиаш $D = 10$ дптр дар масофаи 15 см ҷисми андозааш 4 см ба меҳвари асосии он перпендикуляр ҷойгир аст. Масофа аз линза то тасвир ва андозаи тасвириро муайян намоед.

Дода шудааст:

$$D = 10 \text{ дптр}$$

$$d = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$h = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$

Ҳал. Масофаи қонунии линзаро меёбем:

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{10 \text{ дптр}} = 0,1 \text{ м}$$

Аз формулаи линзаи тунук

$$f - ?$$

$$H - ?$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

истифода бурда, масофа аз линза то тасвир f -ро муайян мекунем:

$$f = \frac{dF}{d - F} = \frac{0,15 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м}}{0,15 \text{ м} - 0,1 \text{ м}} = \frac{0,015 \text{ м}^2}{0,05 \text{ м}} = 0,3 \text{ м} = 30 \text{ см}.$$

Нисбати андозаи тасвир бар андозаи предметро ҳамчун нисбат $\frac{f}{d}$ муайян кардан мумкин аст:

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

Аз ин ҷо андозаи тасвир H -ро муайян мекунем:

$$H = h \frac{f}{d} = 0,04 \text{ м} \cdot \frac{0,3 \text{ м}}{0,15 \text{ м}} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}.$$

Ҷавоб: $f = 0,3 \text{ м}$; $H = 0,08 \text{ м}$.

2. Тасвири ҳосилшудаи предмет роста ва нисбат ба предмет ду маротиба калон буда, аз линзаи тунук дар масофаи $f = 10$ см воқеъ аст. Масофаи конунии линза ёфта шавад.

Дода шудааст:

$$\Gamma = 2$$

$$f = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$F = ?$$

Ҳал. Калонкунии линза ҳамчун нисбати масофа аз линза то тасвир f бар масофа аз линза то предмет d муайян карда мешавад:

$$\Gamma = \frac{f}{d}.$$

Аз ин ҷо масофа аз линза то тасвирро муайян менамоем:

$$d = \frac{f}{\Gamma} = \frac{0,1 \text{ м}}{2} = 0,05 \text{ м}$$

Аз формулаи линзаи тунук

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

масофаи конунии онро ҳисоб мекунем:

$$F = \frac{df}{f + d} = \frac{0,05 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м}}{0,05 \text{ м} + 0,1 \text{ м}} = \frac{0,005 \text{ м}^2}{0,15 \text{ м}} = 0,033 \text{ м} = 3,3 \text{ см}.$$

Ҷавоб: $F = 0,033 \text{ м}.$

МАШҚ

1. Масофа аз предмет то линза $d = 10$ м ва аз линза то тасвир $f = 2,5$ м аст. Қувваи оптики линзаро ёбед. (*Ҷавоб:* $D = 1,04$ дптр)
2. Чисми андозааш $h = 0,33$ м аз линзаи ҷамъкунандаи масофаи конуниаш $F = 0,3$ м дар масофаи $d = 0,15$ м ҷойгир аст. Тасвир дар кадом масофа аз линза ҳосил мешавад. Андозаи тасвирро ёбед. (*Ҷавоб:* $f = -0,3$ м, $H = 0,66$ м)

3.30. Асбобҳои оптикӣ

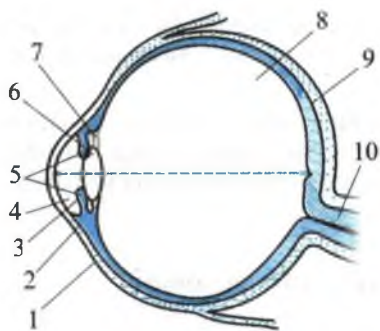
Сохти асбобҳои оптикӣ гуногун ба қонунҳои оптикаи геометрӣ асос карда шудаанд. Ба асбобҳои оптикӣ чашм, айнак, суратгир, микроскоп, дурбин, телескоп ва пурбин дохил мешаванд.

3.30.1. Чашм

Чашми одам ва аксарияти ҳайвонҳо тақрибан шакли куравӣ доранд (расми 3.30.1).

Диаметри он тақрибан ба 2,5 см баробар аст. Руи чашм бо пардаи сафеди ҳимоякунанда (1) пушида шудааст ва онро салабия меноманд. Дар қисми пеши шаффофи он қарния (2) ҷойгир аст.

Аз қарния андаке дуртар пардаи ранги хос дошта (3) мавҷуд аст ва он инабия ном дорад. Байни пардаи қарния ва пардаи инабия моеи шаффоф – зулолия (4) ҷойгир мебошад. Дар пардаи инабия



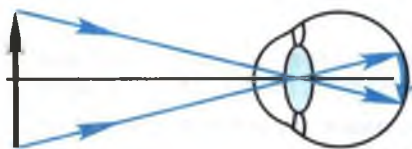
Расми 3.30.1

сӯроҳие ҳаст, ки онро гавҳарак (5) меноманд.

Ҳангоми афтидани рӯшноӣ вобаста ба равшаниӣ он диаметри гавҳарак аз 2 то 8 мм тағйир меёбад. Ин ба тағйирёбии андозаи диафрагмаи дастгоҳи суратгирӣ монандӣ дорад. Дар паси гавҳарак узви шаффофи линзамонанд зучочия (6) ҷойгир мебошад. Шакли зучочияро мушаки махсус (7) каму беш тағйир дода метавонад, вақти ба

чисмҳои наздик нигоҳ кардан барҷастагии онро зиёд мекунад. Дар паси зучочия узви шаффофи шишамонанди ниммоеъ (8) тамоми қисми боқимондаи чашмро ишғол мекунад.

Қаъри чашм бо пардаи хеле мураккаби тӯрмонанд (9) шабакият пӯшонида шудааст. Дар шабакият нӯғҳои торҳои асаби химчашакли ба рӯшноӣ ҳассос (10) мавҷуданд.



Расми 3.30.2

Рӯшноӣ ба чашм афтанда дар сатҳи қарният, гавҳарак ва узви шишамонанд, ки системаи оптикӣ чашмро ташкил мекунад, паёпай шикаста, дар шабакият тасвири ҳақиқӣ, хурд ва чаппаи предмети таҳти назарро ҳосил мекунад (расми 3.30.2).

Шабакият дар чашм ба сифати «экран» хизмат мекунад. Рӯшноӣ ба нӯғҳои асаби дар шабакият буда афтида, онҳоро меангезонад ва ин ангезиш бо ёрии торҳои асаб ба майна дода мешавад ва одам рӯшноиро эҳсос мекунад ва предметро мебинад.

Агар предмет хеле дур бошад, тасвир дар шабакият чашми солим бе ҳеҷ гуна тарангшавии мушакҳои зучочия ҳосил мешавад. Ҳангоме, ки предмет ба чашм наздик шудан мегирад, зучочия фишурда мегардад ва масофаи конунии чашм хурд мешавад ва ҳамвории тасвир аз нав бо шабакият ҳамчун мешавад. Ин ҳодиса дар натиҷаи беихтиёр (рефлексӣ) таранг шудани мушакҳо ба вучуд-омада, қачии зучочияро тағйир медиҳад.

Ин гуна қобилияти ба тағйирёбии масофаи предмет мувофиқ шудани чашмро мутобиқат (аккомодатсия)-и чашм меноманд (аз латинӣ *accomodatio* – мутобиқшавӣ). Аккомодатсия ҳангоми предмет аз чашм дар масофаи 12 см ҷойгир будан оғоз мегардад. Масофае, ки дар он чашм ҷузъиёти предметро бе шиддати бинӣ фарқ карда метавонад, масофаи биниши бехтарин номида мешавад.

Барои чашми солим масофаи беҳтарини биниш ба 25 см баробар мебошад. Ҳангоми хондану навиштан ва чизе дӯхтан ҳамин фосилаи бинишро бояд риоя намоем. Нуктаи дуртарини мутобиқати чашми солим дар беохирӣ мебошад ва он ба ҳолати аз ҳамагуна шиддат озод будани чашм мувофиқ меояд. Чи қадаре ки предмет ба чашм наздик бошад, шиддати мушакҳои чашмҳои чаппу рост ҳамон қадар зиёдтар фарқ мекунад. Тасвири предметҳои наздик дар шабакияхи чашмҳои чаппу рост аз ҳамдигар андаке фарқ мекунад. Ин гуна хусусият ба одам имконият медиҳад, ки дар бораи дурии предмет, чузҳои он ва ҳаҷми он тасаввурот пайдо намояд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

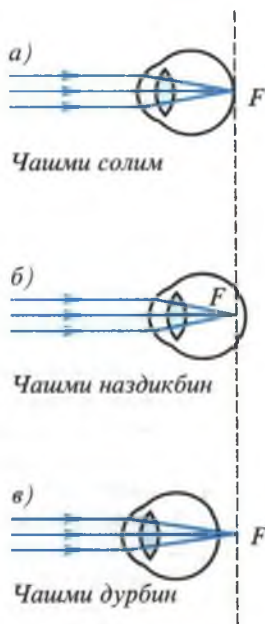
1. Аз расми 3.30.1 истифода бурда, сохти чашм ва вазифаи ҳар як чузӣ онро баён кунед.
2. Ба туфайли чӣ дар шабакии чашм тасвири предмет ҳосил мешавад?
3. Масофаи хубтарини биниш гуфта, чиро меноманд ва он барои чашми солим чӣ қадар аст?
4. Биниш бо ду чашм чӣ гуна афзалият дорад?

3.30.2. Айнак

Барои чашми солим ба туфайли аккомодатсия тасвири предмет дар шабакиа ҳосил мегардад. Чашм ҳамон вақт солим ҳисобида мешавад, ки агар бе шиддати мушакҳо нурҳои параллелиро дар як нуктаи шабакиа ҷамъ намояд (расми 3.30.3, а).

Чашми баъзе одамон бе душворӣ тасвири предмети дурро на дар шабакиа, балки пештар аз он ҳосил мекунад (расми 3.30.3, б). Чунин одамон предметҳои дурро бараъло дида наметавонанд ва ин гуна нуқсони чашмро наздикбинӣ меноманд. Сабаби наздикбинӣ дар дур будани шабакиа аз зучоия (дар муқоиса бо чашми солим) мебошад. Одами наздикбин предметро танҳо аз масофаи муайян сар карда хуб мебинад.

Чунин одамон предметҳои дурро бараъло дида наметавонанд. Масофаи биниши беҳтарини чашми наздикбин аз 25 см хурд мебошад. Нуқсони дигари чашм дурбинӣ ном дорад.



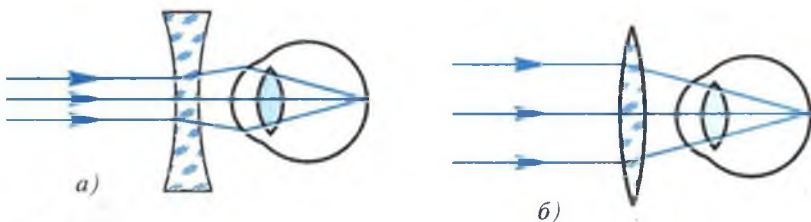
Расми 3.30.3

Барои ин гуна одамон тасвири предметҳои дур дар паси шабакия ҳосил мешаванд (расми 3.30.3, в). Одами дурбин чашмашро ҳангоми дидани предметҳои наздик таранг мекунад. Чунин одамон предметҳои наздикро бараъло дида наметавонанд. Масофаи биниши беҳтарини чашми дурбин аз 25 см зиёд мебошад.

Барои чашмҳои дурбин шабакия ба зучоия наздиктар (дар муқоиса бо чашми солим) мебошад. Барои ислоҳ намудани наздикбинӣ ва дурбинӣ аз айнакҳо истифода мебаранд. Айнакҳо аз линзаҳои барҷаста (чамъкунанда) ва фуруҳамида (парокандакунанда) иборат мебошанд.

Барои он ки дар чашми наздикбин тасвир ба шабакия кучонида шавад, қувваи оптикӣ системаи нуршиканандаи чашмро кам кардан лозим аст. Бо ин мақсад барои ислоҳи наздикбинӣ аз айнаки линзаи парокандакунанда дошта истифода мебаранд (расми 3.30.4, а).

Барои дар шабакия ҳосил кардани тасвир дар чашми дурбин қувваи оптикӣ системаи нуршиканандаи чашмро пурқувват кардан лозим аст. Бо ин мақсад барои ислоҳи дурбинӣ аз айнаки линзаи чамъкунанда дошта истифода мебаранд (расми 3.30.4, б).



Расми 3.30.4

Барои ислоҳи наздикбинӣ аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои фуруҳамидаашон $-0,5$ дптр, -2 дптр, $-3,5$ дптр ва барои ислоҳи дурбинӣ аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои барҷастаашон $+0,5$ дптр, $+3$ дптр, $+4,25$ дптр ва ғайра истифода мебаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нуқсонҳои асосии чашмро номбар намоед.
2. Кадом чашм наздикбин номида мешавад?
3. Барои чашми наздикбин тасвири предмет дар кадом сӯи шабакия воқеъ мегардад?
4. Кадом чашм дурбин номида мешавад?
5. Наздикбинӣ ва дурбиниро чӣ тавр ислоҳ мекунад?
6. Аз айнакҳои линзаҳояш фуруҳамида кадом вақт истифода мебаранд?
7. Аз айнакҳои линзаҳояш барҷаста кадом вақт истифода мебаранд?



Расми 3.30.6

Дастгоҳи суратгирӣ дар расми 3.30.6 нишон дода шудааст. Ҳангоми суратгирӣ доирачаи объектив бо ёрии затвори махсус кушода мешавад ва тасвир ба навори рӯшноихассос меафтад.

Дар таҳти таъсири рӯшноӣ афтанда таркиби андудаи навор тағйир меёбад ва тасвир дар он нақш мебандад. Барои намоён кардани тасвир наворро ба маҳлули падидаи мегӯтонанд.

Бо таъсири падидаи чойҳои рӯшноӣ расидаи навор тира мегардад. Тасвири дар навор ҳосилгардида негатив (аз лотинӣ *negativus* – манфӣ) номида мешавад.

Дар негатив чойҳои сафеди предмет сиёҳ ва чойҳои сиёҳаш сафед (шаффоф) мебароянд. Барои аз таъсири рӯшноӣ дигар тағйир наёфтани негатив онро ба маҳлули махсуси дигар – фиксаж мегӯтонанд ва дар он қабати рӯшноихассос дар чойҳои рӯшноӣ нарасидаи навор ҳал гардида, шуста мешавад. Баъд негативо шуста, хушк мекунанд.

Аз негатив позитив (аз лотинӣ *positivus* – мусбат) ҳосил мегардад. Дар позитив сиёҳиву сафедихо ба монанди предмети ба суратафтанда мебошад. Барои ҳосил кардани сурати предмет негативо ба коғазӣ рӯяш бо қабати рӯшноихассос андудашуда (коғазӣ расмгирӣ) наздик гузошта, равшан мекунанд. Баъд коғазӣ расмгириро аввал ба падидаи сипас ба фиксаж мегӯтонанд, сонӣ шуста хушк менамоянд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар линзаи ҷамъкунанда чӣ гуна тасвирҳо ҳосил мешаванд? Кадоме аз онҳо дар суратгирак ҳосил мегардад?
2. Суратгирак чӣ гуна сохт дорад ва объективи он аз чӣ иборат аст?
3. Ҳангоми суратгирӣ кадом амалиёт иҷро карда мешавад?
4. Дар суратгирак тасвири предмет дар кучо ҳосил мешавад?
5. Барои дар суратгирак ҳосил кардани тасвири возеҳи предмет кадом амалиётро иҷро кардан лозим мебошад?
6. Барои дар лавҳаи расмгирӣ ё навори рӯшноихассос намоён намудани тасвир кадом амалиётро иҷро кардан лозим аст?
7. Негатив гуфта, чиро меноманд?
8. Позитив чист ва онро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
9. Барои ҳосил кардани сурати предметҳо кадом амалиёт иҷро карда мешавад?
10. Доир ба истифодаи суратгирӣ мисолҳо биёред.

1. Масофаи конунии объективи суратгирак 5,8 см мебошад. Қувваи оптикии он чӣ қадар аст?
2. Масофаи конунии объективи суратгирак 12 см аст. Агар дарозии расми бинои дарозинаш 80 м ба 6 см баробар бошад, расми бино аз кадом масофа гирифта шудааст?

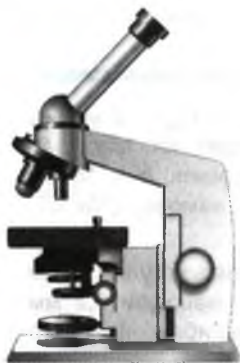
3.30.4. Микроскоп

Барои ҳосил кардани тасвири калони ҷисмҳои андозаашон хурде, ки дар чашми номусаллаҳ намоё нестанд (зарраҳо), аз микроскоп истифода мебаранд. Намуди яке аз микроскопҳо дар расми 3.30.7 нишон дода шудааст. Нақшаи сохти микроскопи оддӣ ва ҳосилшавии тасвир дар он дар расми 3.30.8 оварда шудааст.

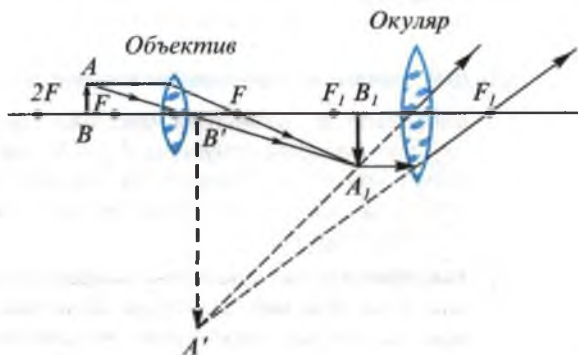
Микроскопи оддӣ аз ду линзаи ҷамъкунанда иборат аст. Линзаи қутўҳконуна объектив ва линзаи дарозконуна окуляр ба шумор мераванд.

Дар объектив тасвири ҳақиқӣ, чаппа ва калон кардашудаи предмет ҳосил мегардад. Ин тасвир дар окуляр чандин маротиба калонтар ҳосил мешавад ва он нисбат ба тасвири дар объектив ҳосилшуда роста ва мавҳум мебошад.

Дар окуляр тасвир бояд дар масофаи биниши беҳтарин (25 см) ҳосил гардад. Окулярро ҷой иваз кунонида, тасвири возеҳи предметро ҳосил мекунанд. Дар микроскопҳо зарраҳои андозаашон то 0,3 микрон (мкм) мушоҳида мешаванд. Зарраҳои андозаашон аз 0,3 мкм хурд дар микроскоп фарқ карда намешаванд, чунки дар ин зарраҳо рушной ба дифраксия дучор мегардад. Аммо дар мавриди ба ҷои рушной истифода кардани дастаи электронҳо зарраҳои аз якдигар дар масофаи 10^{-5} мкм воқеъгардидаро низ фарқ кардан имконпазир аст. Чунин микроскопҳои электронӣ меноманд.



Расми 3.30.7



Расми 3.30.8

Микроскопҳои муосир объектив ва окулярҳои мураккаб доранд ва дар онҳо андозаи предметҳои хурд то 3000 маротиба калон карда мешавад. Калонкунии микроскоп аз формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\Gamma = \frac{\delta l_{\delta\delta}}{F_{об} \cdot F_{ок}} \quad (3.30.1)$$

Дар ин ҷо δ – масофаи байни конунҳои объектив ва окуляр, $l_{\delta\delta}$ – масофаи биниши беҳтарин, $F_{об}$ – масофаи конунии объектив, $F_{ок}$ – масофаи конунии окуляр мебошад.

Агар барои микроскоп $F_{об} = 1$ мм, $F_{ок} = 10$ мм, $\delta = 100$ мм ва $l_{\delta\delta} = 25$ см бошад, калонкунии он баробар мешавад:

$$\Gamma = \frac{100 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 25 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 2500 \text{ маротиба.}$$

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

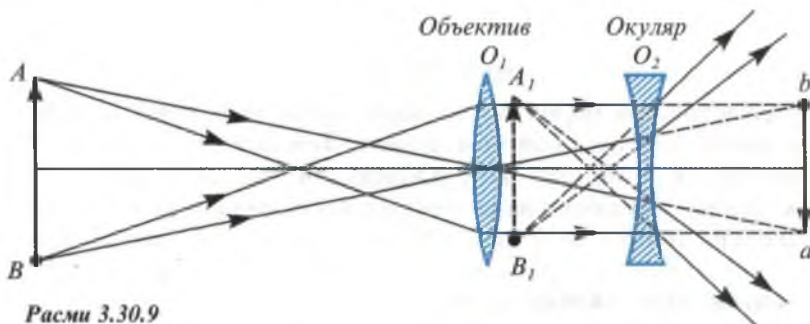
1. Микроскопро бо кадом мақсад истифода мебаранд?
2. Микроскоп аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Объективи микроскоп аз чӣ гуна линза иборат аст?
4. Окуляр микроскоп аз чӣ гуна линза иборат аст?
5. Дар микроскоп тасвири предметро созед ва онро тавсиф диҳед.
6. Дар микроскоп зарраҳои чӣ гуна андозадоштаро мушоҳида кардан мумкин аст?
7. Чаро дар микроскопҳо зарраҳои аз 0,3 мкм хурдро мушоҳида кардан мумкин нест?
8. Чӣ гуна микроскопҳоро электронӣ меноманд?
9. Микроскопҳои муосир то чанд маротиба калон мекунад?
10. Калонкунии микроскоп бо кадом формула муайян карда мешавад?

МАШҚ

1. Микроскоп аз объективи масофаи конуниаш $F_{об} = 2$ мм ва окуляри масофаи конуниаш $F_{ок} = 40$ мм иборат аст. Масофаи байни конунҳои объектив ва окуляри микроскоп $\delta = 18$ см мебошад. Калонкунии микроскопро муайян намоед. (Ҷавоб: $\Gamma = 562,5$ маротиба)
2. Масофаи конунии объективи микроскоп 4 мм ва аз окуляр 25 мм аст. Агар предмет аз конуни объектив дар масофаи 0,2 мм мавҷуд бошад, калонкунии микроскоп тақрибан чӣ қадар мешавад? (Ҷавоб: $\Gamma = 200$ маротиба)

3.30.5. Дурбин

Дурбин асбоби оптикиест, ки барои мушоҳидаи объектҳои заминии дур истифода бурда мешавад. Дурбинро дар қатори телескоп, дидлула низ меноманд. Дар расми 3.30.9 нақшаи ҳосилшавии тасвир дар лулаи Галилей номидашаванда нишон дода шудааст. Он аз линзаи чамъкунанда (объектив) ва линзаи парокандакунанда (окуляр) иборат мебошад.



Расми 3.30.9

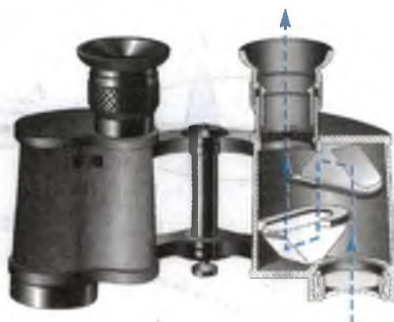
Аз предмети AB нуҳҳои рушной ба объектив афтида, дар он ба ҳам наздик мешаванд. Ин нуҳҳо бояд тасвири хурду чаппаи предмети AB -ро ҳосил мекарданд, аммо онҳо то ҳосилшавии тасвир ба окуляр афтида, аз нав аз ҳамдигар дур мешаванд. Ҳангоми ба чашм афтидани ин нуҳҳо мо тасвири мавҳум ва рости предмет A_1B_1 -ро мебинем.

Дурбинҳои калонкуниашон на он қадар зиёд, ки дурбинҳои театрий ном доранд, аз ду лулаи Галилей иборат мебошанд (расми 3.30.10).

Дурбинҳои калонкуниашон зиёд, ки дурбинҳои сафарӣ ном доранд, аз ду лулаи Кеплер номидашаванда иборатанд (расми 3.30.11). Дар ин дурбинҳо системаи тасвирро ростакунанда аз ду призмае, ки дар онҳо инъикоси пурраи дохилии рушной ба амал меояд, иборат аст.



Расми 3.30.10



Расми 3.30.11

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дурбин ба кадом мақсад истифода бурда мешавад?
2. Дурбин аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Объективи дурбин аз чӣ гуна линза иборат аст?
4. Окуляр дурбин аз чӣ гуна линза иборат мебошад?
5. Дар дурбин тасвири предметро созед.
6. Дурбинҳо чанд хел мешаванд?
7. Дар бораи сохти дурбинҳои театрии маълумот диҳед.

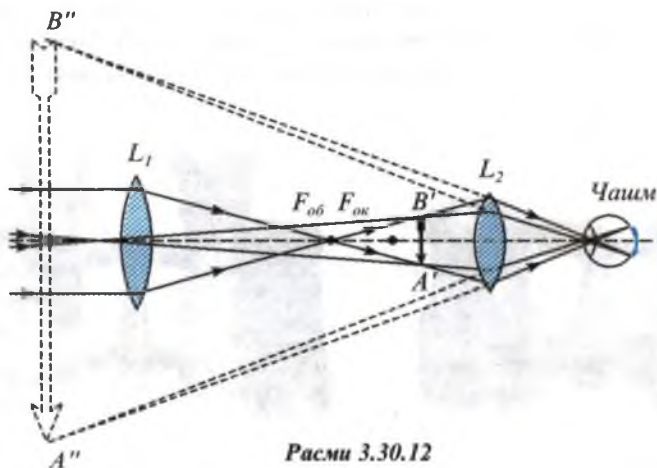
3.30.6. Телескоп

Дидлаҳое, ки барои мушоҳидаи ҷирмҳои осмонӣ истифода бурда мешаванд, телескоп ном доранд. Телескоп аз объектив (L_1) ва окуляр (L_2) иборат аст. Объективи телескоп аз линзаи ҷамъкунандаи калонкунуна ва окуляри он аз линзаи ҷамъкунандаи кӯтоҳкунуна иборат мебошад. Объектив ва окуляр дар телескоп чунон ҷой гирифтаанд, ки қонуни қафои объективи он бо қонуни пеши окуляри он мувофиқ меояд.

Барои ҳосил кардани тасвири аниқу равшан масофаи байни объективу окуляр каме тағйир ёфта метавонад. Нақшаи сохти телескоп ва ҳосилшавии тасвир дар он дар расми 3.30.12 нишон дода шудааст.

Телескопҳои, ки объективи онҳо аз линзаҳо иборат аст, рефракторҳо номида мешаванд ва онҳоро лулаи Кеплер низ меноманд. Қутри калонтарини объективи рефракторҳо то 2 м мешавад ва тайёр кардани чунин линзаҳо хеле душвор мебошад.

Барои ҳамин ҳам дар амалия аз телескопҳои истифода мебаранд, ки объективи онҳо аз оинаҳои фуруҳаидаи параболамонанд иборатанд ва онҳоро рефлексорҳо меноманд.



Расми 3.30.12

Аввалин бор рефлекторро Нютон сохта буд. Рефлектори сифаташ хеле баландро соли 1941 олими собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ Д.Д. Максutow ихтироъ кардааст, ки дар он камбудиҳои хеле зиёди рефлекторҳои Нютон ислоҳ шудаанд. Оинаи аз ҳама калон дар телескопи расадхонаи Архиз дар Кавкази Шимолӣ гузошта шудааст, ки диаметри он 6 м аст.

Аз телескопҳои ҳозиразамон дар расадхонаи пажӯҳишгоҳи астрофизикаи Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон барои мушоҳидаи ҷирмҳои осмонӣ, алаҳхусус кометаҳо ва метеоритҳо истифода мебаранд.

Калонкунии телескоп ба нисбати масофаи конунии объектив бар масофаи конунии окуляри он баробар мебошад:

$$\Gamma = \frac{F_{об}}{F_{ок}}$$

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

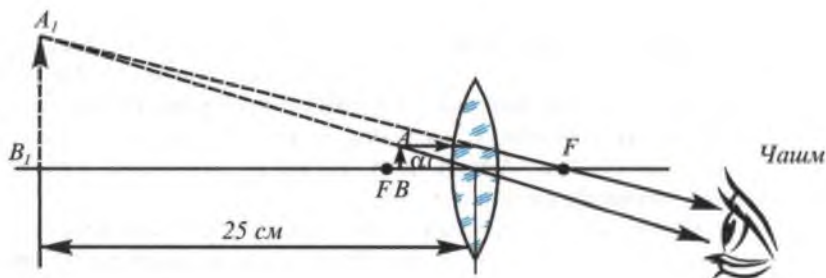
1. Телескоп ба кадом мақсад истифода бурда мешавад?
2. Телескоп аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Объектив ва окуляри телескоп аз чӣ гуна линзаҳо иборатанд?
4. Объектив ва окуляри телескоп нисбат ба якдигар чӣ тавр ҷойгир мебошанд?
5. Дар телескоп тасвири предмети созед.
6. Чӣ гуна телескопҳоро рефрактор ё лулаи Кеплер меноманд?
7. Чӣ гуна телескопҳоро рефлектор меноманд?
8. Оё аз телескопҳои замонавӣ дар Тоҷикистон истифода мебаранд?
9. Барои муайян кардани калонкунии телескоп аз кадом формула истифода мебаранд?

МАШҚ

1. Масофаи конунии объективи телескоп 10 м ва окуляри он 5 см мебошад. Калонкунии телескопро муайян намоед.
(Ҷавоб: $\Gamma = 200$ маротиба)
2. Агар масофаи асосии конунии объектив 2 м ва калонкунии окуляр ба 5 баробар бошад, калонкунии телескопро ёбед.
(Ҷавоб: $\Gamma = 400$ маротиба)

3.30.7. Пурбин

Пурбини оддӣ аз линзаи ҷамъкунандаи кӯтоҳконуна иборат аст. Пурбинҳои мураккаб аз якчанд линзаҳои ҷамъкунанда ташкил ёфтаанд. Ҳосилшавии тасвир дар пурбини оддӣ дар расми 3.30.13 нишон дода шудааст.



Расми 3.30.13

Предмети AB дар байни линза ва конуни он ҷойгир аст. Дар пурбин тасвири ростаи калонкардаи мавҳуми предмет A_1B_1 бо ҷашм дида мешавад.

Пурбинро барои мушоҳидаи предметҳои хурд истифода мебаранд. Аз пурбин устоҳои соатсоз барои таъмири он истифода меkunанд. Мавқеи пурбинро чунон интихоб меkunанд, ки масофа аз он то тасвир ба масофаи бехтарини биниш баробар бошад. Барои ҷашми солим $l_{\delta,\delta} = 25$ см аст.

Калонкуни пурбин ҳамчун нисбати масофаи бехтарини биниш бар масофаи конунии он муайян карда мешавад:

$$\Gamma = \frac{l_{\delta,\delta}}{F}.$$

Пурбини масофаи конуниаш 5 см андозаи предmetro 5 маротиба калон мекунад. Пурбинҳо андозаи предметҳоро то 25 маротиба калон карда метавонанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аз пурбин бо кадом мақсад истифода мебаранд?
2. Пурбинҳо чанд намуд мешаванд?
3. Пурбинҳои оддӣ аз пурбинҳои мураккаб чӣ фарқ доранд?
4. Дар пурбин тасвири предmetro созед.
5. Ҳангоми кор бо пурбин онро дар кадом мавқеъ нигоҳ медоранд?
6. Калонкунии пурбин аз рӯи кадом формула ҳисоб карда мешавад?
7. Пурбинҳо аз ҳама зиёдтар андозаи предметҳоро то чанд маротиба калон меkunанд?

МАШҚ

1. Пурбини масофаи конуниаш 2,5 см андозаи предmetro чанд маротиба калон мекунад? (Ҷавоб: $\Gamma = 10$ маротиба)
2. Дар пурбин предмет 8,33 маротиба калон карда мешавад. Масофаи конунии пурбинро муайян намоед. (Ҷавоб: $F = 3$ см)

Мувофиқи тадқиқотҳои Максвелл рӯшноӣ мавҷи электромагнитӣ мебошад.

Рӯшноӣ барои ҳаёти инсон ҳайвонот ва наботот аҳамияти калон дорад. Рӯшноиро ҷисмҳои меафкананд. Ҷисмҳои, ки ба фазои онро ихотақунанда рӯшноӣ мебароранд, манбаҳои рӯшноӣ номида мешаванд. Манбаҳои табиӣ ва сунъӣ рӯшноиро аз ҳамдигар фарқ менамоянд.

Яке аз қисмҳои оптика, ки қонунҳои паҳншавии энергияи рӯшноиро дар муҳитҳои шаффоф дар асоси тасаввурот доир ба нури рӯшноӣ меомӯзад, оптикаи геометрӣ номида мешавад.

Дар муҳити якҷинсаи шаффоф рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад. Пайдоиши соя, яъне соҳае, ки ба он ҷо энергияи рӯшноӣ намерасад, дар асоси ростхатта паҳншавии рӯшноӣ шарҳ дода мешавад.

Яке аз қисмҳои оптика, ки усулҳои ченкунии энергияи нурафканиро меомӯзад, фотометрия номида мешавад. Мафҳумҳои асосии фотометрия сели рӯшноӣ, қувваи рӯшноӣ ва равшанӣ ба шумор мераванд.

Микдори энергияи рӯшноӣ, ки ягон манбаъ дар воҳиди вақт ба ҳама самтҳо мебарорад, сели пурраи рӯшноии манбаъ номида мешавад.

Қувваи рӯшноии манбаъ I бузургии мебошад, ки бо нисбати сели рӯшноӣ Φ бар бузургии кунҷи фазой ω , ки дар таҳти он ин сел паҳн мегардад, муайян карда мешавад:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}.$$

Бузургии, ки бо нисбати сели рӯшноии ба ягон сатҳ афтанда Φ бар бузургии масоҳати ин сатҳ S муайян карда мешавад, равшанӣ E номида мешавад:

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

Равшанӣ инчунин бо формулаи зерин ҳам муайян карда мешавад:

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha.$$

Дар ин ҷо I – қувваи рӯшноии манбаи нуқтагӣ, R – масофа аз манбаъ то сатҳи равшаншаванда, α – кунҷи афтиши нур ба сатҳ мебошад.

Қувваи рӯшноӣ бо канделаҳо, сели рӯшноӣ бо люменҳо ва равшанӣ бо люксҳо чен карда мешаванд.

Қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ дар муҳити якҷинсаи шаффоф, қонуни инъикос ва қонуни шикасти рӯшноӣ қонунҳои асосии оптикаи геометрӣ ба шумор мераванд.

Мувофиқи қонуни инъикоси рӯшноӣ нури афтида, нури инъикосшуда ва перпендикулярӣ дар нуқтаи афтиши нур ба ҳамвории инъикоскунанда гузаронида шуда, дар як ҳамворӣ меҳобанд ва кунҷи инъикоси нур ба кунҷи афтиши он баробар мебошад. Қонуни инъикос

имконият медиҳад, ки дар оинаи ҳамвор ҳосилшавии тасвир шарҳ дода шавад.

Қонуни шикасти рӯшноӣ ин тавр таъриф карда мешавад: нурҳои афтанда, шикаста бо нормале, ки дар сарҳади тақсимои ду муҳит дар нуқтаи афтиши нур гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд ва нисбати синуси кунҷи афтиши нур бар синуси кунҷи шикасти нур барои ҳамин ду муҳит бузургии собит аст:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n,$$

дар ин ҷо n – нишондиҳандаи нисбии шикасти рӯшноӣ ё нишондиҳандаи шикасти муҳити дуюм нисбат ба муҳити якум номида мешавад.

Ҳангоми аз муҳити зичии оптикиаш калон ба муҳити зичии оптикиаш хурд гузаштани рӯшноӣ ҳодисаи инъикоси пурраи он мушоҳида мешавад. Ҳодисаи инъикоси пурраи рӯшноӣ ҳангоми аз кунҷи ҳудудӣ α_x калон будани кунҷи афтиши нур α ба амал меояд. Кунҷи ҳудудӣ α_x аз шартӣ зерин муайян карда мешавад:

$$\sin \alpha_x = \frac{1}{n}.$$

Оинаҳои куравӣ аз сатҳи сайқалдодашудаи сегменти куравӣ иборат мебошанд. Оинаҳои куравӣ фуруҳаида ва барҷаста мешаванд.

Дасти нурҳои ба тири оптикӣ асосии оинаи куравии фуруҳаида параллел афтанда аз оина инъикос гардида, дар нуқтае бурида мешаванд, ки қонуни оина номида мешавад. Оинаҳои фуруҳаида ро оинаҳои ҷамъкунанда меноманд.

Оинаҳои куравии барҷаста дастаҳои рӯшноӣ ба тири оптикӣ асосӣ параллел афтандаро пароканда менамоянд, бинобар он, оинаҳои куравии барҷастаро оинаҳои парокандакунанда меноманд. Қонуни оинаи куравии барҷаста мавҳум ва дар болои тири оптикӣ асосӣ, дар паси оина, дар масофаи $F = \frac{R}{2}$ аз кутби он меҳобад.

Алоқамандии масофа аз предмет то қуллаи оина d , масофа аз қуллаи оина то тасвир f ва масофаи қонунии оина F бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

Ин формула барои оинаи сферикӣ барҷаста низ истифода бурда мешавад, аммо масофаҳои f ва F барои он қимати манфӣ доранд.

Линзаҳо – ҷисмҳои шаффофи бо сатҳҳои куравӣ маҳдуд татбиқи васеъ доранд.

Линзаҳо ҷамъкунанда ва парокандакунанда мешаванд. Қонуни линзаҳои ҷамъкунанда ҳақиқӣ ва қонуни линзаҳои парокандакунанда мавҳум мебошанд. Формулаи линзаҳо ба мисли формулаи оинаи куравӣ мебошад.

Барои қонун ва тасвири мавҳум f ва F қимати манфӣ доранд.

Линзаҳо узви асосии як қатор асбобҳои оптикӣ – айнак, суратгирак, микроскоп, дурбин, телескоп ва пурбин ба шумор мераванд ва кори онҳо ба қонунҳои оптикаи геометрии асос қарда шудааст.

Суръати рӯшноӣ дар вакуум тақрибан ба 300 000 км/с баробар аст ва дар ҳамаи муҳитҳои дигар суръати рӯшноӣ аз ин қимат хурд мебошад. Шикасти рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит натиҷаи тағйирёбии суръати он ҳангоми аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштан мебошад. Нишондиҳандаи нисбии шикасти ду муҳит ба нисбати суръатҳои рӯшноӣ дар ин муҳитҳо баробар аст. Нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ ба ранги рӯшноӣ вобаста аст. Ранги рӯшноӣ бошад, бо басомади лаппиш (ё дарозии мавҷи рӯшноӣ) муайян қарда мешавад. Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ ба басомади лаппиш дисперсияи рӯшноӣ номида мешавад. Дисперсия боиси дар призма ба спектр ҷудо шудани рӯшноии сафед мегардад.

Ҳангоми болои ҳам ҳобидани мавҷҳои когерентии рӯшноӣ интерференсияи рӯшноӣ ба амал меояд. Мавҷҳои рӯшноӣ монеаҳои андозаашон ба дарозии мавҷ муқоисашавандаро давр зада мегузаранд. Ин ҳодиса дифраксияи рӯшноӣ номида мешавад.

Барои мушоҳидаи дифраксияи рӯшноӣ аз панҷараи дифраксионӣ истифода мебаранд. Шартҳои максимумҳои дифраксионӣ спектрии бо ёрии панҷараи дифраксионӣ ҳосилшуда намуди зерин дорад:

$$d \sin \varphi = k\lambda,$$

дар ин ҷо $k = 0, 1, 2, 3, \dots$, тартиби максимумҳо, d – даври панҷара, φ – кунҷе, ки дар таҳти он максимумҳо мушоҳида мешаванд, λ – дарозии мавҷ аст.

Ҳодисаҳои интерференсия ва дифраксияи рӯшноӣ хосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамоянд.

Боби 4

МОДЕЛИ АТОМ ВА ЯДРОИ АТОМ

4.1. Ҳодисаи фотоэффект ва татбиқи он



Макс Планк (1858–1947) – физик, назариётчи бузурги олмонӣ. Ӯ асосгузори назарияи квантӣ – назарияи муносири ҳаракат, таъсири мутақобила ва табилооти ҳамдигарии зарраҳои элементарӣ мебошад. Соли 1900 фарзияе пешниҳод кард, ки мувофиқи он энергияи осциллятор (системаи дар лаппиши гармоникӣ буда) қиматҳои дискретии ба басомади лаппиш ν мутаносиб мегирад. Коэффитсиенти мутаносибӣ h байни энергия ва басомад собити Планк ном гирифт. Осциллятор энергияи электромагнитиро ба қадри порсияҳои алоҳида $h\nu$ меафканад. Планк дар инкишофи термодинамика саҳми басазо дорад.

Фотоэффект яке аз ҳодисаҳои мебошад, ки хосияти квантӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд.

Дар охири асри XIX ва аввали асри XX дар физика якчанд кашфиётҳои бузург пайдо шуданд, ки дар асоси қонунҳои физикаи классикӣ маънидод кардани онҳо имконнопазир буд. Ба ҷумлаи ин кашфиётҳо ҳодисаи фотоэффект, афканишоти нурҳои рентгенӣ, радиоактивият, кашф шудани зарраҳои элементарӣ ва ғайраҳо дохил мешаванд. Дар байни онҳо проблемаи маънидод кардани афканишоти ҳароратии ҷисми мутлақ сиёҳ мавқеи махсусро ташкил мекунад.

Пас аз он ки тадқиқотҳои назариявии дар асоси қонунҳои нурбарории классикӣ гузаронидашуда бо далелҳои таҷрибавии ба даст овардашуда мутобиқат накарданд, соли 1900 физики олмонӣ Макс Планк ба назарияи нурафканӣ фарзияи навро пешниҳод менамояд. Мувофиқи он марказҳои энергия афкананда, яъне атомҳои ҷисми нурафкананда, энергияро бефосила не, балки бо фосила бо ҳиссаҳои хориҷ мекунад. Ӯ ин ҳиссаи энергияро кванти энергия (аз латинӣ *quantum* – порсия) номид ва дар асоси ин фарзия афканишоти ҳароратии ҷисми мутлақ сиёҳро пурра маънидод кард. Баъдтар квантҳои рӯшноиро фотонҳо номиданд.

Хамин тавр, Планк ба таҳкурсии иморати физикаи квантӣ хишти аввалинро гузошт ва физикаи микрооламро тавлид намуд. Фотон ба монанди дигар зарраҳо энергия, масса ва импульс дорад.

Энергияи кванти рӯшноӣ (фотон) E ба басомади лаппиш ν мутаносиб мебошад:

$$E = h\nu, \quad (4.1.1)$$

дар ин ҷо $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ч} \cdot \text{с}$ – собити Планк ном дорад.

Массаи фотон аз ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}. \quad (4.1.2)$$

Азбаски фотон танҳо ҳангоми ҳаракат мавҷуд аст ва бо суръати рӯшноӣ ҳаракат мекунад, массаи оромӣ надорад. Бо ин ҳосияташ фотон аз дигар зарраҳои муқаррарӣ фарқ мекунад.

Импульси фотон баробар мебошад:

$$P = mc = \frac{h\nu}{c}. \quad (4.1.3)$$

Дар асоси фарзияи Планк як қатор ҳодисаҳо, аз он ҷумла ҳодисаи фотоэффект пурра маънидод карда шуд. Ҳодисаи фотоэффект дар қатори дигар ҳодисаҳо тасдиқ намуд, ки рӯшноӣ ба ҳосияти корпускулий дорост ва аз сели зарраҳо иборат аст.

Ҳодисаи бо таъсири рӯшноӣ аз моддаҳо ҷада шуда баромадани электронҳоро фотоэффект меноманд.

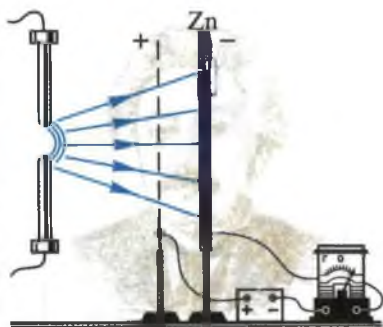
Ҳодисаи фотоэффектро соли 1887 Ҳ. Ҳерц кашф намуд. Соли 1888 олими рус А. Г. Столетов ба омӯзиши ҳодисаи фотоэффект оғоз намуд.

Дастгоҳи таҷрибавие, ки Столетов ҳодисаи фотоэффектро омӯхтааст, дар расми 4.1.1 нишон дода шудааст.

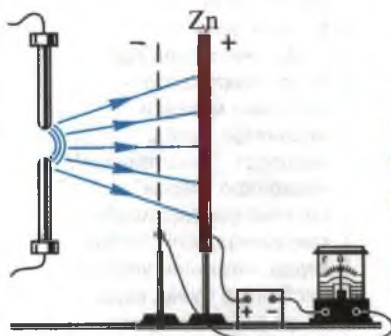
Дар пеши лавҳаи тозакардашудаи рухӣ (синкӣ) Zn тӯри металлӣ ҷой дода шудааст ва ба воситаи он лавҳаи рухӣ аз ҷамони электрии равшан карда мешавад.

Ҳангоми ба ҷутби манфии манбаи ҷараён пайваст кардани лавҳаи рухӣ дар занҷир ҷараёни электрии пайдо мешавад ва онро гальванометр нишон медиҳад.

Ҳангоми лавҳаи синкиро ба ҷутби мусбати манбаи ҷараён пайваст кардан дар занҷир ҷараёни электрии ҳосил намешавад



Расми 4.1.1



Расми 4.1.2



Алберт Эйнштейн (1879–1955) – физики бузурги асри XX. У таълимоти нав дар бораи вақту фазо – назарияи махсуси нисбиятро бунёд кардааст. Эйнштейн ин назарияро барои системаҳои сарҳисоби ғайриинерсиалӣ татбиқ карда, назарияи умумии нисбиятро бунёд кард, ки он асоси назарияи ҳозиразамони ҷозоба мебошад. У аввалин шуда тасаввуротро доир ба зарраҳои рӯшноӣ – фотонҳо ҷорӣ кард. Тадқиқоти Эйнштейн доир ба назарияи ҳаракати броунӣ боиси ғалабаи қатъии назарияи молекулаӣ – кинетики сохти модда гардидаанд.

(расми 4.1.2). Маълум гардид, ки ҳангоми ҳодисаи фотоэффект электронҳо аз катод канда мешаванд.

Чараёни дар занҷир ҳосилшударо фоточараён ва лавҳаи ба кутби манфии манбаи чараён пайваст бударо фотокатод меноманд. Дар таҷрибаҳои А.Г. Столетов маълум гардид, ки фоточараён дар як вақт бо равшанкунии фотокатод ба вучуд меояд.

Соли 1905 А. Эйнштейн нишон дод, ки ҳодисаи фотоэффект ба таври осон маънидод карда мешавад, агар қабул карда шавад, ки модда рӯшноиро на танҳо бо квантҳо меафканд (мувофиқи фарзияи Планк), балки бо ҳамон гуна квантҳо фуру мебарад.

Мувофиқи ақидаи Эйнштейн энергияи қабулкардаи фотоэлектрон ба энергияи квант $h\nu$ баробар мебошад. Дар асоси ин тасаввуротҳо Эйнштейн барои фотоэффект муодилаи зеринро пешниҳод намуд:

$$h\nu = A + \frac{m_e v^2}{2}, \quad (4.1.4)$$

дар ин ҷо A – кори бароварди электрон аз металл, $\frac{m_e v^2}{2}$ – энергияи кинетикии фотоэлектрон мебошад.

Мувофиқи муодилаи Эйнштейн (4.1.4) энергияи квант (фотон)-и рӯшноии ба сатҳи металл афтанда барои иҷрои кори бароварди электрон аз металл ва ба он додани энергияи кинетикӣ сарф мешавад.

Ғайр аз он, ки кашфи фотоэффект ҳосияти корпускулии (квантии) рӯшноиро тасдиқ намуд, инчунин татбиқи васеи амалӣ дорад. Бо ёрии фотоэффект киноҳои садодор ба вучуд омаданд ва нақли тасвири ҳаракатноки телевизионӣ имконпазир гардид. Бо ёрии асбобҳои фотоэлектронӣ дастгоҳҳо бе даҳолати одам дар асоси нақшаҳои муайян қисмҳои эҳтиётии мошинҳо тайёр мекунанд, андозаи маснуотҳо назорат карда мешаванд ва сари вақт ҷароғҳои кӯчаро фурузон мекунанд.

Асбобҳои, ки принсипи корашон ба ҳодисаи фотоэффект асос карда шудааст, фотоэлементҳо, афзункунандаҳои фотоэлектронӣ, табдилдиҳандаҳои электронӣ – оптикӣ мебошанд.

Фотоэлементҳои аз нимноқилҳо сохташуда энергияи рушноиро ба энергияи электрикӣ табдил медиҳанд ва аз онҳо «Батареяҳои офтобӣ» тайёр менамоянд.

Аз афзункунадаҳои фотоэлектронӣ барои ченкунии сели рушноӣҳои хурд дар астрономияю спектрометрия ва ғайра истифода мебаранд.

Табдилдиҳандаи электронӣ – оптикӣ тасвири оптикӣ ё рентгениро ба электронӣ ва тасвири электронино ба рушноӣ (дидашаванда) табдил медиҳад, инчунин онҳо дар телевизионӣ истифода бурда мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Фарзияи Планкро маънидод намоед.
2. Фотон чӣ гуна зарра мебошад ва бо чӣ гуна бузургҳои тавсиф карда мешавад?
3. Фотон аз дигар зарраҳо бо кадом хосияташ фарқ мекунад?
4. Чӣ гуна ҳодисаро фотоэффект меноманд?
5. Дастгоҳи таҷрибавии Столетовро кашида, онро маънидод намоед.
6. Чӣ гуна ҷараёно фотоҷараён меноманд?
7. Формулаи Эйнштейно маънидод намоед.
8. Ҳодисаи фотоэффект чӣ гуна татбиқи амалӣ дорад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Дарозии мавҷи электромагнителиро, ки энергияи фотонаш ба $9,93 \cdot 10^{-19}$ Ҷ баробар аст, муайян намоед.

Дода шудааст:

$$\epsilon = 9,93 \cdot 10^{-19} \text{ Ҷ}$$

Ҳал. Энергияи фотон баробар аст:

$$\epsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

$\lambda = ?$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Қиматҳои адади ро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{9,93 \cdot 10^{-19} \text{ Ҷ}} \approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ м} \approx 2 \text{ мкм.}$$

Ҷавоб: $\lambda \approx 0,2 \text{ мкм.}$

2. Энергияи фотони афканишоти рентгении дарозии мавҷаш $1 \text{ \AA}$ чанд маротиба аз энергияи фотони рушноии дидашавандаи дарозии мавҷаш $0,4 \text{ мкм}$ зиёд аст?

Дода шудааст:

$$\lambda_1 = 1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 0,4 \text{ мкм} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Ҳал. Энергияи фотонҳои нурҳои рентгенӣ ва рушноии дидашаванда мувофиқан баробаранд:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = ?$$

$$\epsilon_1 = h \frac{c}{\lambda_1},$$

$$\epsilon_2 = h \frac{c}{\lambda_2}.$$

Баробарии якумро ба дуюм тақсим намуда, ҳосил мекунем:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}.$$

Қиматҳои адади ро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{1 \cdot 10^{-10} \text{ м}} = 4 \cdot 10^3 \text{ маротиба.}$$

$$\text{Ҷавоб: } \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = 4 \cdot 10^3 \text{ маротиба.}$$

3. Агар кори бароварди электрон ба $30,2 \cdot 10^{-20}$ Ҷ баробар бошад, ҳангоми бо рӯшноии зарди дарозии мавҷаш $0,590$ мкм равшан кардани сатҳи сезий аз он электронҳо бо кадом суръат мебароянд?

Дода шудааст:

$$\lambda = 0,590 \text{ мкм} = 0,59 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$A = 30,2 \cdot 10^{-20} \text{ Ҷ}$$

$\vartheta - ?$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Ҳал. Мувофиқи формулаи Эйнштейн энергияи фотон ба кори бароварди электрон аз сатҳи сезий ва ба он додани энергияи кинетикӣ сарф мешавад:

$$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{m\vartheta^2}{2}.$$

Аз ин формула суръати электронро муайян мекунем:

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2\left(h\frac{c}{\lambda} - A\right)}{m}}.$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2\left(6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,59 \cdot 10^{-6} \text{ м}} - 30,2 \cdot 10^{-20} \text{ Ҷ}\right)}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx 2,8 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

$$\text{Ҷавоб: } \vartheta \approx 2,8 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

МАШҚ

1. Энергияи фотонҳои мавҷҳои дарозтарин ($\lambda = 0,75$ мкм) ва қутохтарини ($\lambda = 0,4$ мкм) қисми намоёни спектрро муайян намоед. (Ҷавоб: $2,6 \cdot 10^{-19}$ Ҷ; $5 \cdot 10^{-19}$ Ҷ)
2. Импулси фотонро ёбед, ки энергияаш ба $6 \cdot 10^{-19}$ Ҷ баробар аст. (Ҷавоб: $2 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с)
3. Энергияи кинетики максималии фотозлектронҳои аз калий ҳангоми бо рӯшноии дарозии мавҷаш 345 нм равшан кардан барояндаро муайян намоед. Кори бароварди электронҳо аз калий ба $3,616 \cdot 10^{-19}$ Ҷ баробар аст. (Ҷавоб: $2,13 \cdot 10^{-19}$ Ҷ)

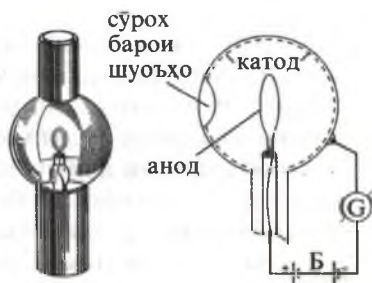
4.2. Фотоэлементҳо

Амали кори фотоэлементҳо ба ҳодисаи фотоэффект асос карда шудааст. Дар фотоэлементҳо энергияи рӯшноӣ ба энергияи электрикӣ табдил меёбад ва онҳо чараёни электрикиро идора мекунанд.

Се намуди фотоэлементҳоро аз ҳамдигар фарқ менамоянд:

- 1) фотоэлементҳо бо фотоэффекти беруна;
- 2) фотоэлементҳо бо фотоэффекти дохилӣ;
- 3) фотоэлементҳои вентилӣ.

Фотоэлементҳои замонавӣ бо фотоэффекти берунӣ аз баллони шишагӣ иборат мебошад, ки қисми сатҳи дарунии он ғайр аз сатҳи хурдакӣ, ки чун «равзана» барои дохил гардидани рӯшноӣ хизмат менамояд, бо қабати тунуки металии кори баровардаш хурд пушонида шудааст (расми 4.2.1) ва он вазифаи катодно иҷро менамояд. Ба сифати анод ҳалқаи металии дар маркази баллони шишагӣ ҷойдодашуда хизмат мекунад.



Расми 4.2.1

Одатан дар дохили баллон вакуум ҳосил мекунанд ва баъзан бо гази инертии аргон ё неон пур менамоянд.

Дар фотоэлементҳои газ пур кардашуда дар натиҷаи ионизатсияи зарбагии атомҳои гази инертӣ электронҳои иловагӣ ҳосил мешавад ва онҳо афзоиши фотоҷараёнро таъмин мекунанд.

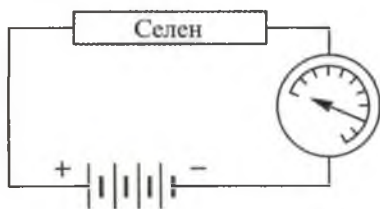
Фотоэлементҳои ҳозира рӯшноии намоён ва ҳатто нурҳои инфрасурхро ҳис менамоянд.

Аноди фотоэлементро ба кутби мусбати манбаи ҷараён васл мекунанд.

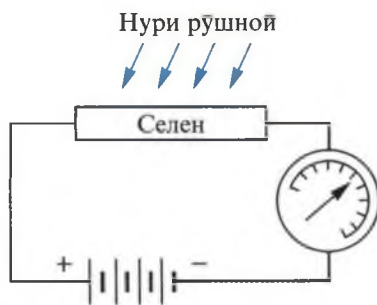
Ҳангоми ба катоди фотоэлемент афтидани рӯшноӣ дар занҷир реле ба қор мебарояд. Фотоэлементҳо дар якҷоягӣ бо релеҳо роли автоматҳои гуногуни «бинанда»-ро мебозанд. Аз ин гуна автоматҳо дар метроҳо барои бастану кушодани роҳи даромад истифода мебаранд.

Ин гуна автоматҳо барои пешгирии фалокатҳо дар фабрикаю заводҳо истифода бурда мешаванд. Агар дасти одам дар ҷои хатарноки дастгоҳ ҷойгир шавад, фотоэлемент фавран дастгоҳро аз ҳаракат нигоҳ медорад.

Бо ёрии фотоэлементҳо садои дар фотолавлҳо сабтшударо аз нав мешунавонанд. Дар нимнокилҳо фотоэффекти дохилӣ ба амал меояд ва онҳо татбиқи васеи амалӣ доранд. Ҳангоми фотоэффекти дохилӣ дар таҳти таъсири рӯшноӣ электронҳо аз атоми модда канда мешаванд ва онҳо дар дохили модда монда истода, электргузариҳои онро зиёд мегардонанд (муқовиматашон кам мешавад).



Расми 4.2.2



Расми 4.2.3

Агар аз лавҳаи селенӣ, манбаъ, миллиамперметр занчире тартиб диҳем (расми 4.2.2), асбоби ченкунанда чараёнро нишон намедихад.

Ҳангоми лавҳаи селениро бо рӯшноӣ равшан кардан дар занчир чараёни электрикӣ ҳосил мегардад (расми 4.2.3).

Асбобҳоеро, ки дар онҳо ҳодисаи фотоэффекти дар нимноқилҳо рӯйдиханда истифода бурда мешаванд, фоторезисторҳо ё фотомуқовиматҳо меноманд. Аз фоторезисторҳо дар соҳаҳои гуногуни илму техника барои кайд кардани ҳатто селҳои сусти рӯшноӣ ва чен кардани ҳарорат истифода мебаранд.

Фотоэлементҳои нимноқилии қабати русткунандадор мавҷуданд, онҳоро фотоэлементҳои вентилӣ меноманд ва онҳо ҳамчун манбаъҳои чараён истифода бурда мешаванд. Аз фотоэлементҳои вентилӣ истифода бурда «Батареяҳои офтобӣ» месозанд.

Ҳамин тариқ, соҳаи татбиқи фотоэлементҳо хеле гуногун мебошад. Фотоэлементҳо дар техника – киноҳои овоздор, интиқоли тасвир бо ноқилҳо (фототелеграф), телевизор, автоматика, телемеханика ва ғайраҳо истифода мешаванд. Аз онҳо дар фотометрия барои чен кардани равшанӣ истифода мебаранд. Бо ёрии фотоэлементҳо сафедии матоҳо ва коғазҳо, тозагии коркарди сатҳҳо, дараҷаи шаффофии газҳо ё моеъҳо, ҳарорат дар печҳои металлургӣ назорат карда мешаванд, инчунин дар конвейерҳои ҳаракаткунанда шумораи маҳсулотҳоро ҳисоб карда, онҳоро аз рӯи рангашон ба навҳо ҷудо менамоянд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Фотоэлементҳо чӣ гуна асбоб мебошанд ва принципи кори онҳо ба кадом ҳодиса асос карда шудааст?
2. Кадом намудҳои фотоэлементҳоро аз ҳамдигар фарқ мекунанд? Фотоэлементҳои замонавӣ чӣ гуна сохт доранд?
3. Фотоэффекти дохилӣ гуфта, чиро меноманд ва ба он тарзи кори чӣ гуна фотоэлементҳо асос карда шудааст?
4. Фоторезисторҳо гуфта, чиро меноманд?

5. Фотоэлементҳои вентили гуфта, чиро меноманд ва онҳо чӣ гуна татбиқи амалӣ доранд?
6. Фотоэлементҳо чӣ гуна татбиқи амалӣ доранд?

4.3. Сохти атом

Тасаввурот дар бораи сохти атомии моддаҳо аз давраҳои қадим дар байни олимони вучуд дошт. Асосгузори таълимоти атомӣ файласуфони ҳинди қадим, юнони қадим, руми қадим Левкипп, Демокрит, Эпикур, Лукретский ба шумор мераванд. Ба ақидаи онҳо модда аз зарраҳои хурдтарини тағйирнаёбанда ва тақсимнашаванда – атомҳо таркиб ёфтааст.

Қайд кардан лозим аст, ки ғалабаи сохти атомии модда дар натиҷаи муборизаи дуру дароз ба амал омад.

Муддати дуру дароз дар бораи сохти атомӣ доштани модда муборизаи байни ҷаҳонбинии материалистӣ ва идеалистӣ давом мекард. Дар аввалҳои асри XIX далелҳои таҷрибавӣ (ҳаракати броунӣ, таҷрибаи Перрен ва ҳодисаи диффузия) ба вучуд омаданд, ки сохти атомӣ доштани моддаҳоро тасдиқ карданд.

Атом хурдтарин ҳиссаи элементи кимиёӣ буда, ҳосиятҳои моддаро муайян менамояд, андоза ва массаи микроскопӣ дошта, микрозарра ба шумор меравад.

Дар охири асри XIX кашфиёти карда шуданд, ки сохти мураккаб доштани атомро тасдиқ намуданд. Махсусан ин баъди аз тарафи олими фаронсавӣ А. Беккерел соли 1896 бақайдгирии нурафкании намакҳои уран бараъло маълум гардид. Ин нурафканӣ баъдтар афканишоти радиоактивӣ ном гирифт. Қобилияти ионизатсиякунии нурафкании радиоактивиро омӯхта, соли 1899 олими англис Э. Резерфорд муқаррар намуд, ки ин нурафканӣ аз ду қисм иборат аст ва онҳоро α - ва β -нурҳо номид. Ӯ исбот кард, ки α -нурҳо аз сели зарраҳои мусбат заряднок иборатанд. Худи ҳамон сол А. Беккерел исбот намуд, ки β -нурҳо аз сели электронҳо иборат мебошад.

Тасдиқ гардидани сохти мураккаб доштани атом марҳилаи муҳимтарини ташаққули физикаи муосир ба шумор меравад.

Дар асоси таҷрибаҳои аниқ муқаррар карда шуд, ки атом аз ядроӣ мусбат заряднок ва электронҳои аз рӯи мадорҳои гуногун дар атрофи ядро даврзананда иборат мебошад. Электрон заряди манфӣ дорад. Массаи электрон ба $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг ва зарядаш ба $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл баробар аст. Суммаи заряди электронҳои дар атрофии ядроӣ атом даврзананда ба заряди ядроӣ атом баробар аст.

Бинобар ин, атом аз ҷиҳати электрикӣ хунсо (нейтрал) мебошад. Ин гуна сохт доштани атом модели сайёравии атомро ташкил менамояд, ки онро Э. Резерфорд соли 1911 дар асоси таҷрибаҳои худ

бо α -зарраҳо муқаррар намуда буд. Азбаски электронҳо массаи хеле хурд доранд, массаи асосии атомо массаи ядроӣ он ташкил менамояд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

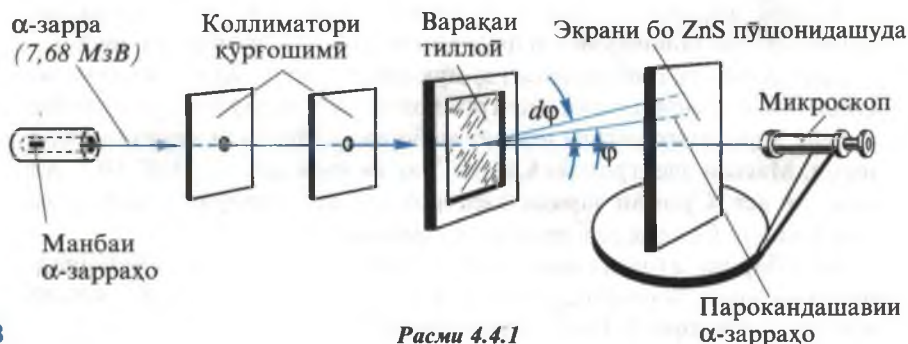
1. Тасаввурот дар бораи сохти атомӣ доштани моддаҳоро дар замонҳои қадим қиёс пешниҳод карда буданд?
2. Қадом далелҳои таҷрибавӣ сохти атомӣ доштани моддаҳоро тасдиқ намуданд?
3. То охири асри XIX дар бораи сохти атом чӣ гуна тасаввуротҳо мавҷуд буд?
4. Қадом ҳодиса сохти мураккаб доштани атомо тасдиқ намуд?
5. Модели сайёравии атомо кӣ пешниҳод намуд ва мувофиқи он атом чӣ гуна сохт дорад?
6. Барои чӣ атомо аз ҷиҳати электрикӣ хунсо (нейтрал) меноманд?

4.4. Таҷрибаи Резерфорд

Барои муқаррар намудани сохти атом таҷрибаи физики бузургӣ англис Э. Резерфорд рои ҳалқунанда бозид. Нақшаи дастгоҳи таҷрибавии Э. Резерфорд дар расми 4.4.1 нишон дода шудааст.

Моддаи радиоактивӣ дар дохили куттии қурғошимӣ ҷойгир аст ва аз сӯроҳии хурди он α -зарраҳо мебароянд. Аз варақаи тиллоӣ α -зарраҳо гузашта, ба экрани бо сулфиди рух пӯшонидашуда меафтанд. Ҳангоми зарбаи ҳар як α -зарра ба экран тобиш (синтиллятсия) ба амал меояд, ки он бо микроскоп мушоҳида карда мешавад.

Ҳаракати α -зарраҳо дар дохили камерае ба амал меоянд, ки барои озод ҳаракат намудани α -зарраҳо ҳавояш кашида гирифта шудааст. Инчунин дастгоҳ имконият медиҳад, ки экран якҷоя бо микроскоп то ба кунҷи 150° ба ҳар ду тараф дар атрофии меҳвари аз маркази варақаи тиллоӣ гузаранда кӯчонида шавад, то ки зарраҳои



Расми 4.4.1

дар натиҷаи таъсири мутақобила бо атомҳои вараки металлӣ майлкунанда мушоҳида карда шаванд.

Таҷрибаҳои Резерфорд нишон доданд, ки қисми асосии α -зарраҳо аз варакаи тиллоӣ бе таъсири мутақобила мегузаранд. Ногаҳон маълум гардид, ки ба кунҷи аз 90° калон таҳминан як зарра аз 2000 майл менамояд (расми 4.4.2).

Дар асоси таҷрибаҳои худ Резерфорд ба хулосае омад, ки α -зарра танҳо дар мавриди дар соҳаи ниҳоят хурд ҷамъ шудани заряди мусбати атом ва массаи он ба ақиб партофта шуданаш мумкин мебошад. Инро ба асос гирифта, Резерфорд дар асоси таҷрибаҳои худ модели сайёравии атомро пешниҳод намуд.

Мувофиқи ин модел ядрои атом андозаи хеле хурд дошта, дар он қариб массаи атом ва тамоми заряди мусбати он марказонида шудааст ва мувофиқи баҳодиҳиҳои ҳозиразамон дар гирди он аз рӯи мадорҳои гуногун электронҳо чун сайёраҳо дар атрофи Офтоб давр мезананд. Андозаи атом ба 10^{-10} м ва андозаи ядрои он ба 10^{-14} – 10^{-15} м баробар мебошад.

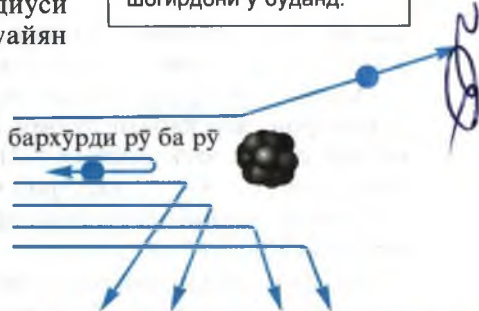
Барои атоми соддатарин (гидроген) заряди мусбати ядро аз рӯи модул ба заряди электрон баробар мебошад ва массаи он тақрибан 1836,1 маротиба аз массаи электрон зиёд аст.

Дар атрофи ядрои атоми гидроген як электрон давр мезанад ва радиуси мадори он андозаи атомро муайян менамояд (расми 4.4.3).

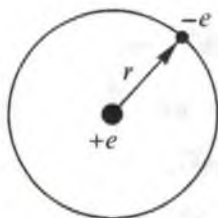
Мувофиқи модели сайёравӣ устувории атом шарҳ дода наметавонад. Ҳаракати электрон аз рӯи мадор бо шитоб мебошад. Мувофиқи қонунҳои электродинамикаи Максвелл заряди бошитоб ҳаракаткунанда бояд бефосила нур афканад. Дар натиҷа электрон энергияашро талаф дода,



Эрнест Резерфорд (1871–1937) – физики бузурги англис, зодаи Зеландияи нав. Бо кашфиёти таҷрибавӣ Резерфорд ба таълимоти сохти атом ва радиоактивият асос гузошт. Ӯ аввалин шуда таркиби афканишоти моддаҳои радиоактивиро тадқиқ кард. Резерфорд мавҷудияти ядрохоро кашф намуд ва нахустин бор ба таври сунъӣ тақдими ядроҳои атомхоро ба вуҷуд овард. Ҳама таҷрибаҳои ӯ характери фундаменталӣ доштанд, ниҳоят содда ва равшан буданд. Бисёр физикҳои боистеъдоди кишварҳои гуногун: Љемс Чэдвик (англис), Нилс Бор (даниягӣ), Пётр Капитса (рус) ва дигарон шогирдони ӯ буданд.



Расми 4.4.2



Расми 4.4.3

бояд ба ядро наздик шавад ва дар давоми вакти хеле хурд (тақрибан 10^{-8} с) ба ядро афтад. Атом мавҷудияти худро бояд барҳам диҳад. Аммо дар амал атомҳо устуворанд ва дар ҳолати ангефта нашуданашон мавҷҳои электромагнитӣ наафканда дурудароз вучуд дошта метавонанд.

Ҳамин тариқ, устувории дуру дарози атом бо модели сайёравии атоми Резерфорд мувофиқат намекунад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки электродинамикаи классикӣ ва механикаи Нютон, ки дар асоси онҳо модели сайёравии атом тавлид ёфтааст, барои маънидоди ҳодисаҳо дар атом татбиқнашавандаанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нақшаи таҷрибаи Резерфордро кашида, онро маънидод намоед.
2. α -зарраҳо чӣ гуна зарраҳоянд?
3. Барои чӣ модели атоми пешниҳодкардаи Резерфордро модели сайёравии атом меноманд?
4. Модели сайёравии атом чӣ тавр ба қонунҳои электродинамикаи Максвелл муҳолифат дорад?

4.5. Қабатҳои электронӣ

Чӣ тавре ки маълум гардид, мувофиқи модели сайёравӣ атоми элементҳои кимиёии дилхоҳ аз ядро ва электронҳои дар атрофии он даврзананда иборат мебошад.

Электронҳо дар атрофи ядро атом аз рӯи мадорҳои гуногун давр мезананд ва ин мадорҳоро қабатҳои электронӣ меноманд.

Муқаррар карда шудааст, ки шумораи аз ҳама зиёди электронҳо дар қабатҳои электронӣ N аз ифодаи зерин муайян менамоянд:

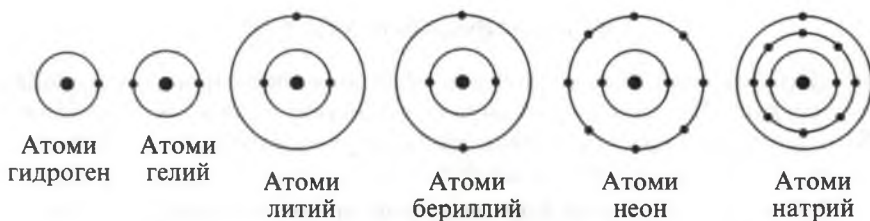
$$N = 2n^2, \quad (4.5.1)$$

дар ин ҷо n – рақами тартибии қабатҳои электронӣ мебошад, яъне $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ қиматҳо қабул менамояд.

Ҳамин тариқ, дар қабати якуми электронӣ ($n = 1$) аз ҳама зиёд 2 электрон, дар қабати дууми электронӣ ($n = 2$) – 8 электрон, дар қабати сеуми электронӣ ($n = 3$) – 18 электрон, дар қабати чоруми электронӣ ($n = 4$) – 32 электрон ва ғайра мавҷуд буда метавонанд.

Заряди умумии электронҳо дар атом ба заряди ядро он баробар мебошад.

Нақшаи соддаи ҷойгиршавии электронҳо дар қабатҳои электронии атомҳо дар расми 4.5.1 нишон дода шудааст. Электронҳо бо нуқтаҳо ишора шудаанд.



Расми 4.5.1

Аз расми 4.5.1 маълум мешавад, ки шумораи умумии электронҳо дар атоми элементи кимиё ба рақами тартибии элемент дар системаи даврии элементҳои Менделеев, шумораи қабатҳои электронӣ ба рақами давре, ки элемент тааллуқ дорад ва шумораи электронҳо дар қабати электрони берунӣ ба рақами гуруҳе, ки элемент дар система тааллуқ дорад, баробар аст.

{Элементҳои дар қабати электрони берунаашон шумораи якхелаи электронҳо дошта хосиятҳои кимиёии ба якдигар наздик доранд} (масалан, H, Li, Na, K, Rb, Cs) ва онҳо дар системаи даврии элементҳо ба як гуруҳ тааллуқ доранд.

{Электронҳои дар қабати электрони беруна ҷойгир бударо электронҳои валентӣ меноманд.}

{Электронҳои валентӣ хосиятҳои кимиёию оптикии элементҳои кимиёиро муайян мекунанд} ва дар реаксияҳои кимиёӣ фаъолияти элементҳои кимиёӣ аз онҳо вобастагии калон дорад. Сабаб дар он аст, ки электронҳои валентӣ аз ядро дуртар воқеанд ва бо он робитаи суст доранд.

Дар реаксияҳои кимиёӣ атомҳо ба якдигар бо қабатҳои электрони берунаашон наздик мешаванд, бинобар он, таъсири мутақобилаи кимиёӣ бо электронҳои валентӣ алоқаманд мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Қабати электронӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Шумораи аз ҳама зиёди электронҳоро дар қабатҳои электронӣ чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?
3. Дар қабати сеюми электронӣ аз ҳама зиёд чандто электрон мавҷуд буда метавонад?
4. Нақшаи ҷойгиршавии электронҳоро дар қабатҳои электронӣ барои атомҳои гелий, литий ва натрий кашида нишон диҳед.
5. Шумораи умумии электронҳо дар атомҳои элементҳои кимиёӣ бо рақами тартибии элемент дар системаи даврии элементҳои Менделеев чӣ гуна вобастагӣ дорад?
6. Электронҳои валентӣ гуфта, чӣ гуна электронҳоро меноманд ва аз онҳо кадом хосиятҳои элементҳои кимиёӣ вобастагӣ доранд?

4.6. Нурафкании атомҳо

Дар асоси модели сайёравии атом нурафкании атомҳо шарҳ дода намешавад. Ин вазъияти беандоза душворро олими даниягӣ Нилс Бор бартараф намуда, барои маънидоди нурафканӣ ва нурфурубари атомҳо соли 1913 ду постулат баён намуд.

Постулати якуми Бор: атомҳо ба он нигоҳ накарда, ки электронҳо дар онҳо бо шитоб ҳаракат мекунанд, дуру дароз дар ҳолатҳои мешаванд, ки нур намеафкананд. Ин ҳолатҳо ҳолати статсионарӣ меноманд. Дар ҳар як ҳолати статсионарӣ атом танҳо ба энергияҳои муайяни $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ доро мешавад.

Индексҳои 1, 2, 3, ... рақами тартибии ҳолатҳои статсионарӣ мебошанд.

Постулати якуми Бор ба механикаи классикӣ, ки мувофиқи он электронҳо ҳаракаткунанда дорой энергияи дилхоҳ шуда метавонанд, зид мебошад. Ин постулат ба электродинамикаи Максвелл низ мухолиф мебошад, чунки дар он ҳаракати бошитоби электрон бе афканиши мавҷҳои электромагнитӣ имконпазир дониста мешавад.

Постулати дуюми Бор: ҳангоми аз як ҳолати статсионарӣ ба ҳолати дигари статсионарӣ гузаштани атом нурафканӣ ё нурфурубари он ба амал меояд.

Ҳолати атом, ки ба он энергияи хурдтарини E_1 мувофиқ меояд, ҳолати асосӣ номида мешавад ва дар ин ҳолат атом дуру дароз буда метавонад. Ҳолатҳои, ки энергияҳои хеле зиёдтар $E_2, E_3, \dots$ мувофиқ меоянд, ҳолатҳои ангиши атом меноманд.

Бо таъсири рӯшноӣ, нурҳои рентгенӣ, сели электронҳо ва ғайраҳо ба атом миқдори муайяни энергия дода, онро аз ҳолати асосӣ ба ҳолати бедоршуда гузаронидан мумкин аст.

Ҳангоми аз ҳолатҳои статсионарӣ энергияаш зиёд ба ҳолати статсионарӣ энергияаш кам гузаштани атом нурафканӣ ба амал меояд (расми 4.6.1, а).

Дар мавриди аз ҳолати статсионарӣ энергияаш хурд ба ҳолати статсионарӣ энергияаш калон гузаштани



Нилс Бор (1885–1962) – физики бузурги даниягӣ. Нахустин назарияи квантии атомро барпо карда, ба бунёди асосҳои механикаи квантӣ ғаёлона иштирок кард. Бор дар офаридани назарияи атом ва реаксияҳои ядрои сахми бузург дорад. У инчунин назарияи таъзияи ядрои атомро, ки ҳангоми он энергияи ниҳоят зиёд ҳориҷ мешавад, инкишоф дод. Дар Копенгаген Бор мактаби калони байналхалқии физиконро барпо намуд ва барои инкишофи ҳамкориҳои физикони тамоми дунё хизмати калон кард.

атом нурфурубарӣ ба амал меояд (расми 4.6.1, б).

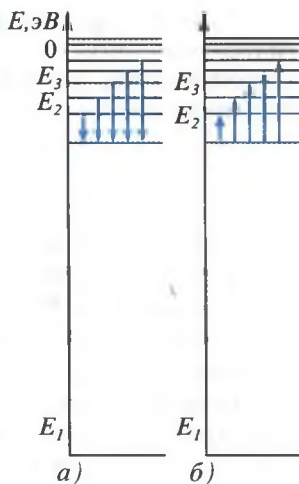
Энергияи фотони афканда ё фурубурда ба фарқи энергияҳои ду ҳолати статсионарии атом баробар мебошад:

$$h\nu = E_m - E_n, \quad (4.6.1)$$

дар ин ҷо m ва n рақами ҳолатҳои статсионарианд. Дар мавриди $E_m > E_n$ будан афканиши фотон ва дар мавриди $E_m < E_n$ будан фурубарии он ба амал меояд. Аз формулаи (4.6.1) басомади нури афкандашуда ё нури фурубурдашударо муайян кардан мумкин аст:

$$\nu = \frac{E_m - E_n}{h}, \quad (4.6.2)$$

Атом дар ҳолатҳои ангеизонидашуда дуру дароз буда наметавонад ва аз ин ҳолат дар муддати ҳиссаҳои хурдтарини сония ба ҳолати статсионарии асосӣ гузашта, нур меафканад.



Расми 4.6.1

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Дар модели сайёравии атоми Резерфорд ҷангоми маънидодӣ ҳодисаи нурафканӣ кадом зиддиятҳо ба қайд гирифта ва онҳо чӣ тавр бартараф карда шуданд?
2. Постулатҳои Бор чӣ тавр таъриф дода мешаванд?
3. Ҳолати асосии атом гуфта, кадом ҳолати онро меноманд?
4. Ҳолати ангеизонидашудаи атом гуфта, кадом ҳолати онро меноманд?
5. Кадом вақт нурафканиши атом ва кадом вақт нурфурубарии он ба амал меояд?
6. Энергияи фотони афкандашуда ва фурубурдашударо чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

4.7. Спектрҳо

Дар охири асри XIX дар соҳаи омӯзиши спектрҳои хаттӣ ва маҳсусан спектри гидроген муваффақиятҳои калон ба даст оварда шуд.

Газҳои тунуккардашуда ва бӯғҳои металлҳо спектре меафкананд, ки аз хатҳои спектрии алоҳида иборатанд (расми 3.25.5 (2), (3), (4)) ва онҳоро спектри хаттӣ меноманд. Хатҳои спектри бе тартиб ҷойгир нашуда, балки дар гурӯҳҳои муайян муттаҳид шудаанд, ки силсилаи хатҳои спектрии номида мешаванд.

Соли 1885 физики шветсарӣ И. Балмер спектри афканишоти гидрогенро омӯхта, барои ҳисоб намудани басомади силсилаи хатҳои спектрӣ дар соҳаи дидашавандаи спектр формулаи зеринро пешниҳод намуд:

$$\nu = R \cdot c \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (4.7.1)$$

дар ин ҷо c – суръати рӯшноӣ дар вакуум, $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ 1/м}$ – собити Ридберг номида мешавад, n – адади бутун буда, қиматҳои 1, 2, 3, 4, 5, ..., ва m қимати $n + 1$ қабул менамояд.

Баробарии (4.7.1) формулаи Балмер ном дорад. Модели сайёравии атоми Резерфорд ин қонунияти силсилаи хатҳои спектриро маънидод карда натавонист.

Силсилаи хатҳои спектрӣ гуфта, чунин ғуруҳи хатҳои спектриеро меноманд, ки ҳангоми гузариши электронҳо дар атом ба қабати n аз қабатҳои болоии $n + 1$, $n + 2$ ва ғайраҳо ҳосил мешаванд.

Силсилаи хатҳои спектрии ба қисми дидашавандаи спектри гидроген мувофиқ ояндаро силсилаи Балмер меноманд. Тадқиқотҳои минбаъда нишон доданд, ки дар спектри гидроген боз якчанд силсилаҳои хатҳои спектрӣ мавҷуданд. Дар қисми ултрабунафши спектр силсилаи Лайман ва дар қисми инфрасурхи он силсилаҳои Пашен, Брэкет ва Пфунд ҷойгиранд.

Хатҳои спектрии ин ё он силсила ба гузариши атом аз ҳолатҳои статсионарии бедоршуда ба ин ё он ҳолати статсионарии энергияи камдошта мувофиқ меоянд. Басомади хатҳои спектрии ҳамаи силсилаҳо аз формулаи Балмер ҳисоб карда мешаванд ва барои силсилаҳои гуногун n ва m қиматҳои гуногун доранд:

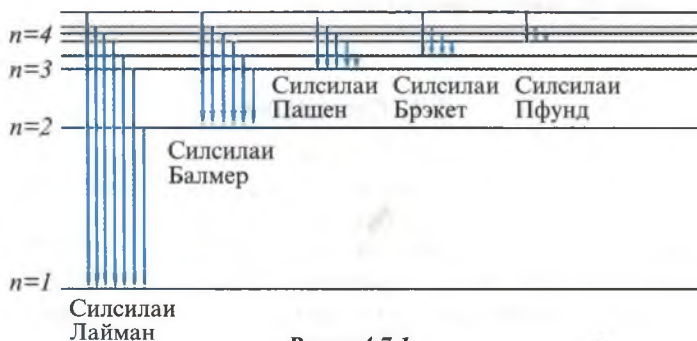
Силсилаи Лайман – $n = 1$, $m = 2, 3, 4, \dots$

Силсилаи Балмер – $n = 2$, $m = 3, 4, 5, \dots$

Силсилаи Пашен – $n = 3$, $m = 4, 5, 6, \dots$

Силсилаи Брэкет – $n = 4$, $m = 5, 6, 7, \dots$

Силсилаи Пфунд – $n = 5$, $m = 6, 7, 8, \dots$



Расми 4.7.1

Дар расми 4.7.1 ба таври нақшавӣ ҳолатҳои статсионарӣ дар атоми гидроген ва гузариши байни онҳо, ки хатҳои спектрии силсилаҳои гуногунро ба вучуд меоранд, оварда шудааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Спектри хаттӣ гуфта, чӣ гуна спектрро меноманд?
2. Силсилаи хатҳои спектри гуфта, чиро меноманд?
3. Формулаи Балмерро нависед ва онро маънидод намоед.
4. Силсилаҳои хатҳои спектриро дар спектри гидроген номбар кунед.

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Ҳангоми коҳиши радиоактивӣ аз ядрои полоний α -зарра бо суръати $1,6 \cdot 10^7$ м/с мебарояд. Энергияи кинетикии α -зарраро ёбед.

Дода шудааст:

Ҳал. Энергияи кинетикии α -зарра баробар аст:

$$\vartheta = 1,6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

$$\epsilon = \frac{m_{\alpha} \cdot \vartheta^2}{2}$$

$$\epsilon = ?$$

$$m_{\alpha} = 6,664 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$\epsilon = \frac{6,664 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (1,6 \cdot 10^7 \text{ м/с})^2}{2} \approx 9,8 \cdot 10^{-13} \text{ Ҷ.}$$

$$\text{Ҷавоб: } \epsilon \approx 9,8 \cdot 10^{-13} \text{ Ҷ.}$$

2. Дар атоми гидроген электрон аз мадори статсионарии 4-ум ба 2-юм гузашта, фотоне меафканад, ки дар спектри гидроген хати сабзро ҳосил мекунад. Ҳангоми афканиши фотон атом энергияи $40,48 \cdot 10^{-20}$ Ҷ-ро гум мекунад. Дарозии мавҷи ин хати спектрро ёбед.

Дода шудааст:

Ҳал. Энергияи гумкардаи атом ба энергияи фотони афканда баробар аст:

$$\epsilon = 40,48 \cdot 10^{-20} \text{ Ҷ}$$

$$\epsilon = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = ?$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с}$$

Аз ин ҷо

$$\lambda = \frac{hc}{\epsilon}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Қиматҳои ададиро гузошта, ҳосил мекунем:

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{40,48 \cdot 10^{-20} \text{ Ҷ}} = 0,49 \cdot 10^{-6} \text{ м.} = 0,49 \text{ мкм.}$$

$$\text{Ҷавоб: } \lambda = 0,49 \text{ мкм.}$$

МАШҚ

1. Ҳангоми баровардани афканишоти намоён дар атоми гидроген электронҳо ба кадом мадорҳои статсионарӣ мегузаранд? Ҳангоми афканишоти ултрабунафш – чӣ? Инфрасурх – чӣ?

2. Ҳангоми аз мадори статсионарии якум ба сеюм гузаштани электрон энергияи атоми оксиген чанд маротиба тағйир меёбад? Ҳангоми аз мадори чорум ба дуюм гузаштани он – чӣ? (Ҷавоб: 9 маротиба зиёд мешавад; 4 маротиба кам мешавад)
3. Аз формулаи Балмер қимати собити Ридбергро (то саҳеҳии то ду рақами қиматдор) ёбед, агар басомади калонтарини афканишот дар қисми намоёни спектри гидроген ба $4,6 \cdot 10^{-14}$ Ҷ баробар бошад. (Ҷавоб: $R = 3,10 \cdot 10^7$ 1/м)

(4.8. Кашфи ҳодисаи радиоактивияти баъзе моддаҳо



Мария Склодовская-Кюри (1867–1934) – физик ва кимиёдонии барҷаста, дар барпо намудани таълимот доир ба радиоактивият саҳми арзанда гузошт. Ў дар Полша дар оилаи омӯзгор таваллуд ёфта, дар Фаронса кор кардааст. Ў аввалин профессорзани Донишгоҳи Париж буд. Мария Склодовская-Кюри ҳамроҳи шавҳараш П. Кюри элементҳои нави радиоактивӣ полоний ва радийро кашф карда, хосиятҳои онҳоро омӯхтааст. Усули аввалин коркард ва таҳлили конҳои ураниро барпо карда, дар давоми чанд сол хосиятҳои афканишоти радиоактивӣ, таъсири онҳо ба организмҳои зинда, изотопҳои радиоактив ва ғайраро тадқиқ кардааст. Мария Склодовская-Кюри ду маротиба ба гирифтани мукофоти Нобелӣ (аз физикаю кимиё) сазовор гардидааст.

Радиоактивият ҳодисаест, ки таркиби мураккаб доштани ядрои атомро тасдиқ менамояд.

Ҳодисаи радиоактивиятро соли 1896 олими фаронсавӣ А. Беккерел кашф намуда буд. Беккерел муқаррар кард, ки уран ва пайвастагҳои он нурҳои номаълум меафкананд ва онҳо нурҳои уранӣ номида шуданд.

Беккерел фотолавларо ба коғазӣ гафси сиёҳ печонда, ба рӯи он гурушаҳои намаки уранро гузошт.

Баъди зоҳиргардонии фотолавларо маълум гардид, ки ҷойҳои намакхобидаи он сиёҳ шудаанд. Маълум шуд, ки уран як навъ нурҳои меафканад, ки ба монанди нурҳои рентгенӣ аз ҷисмҳои ношаффоф гузашта, ба фотолавларо таъсир мекунад.

Ҳамин тариқ, маълум гардид, ки намакҳои уран худ аз худ нур меафкананд. Беккерел ошкор намуд, ки афканишоти намакҳои уран ба монанди нурҳои рентгенӣ ҳаворо ионизатсия мекунанд ва электроскопро безаряд мегардонанд.

Соли 1898 Мария Кюри ва ҳамсараш Пер Кюри афканишо-

ти «Нурҳои уранӣ»-ро дар торӣ кашф карданд. Ҳангоми тадқиқотҳои худ ба онҳо муяссар гардид, ки элементҳои нави кимиёӣ – полонийро кашф намоянд. Баъдтар афканишоти хеле пурзӯр дар элементҳои кимиёӣ нави дигар, ки радӣ ном гирифт, мушоҳида карда шуд. Ҳамсарон Кюриҳо ин афканишоти элементҳои кимиёиро радиоактивият номиданд. Массай атомӣ нисбии радӣ ба 226 баробар буда, дар ҷадвали Менделеев дар ҷои 88-ум ҷойгир мебошад. То кашфи Кюриҳо ҷои радӣ дар ҷадвали Менделеев холӣ буд.

Баъдтар маълум гардид, ки ҳамаи элементҳои кимиёӣ рақами тартибиашон аз 83 калон моддаҳои радиоактив ба шумор мераванд.

Ҳангоми афканишот моддаҳои радиоактив аз худ зарраҳои бунёдӣ ё ядро меафкананд, дар натиҷа элементҳои кимиёӣ радиоактив ба элементҳои дигар табдил меёбад.

Бинобар ин, радиоактивият гуфта, ҳодисаи худ аз худ табдилёбии изотопи ноустувори як элементҳои кимиёиро ба изотопи элементҳои кимиёӣ дигар меноманд.

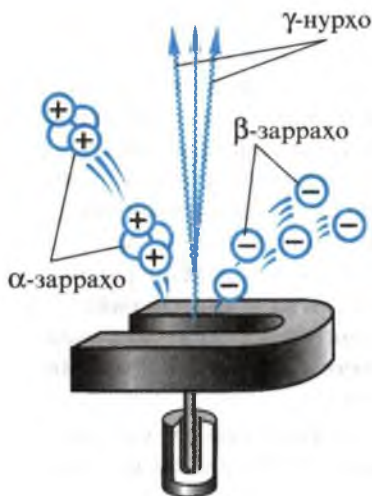
Радиоактивият табиӣ ва сунӣ мешавад. Радиоактивияте, ки барои изотопҳои моддаи радиоактив дар шароити табиӣ мушоҳида мешавад, радиоактивияти табиӣ номида мешавад. Радиоактивияти изотопҳои, ки дар натиҷаи реаксияҳои ядрӣ ба амал меояд, радиоактивияти сунӣ номида мешавад. Дар байни радиоактивияти табиӣ ва сунӣ фарқи кулӣ мавҷуд нест. Ҷараёни табдилёбии радиоактивӣ дар ҳарду маврид ба як ҳел қонун итоат мекунад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Радиоактивият чӣ гуна ҳодиса мебошад?
2. Ҳодисаи радиоактивиятро кӣ ва кай кашф намуд, он дар чӣ гуна моддаҳо ба амал меояд ва онро кӣҳо тадқиқ намудаанд?
3. Кадом намудҳои радиоактивиятро аз ҳамдигар фарқ менамоянд?
4. Чӣ гуна радиоактивиятро табиӣ меноманд?
5. Чӣ гуна радиоактивиятро сунӣ меноманд?

4.9. Алфа-, бета-зарраҳо, гамма нур*

Дар параграфи 4.3 қайд гардида буд, ки қобилияти ионизатсиякунонии афканишоти радиоактивиро омӯхта истода, соли 1899 Резерфорд муқаррар намуд, ки он гайриҷинса буда, аз ду қисм иборат аст ва онҳоро α - ва β -нурҳо номид. Резерфорд исбот намуд, ки α -нурҳо сели ядроҳои атоми гелий мебошанд. Худи ҳамон сол А. Беккерел аз сели электронҳо иборат будани β -нурҳоро исбот намуд.



Расми 4.9.1

Аз расми 4.9.1 дида мешавад, ки α -зарраҳо дар майдони магнитӣ чун дастаи зарраҳои мусбат заряднок, β -зарраҳо чун дастаи зарраҳои манфӣ заряднок тамоил меҳӯранду ба γ -афканишот майдони магнитӣ таъсир намекунад.

Соли 1903 Э. Резерфорд ва корманди ӯ Ф. Содди муқаррар намуданд, ки ҳодисаи радиоактивият бо табиلىбии як элементи кимиёӣ ба элементи дигар ба амал меояд (масалан, радий ба радон) ва бо ҷудошавии энергия мегузарад.

Маълум гардид, ки 1 грамм радий дар як соат 600 Ҷ энергия ҷудо менамояд ва онро α -, β - ва γ -афканишот мебаранд. Ин ҷудошавии энергия якҷанд сол давом меёбад.

γ -нурҳо нисбат ба нурҳои рентгенӣ қобилияти калони аз модда гузарандагӣ доранд ва дар шкалаи мавҷҳои электромагнитӣ пас аз нурҳои рентгенӣ ҷойгиранд. Суръати пахншавии γ -нурҳо чун дигар мавҷҳои электромагнитӣ қариб ба 300000 км/с баробар аст.

Ядроҳо ҳам чун атом дар ҳолатҳои энергияи камдошта ва ҳам дар ҳолати бедоршуда буда метавонанд. Ба ҳолати бедоршуда гузаронидани ядро бо таъсири зарраҳо ё фотонҳо ба амал меояд. Аз ҳолати бедоршуда ба ҳолати асосии худ гузашта, ядро γ -нур меафканад. γ -нурҳо ҳамеша дар якҷоягӣ бо афканишоти α -зарраҳо ва β -зарраҳо афканда мешаванд. α -зарраҳоро танҳо ядроҳои вазнин меафкананд. Маълум аст, ки зичии моддаи ядрой барои ҳамаи элементҳои кимиёӣ қариб якхела мебошад, аммо ядроҳои вазнин нисбат ба ядроҳои сабук андозаи калон доранд. Вобаста ба ин ядроҳои вазнин устувории хурд доранд, чунки қувваҳои ҷозибаи ядрой кӯтоҳтаъсиранд ва бо афзоиши андозаи ядроҳо суст мегарданд. Дар натиҷаи ҷараёнҳои дар дохили ядроҳои вазнин гузаранда барои таъзияи он шароити мусоид ба амал меояд ва он

Соли 1900 физики фаронсавӣ П. Вилард муқаррар намуд, ки ба таркиби нурҳои радиоактивӣ ташкилдиҳандаи сеюм дохил мешавад ва онро γ -нурҳо номид.

Омузиши γ -нурҳо нишон дод, ки онҳо мавҷи электромагнитӣанд ва дарози мавҷашон аз дарозии мавҷи нурҳои рентгенӣ хурд мебошад.

Ҳамин тариқ, муқаррар карда шудааст, ки афканишоти радиоактивӣ аз α -зарраҳо, β -зарраҳо ва γ -нурҳо иборат мебошанд.

Дар расми 4.9.1 рафтори онҳо дар майдони магнитӣ нишон дода шудааст.

Аз расми 4.9.1 дида мешавад, ки α -зарраҳо дар майдони магнитӣ чун

бо афканиши α -зарра (α -тачзия) анҷом меёбад. Баъди афкандани α -зарра устувории ядро калон мегардад.

α -зарраҳо қобилияти гузарандагии хурд доранд, онҳоро бо варақаи қоғаз низ нигоҳ доштан мумкин аст, чунки андозаи нисбатан калон доранд. α -зарраҳо хаворо ионизатсия меkunанд.

Ҳангоми β -афканишот (β -тачзия) ядро баъзе элементҳои электрон ва зарраи безаряди массаи хеле хурд дошта – антинейтрино меафкананд.

Ин ҳодиса тааҷҷубовар мебошад, чунки ҳангоми ҳодисаи радиоактивӣ ядро электрон меафканад, кадоме, ки ядро доро нест.

Ин чунин маънидод карда мешавад: дар шароити муайян дар ядро таҷзияи нейтрон ба протону электрон ба амал меояд ва электрони ҳосилгардида аз ядро баромада меравад. Ҷараёни табдилёбии нейтронҳо ба протону электрон дар ядрохое ба амал меоянд, ки шумораи зиёди нейтронҳо доранд.

β -зарраҳо нисбат ба α -зарраҳо қобилияти гузаронандагиашон калон мебошад.

Исбот гардидааст, ки γ -нурҳо ба ҳуҷайраҳои зинда таъсири манфӣ мерасонанд. Ин имконият медиҳад, ки γ -нурҳои радиёро дар тиб барои табобати касалии саратон (рак) истифода баранд. Барои аз таъсири харобиовари γ -нурҳо ҳалос гардидан моддаи радиоактивро дар дохили қутиҳои деворғафси қўрғошимӣ нигоҳ медоранд.

Микдори зиёди афканишоти радиоактивӣ ба организми зинда таъсири харобиовар мерасонанд.

Нурҳои радиоактив ҳуҷайраҳои организмро вайрон намуда, инсонро ба касалии нурий дучор менамояд ва дар мавриди қабули зиёди нурҳои радиоактив организми зинда мефавтад.

Дар тахти таъсири микдори зиёди нурҳои радиоактивӣ барвақт пиршавии организм ба амал меояд, муқобилияти организм ба касалиҳои сирояткунанда паст мегардад ва мумкин аст, ки варамаҳои саратон ба вуҷуд ояд. Касалии нурий ба наслҳои шахсони ба он гирифта гардида таъсири манфӣ мерасонад, онҳоро носолим мегардонад ва ҳатто ғайримуқаррарӣ таваллуд мешаванд.

Бинобар ин, ҳангоми кор бо моддаҳои радиоактив эҳтиёт-корона рафтор намуда, қоидаҳои техникаи бехатарии муқаррар кардашударо риоя кардан зарур мебошад. Дар хотир нигоҳ доштан зарур аст, ки ҳеҷ гоҳ моддаи радиоактивро бо даст гирифтани мумкин нест, барои гирифтани онҳо қапақҳои махсуси дастҳои дароз дошта истифода бурда мешаванд. Ҳеҷ гоҳ партовҳои радиоактивро дар ҷӯйҳои канализатсияҳо шустану партофтан мумкин нест.

Дар хотир нигоҳ доштан лозим аст, ки аз безҳиёӣ ҳангоми кор бо моддаҳои радиоактив ҳамкорон ва одамони дар атроф зиндагӣ кунанда зарар мебинанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар ҳодисаи радиоактивият чанд намуди афканишотро аз ҳамдигар фарқ мекунад?
2. α - ва β -зарраҳо чӣ гуна зарраҳоянд ва γ -нурҳо чӣ гуна нурҳоянд?
3. Чӣ гуна ядроҳо α -зарра меафкананд?
4. Дар ядрои атом ба вучудоии электронро маънидод кунед ва он дар чӣ гуна ядроҳо ба амал меояд?
5. γ -нурҳо чӣ гуна хосиятҳо доранд?
6. Афканишоти радиоактивӣ ба организмҳои зинда чӣ гуна таъсир мерасонад?

4.10. Таркиби ядрои атом

Ядрои атом қисми марказии атомо ташкил менамояд ва массаи атом асосан дар он марказонида шудааст. Ядрои атом заряди мусбат дорад ва бузургии он ба суммаи зарядҳои электронҳои атом баробар аст.

Ядрои атом аз тарафи физики англис Э. Резерфорд соли 1911 дар таҷрибаҳо доир ба пароканиши α -зарраҳо ҳангоми гузаштани онҳо аз қабати модда (металл) кашф карда шудааст. Резерфорд пешниҳод намуд, ки заряди мусбати атом дар ядрои андозаи хурд доштаи он марказонида шудааст.

Пас аз кашфи нейтрон аз тарафи физики англис Ч. Чэдвик (с. 1932), физики Иттиҳоди Шӯравӣ Д. Иваненко ва олими олмон В. Хейзенберг ҳуди ҳамон сол модели протону нейтрони ядроро пешниҳод намуданд. Мувофиқи ин модел ядрои атом аз протонҳо ва нейтронҳо иборат аст.

Радиуси ядроҳоро аз формулаи зерин муайян кардан мумкин аст:

$$r = 1,3 \cdot 10^{-15} A^{1/3}, \text{ м.} \quad (4.10.1)$$

Дар ин ҷо A – шумораи протонҳою нейтронҳо дар ядро мебошад.

Аз ифодаи (4.10.1) бармеояд, ки ҳаҷми ядроҳо ба шумораи протон ва нейтронҳои он мутаносиб мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Мавҷудияти ядрои атомо кӣ кашф намуда буд?
2. Ядрои атом аз чӣ гуна зарраҳо иборат аст?
3. Модели протонӣ-нейтрони ядроро кӣ пешниҳод намуданд?
4. Радиуси ядроҳоро аз кадом формула ҳисоб намудан мумкин аст?

4.12. Изотопҳо*

Ядрохое, ки шумораи якхелаи протонҳо доранд, изотопҳо ном доранд.

Фаҳмиши изотопро соли 1907 Ф. Содди чорӣ намудааст.

Маълум аст, ки атомҳои ҳамон як элементи кимиёӣ массаҳои гуногун доранд. Масалан, дар байни атомҳои хлор атомҳои массаашон ба 35 ва 37 наздик мавҷуданд. Дар байни атомҳои уран атомҳои массаашон 234, 235, 238 ва 239 мавҷуд мебошад. Атомҳои дигар модҳо низ бо массаашон фарқ мекунанд.

Ададҳои Z , N ва A бутун мебошанд. Дар ҷадвали Менделеев барои ҳар як элементи кимиёӣ дар қатори рақами тартибӣ массаи атомӣ нишон дода шудааст ва қимати массаи атомӣ адади бутун намебошад. Ин бо он маънидод карда мешавад, ки дар таркиби ҳар як элементи кимиёӣ дар Замин изотопҳои гуногун дохил мешаванд. Масалан, барои литий массаи атомӣ ба 6, 939 баробар аст.

Дар таркиби литийӣ табиӣ 93% ${}^7_3\text{Li}$ ва 7% ${}^6_3\text{Li}$ дохил мешавад.

Оксиген се изотоп ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ва ${}^{18}_8\text{O}$ дорад. Ҳамин тариқ, изотопҳо намудҳои гуногуни як элементи кимиёӣ буда, дар ядрояшон шумораи якхелаи протонҳо Z ва адади массавии A гуногун доранд. Изотопҳо қабатҳои электронии якхела доранд ва хосиятҳои кимиёашон хеле наздик аст, дар системаи даврии элементҳои Менделеев ҷои якхеларо ишғол менамоянд. Изотоп аз калимаҳои юнонӣ *isos* – якхела, *topos* – ҷой гирифта шудааст.

Ҳамин тариқ, изотопҳо намудҳои гуногуни элементи кимиёӣ буда, аз ҳамдигар бо массаи ядрояшон фарқ мекунанд.

Аксари ядроҳо ду ё зиёда изотопҳо доранд. Изотопҳо устувор ва ноустувор (радиоактив) буда метавонанд. Ҳоло 276 изотопҳои устувори элементҳои табиӣ ва зиёда аз 2000 изотопҳои радиоактивӣ ба 107 элементҳои табиӣ ва сунъии синтез кардашуда тааллуқдор маълуманд. Ксенон ${}_{54}\text{Xe}$ 9-то, кадмий ${}_{48}\text{Cd}$ ва теллур ${}_{52}\text{Te}$ 8-тогӣ изотопҳои устувор доранд.

Изотопҳои устувор ба элементҳои адади зарядиашон $Z \leq 83$ тааллуқ доранд.

Изотопҳои радиоактив тадриҷан дар натиҷаи коҳиши радиоактивӣ ба изотопҳои устувор табдил меёбанд.

Аксари яти изотопҳо дар натиҷаи реаксияҳои ядрои ҳосил карда шудаанд. Изотопҳои радиоактив дар ҳоҷагии халқ татбиқи васеи амалӣ доранд. Масалан, аз изотопҳои радиоактив дар тиб барои табobati касалиҳо ва муайян кардани табиати беморӣ, дар саноат барои омӯзиши диффузияи металлҳо ба таври васеъ истифода мебаранд.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Изотопҳо гуфта, чиро меноманд?
2. Фаҳмиши изотопро дар илм кӣ дохил карда буд?
3. Оксиген чанд изотоп дорад ва онҳо аз ҳамдигар бо чӣ фарқ доранд?
4. Изотопҳои устувор ва ноустувор аз ҳамдигар чӣ фарқ доранд?
5. Аз изотопҳои радиоактив дар амалия чӣ гуна истифода мебаранд?

4.13. Изотопҳои атоми гидроген*

Гидрогени табиӣ аз изотопҳои ${}^1\text{H}$ (99,985%) ва ${}^2\text{H}$ (0,015%) иборат аст. Изотопи ${}^2\text{H}$ -ро дейтерий меноманд ва бо ${}^2\text{D}$ ишора карда мешавад. Изотопи сеюми гидроген низ маълум аст, бо ${}^3\text{H} = {}^3\text{T}$ ишора карда мешавад ва тритий ном дорад. Тритий изотопи ноустувор аст ва даври нимтабдили он ба 12,3 сол баробар аст.

Обе, ки дар таркибаш изотопи ${}^1\text{H}$ дорад, оби сабук ва обе, ки дар таркибаш дейтерий мавҷуд аст, оби вазнин ном дорад.

Дар таркиби оби муқаррарии нӯшокӣ 0,02% оби вазнин мавҷуд аст, яъне аз 5000 ҳиссаи оби сабук 1 ҳисса ба оби вазнин мувофиқ меояд.

Оби вазнин бо хосиятҳои физикиаш аз оби муқаррарӣ фарқи кулӣ дорад. Дар фишори атмосферӣ оби вазнин дар ҳарорати $101,2^\circ\text{C}$ меҷӯшад ва дар ҳарорати $3,8^\circ\text{C}$ ях мекунад.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Гидроген чанд изотоп дорад ва онҳо аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
2. Изотопҳои гидроген чӣ тавр ишора карда мешаванд?
3. Оби муқаррарӣ аз оби вазнин бо кадом хосиятҳояш фарқ менамояд?
4. Дар таркиби оби муқаррарии нӯшокӣ чӣ қадар оби вазнин мавҷуд аст?

4.14. Коҳиши радиоактивӣ*

Коҳиши радиоактивӣ гуфта, худ аз худ ба якдигар табдилёбии ядроҳоро ҳангоми афканишотҳои гуногуни радиоактивӣ меноманд. Ядроҳо новобаста ба якдигар табдил меёбанд. Муддати вақте, ки дар давоми он нисфи ядроҳои аввалин моддаи радиоактив коҳиш меёбад, даври нимкоҳиш номида мешавад ва бо $T_{1/2}$ ишора карда мешавад.

Шумораи коҳиши ядроҳои моддаи радиоактивро (ΔN) дар воҳиди вақт (Δt) фаъолияти моддаи радиоактив (Φ) меноманд:

$$\Phi = \frac{\Delta N}{\Delta t}. \quad (4.14.1)$$

Ба сифати воҳиди фаъолияти моддаи радиоактив дар системаи байналхалқии воҳидҳо (СИ) фаъолияти моддае қабул карда шудааст, ки дар 1 с дар он як коҳиш ба амал меояд. Ин воҳидро Беккерел (1 Бк) меноманд:

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ коҳиш/с.}$$

Воҳиди ғайри системавии фаъолияти моддаи радиоактив Кюри (Ки) мебошад:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ коҳиш/с.}$$

Коҳиши ядроҳои моддаҳои радиоактив вобаста ба вақт ба қонуни экспоненсиалӣ итлоат менамояд ва он ба шакли математикӣ чунин ифода карда мешавад:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}, \quad (4.14.2)$$

дар ин ҷо N_0 – шумораи аввали ядроҳои моддаи радиоактив дар лаҳзаи аввали вақт ($t = 0$), N – шумораи ядроҳои моддаи радиоактив баъди фосилаи вақти t .

Аломати минус нишон медиҳад, ки бо гузашти вақт шумораи атомҳои коҳиш наёфта, кам мешавад.

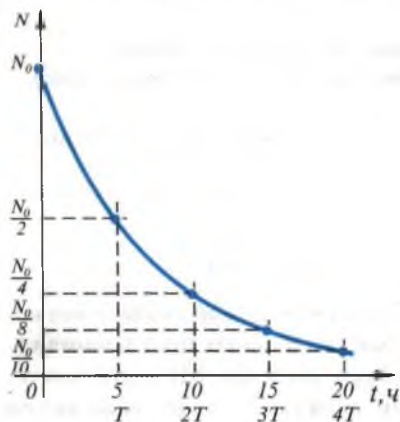
Қонуни коҳиши радиоактивӣ (4.14.2) ба тарзи графикӣ дар расми 4.14.1 нишон дода шудааст.

Аз график дида мешавад, ки фаъолияти моддаи радиоактив бо қонуни экспоненсиалӣ тағйир меёбад ва дар фосилаи даври ним-коҳиш (барои ин маврид 5 соат аст) ду маротиба кам мешавад.

Даври нимкоҳиш барои моддаҳои радиоактив гуногун буда, дар ҳудуди аз $3 \cdot 10^{-7}$ с то $5 \cdot 10^{15}$ сол меҳабад.

Ҳангоми коҳиши ядроҳои радиоактив ядрое ҳосил мешаванд, ки дар навбати худ онҳо ҳам радиоактив буда метавонанд ва онҳо низ ба коҳишҳои дучор мегарданд.

Баъди коҳишҳои пай дар пайи ядроҳои ҳосилгардида элементи устувор пайдо мешавад.



САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Коҳиши радиоактивӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Даври нимкоҳишии моддаи радиоактив гуфта, чиро меноманд?
3. Фаъолияти моддаи радиоактив гуфта, чиро меноманд ва ба шакли математикӣ чӣ тавр ифода карда мешавад?
4. Воҳидҳои фаъолияти моддаи радиоактивро номбар ва маънидод кунед.
5. Қонуни коҳиши радиоактивиро ба шакли математикӣ навишта ва ба таври графикӣ кашида, маънидод намоед.

4.15. Қоидаҳои кӯчиш*

Алфа-афканишот одатан дар ядроҳои вазнини адади зарядиашон $Z \geq 82$ ба амал меояд ва ҳоло бештар аз 200 ядроҳои α -радиоактив маълуманд.

Алфа-афканишот ҳодисаи худ аз худ α -зарра баровардани ядрои вазнини мебошад ва аз сели зарраҳои мусбат – ядрои атоми гелий ${}^4_2\text{He}$ иборат аст.

Ҳангоми аз ядрои ${}^A_Z\text{X}$ баромадани α -зарра ядрои ${}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$ ҳосил мешавад:



Дар ин ҷо ${}^A_Z\text{X}$ ядрои ибтидоӣ ё модарӣ ва ${}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$ ядрои маҳсул ё духтарӣ номида мешавад,

Ифодаи (4.15.1) қоидаи кӯчиш номида мешавад ва онро бори аввал радиокимиёчии англис Содди муқаррар кардааст.

Мувофиқи қоидаи кӯчиши (4.15.1) дар натиҷаи α -афканишот ядрои ибтидоӣ адади заряди худро 2 воҳид ва адади массавиашро 4 воҳид кам карда, ба ядрое табдил меёбад, ки он ба сӯи аввали ҷадвали даврии элементҳои Менделеев ба ду хона ҷой иваз мекунад.

Ифодаи (4.15.1) натиҷаи қонуни бақои заряд Z ва шумораи нуклонҳо A ба шумор меравад. Инчунин ҳангоми α -афканишот ҳамаи қонунҳои бақо – масса, энергия, импульс ва ғайраҳо риоя мешаванд.

Қоидаи кӯчишро барои β -афканишот навиштан мумкин аст:



Ҳамин тариқ, β -афканишот ҳодисае мебошад, ки дар натиҷаи худ аз худ афкандани электрон ядрои радиоактиви ибтидоӣ ${}^A_Z\text{X}$ ба ядрои ҳамсоя мубаддал мешавад.

Мисоли β -афканишот мубаддалшавии торий $^{234}_{90}\text{Th}$ ба протактиний $^{234}_{91}\text{Pa}$ ва карбон $^{13}_6\text{C}$ ба нитроген $^{13}_7\text{N}$ ба шумор мераванд.

β -афканишот дар ядроҳое ба амал меоянд, ки нейтронҳои зиёдаи доранд (ҳангоми $n \rightarrow p$).

Мувофиқи ифодаи (4.15.2) ҳангоми β -афканишот адади заряди ядро маҳсул ба як воҳид зиёд мешавад ва ядрои ҳосилшуда ба як ҳона суи охири системаи даврии Менделеев ҷой иваз менамояд.

Ҳангоми γ -афканишот заряди ядро тағйир намеёбад, массаи ядро ниҳоят кам тағйир меёбад.

γ -нурҳо қобилияти калони гузаронандагӣ доранд, онҳо барои ба қайдгирии дефектҳо дар қисмҳои калони асбобу дастгоҳҳои, ки дар саноат ва сохтмон истифода шаванда, татбиқ карда мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Алфа афканишот гуфта, чиро меноманд?
2. Ҳангоми α -афканишот ифодаи қоидаи кӯчишро ба шакли математикӣ навишта, маънидод намоед.
3. Қоидаи кӯчишро барои моддаҳои радиоактив кӣ муқаррар намудааст?
4. Иҷрошавии қонунҳои бақои заряд ва нуклонҳоро ҳангоми α -афканишот фаҳмонед.
5. Қоидаи кӯчишро барои β -афканишот навишта, маънидод намоед.
6. Барои чӣ гуна ядроҳо β -афканишот ба амал меояд?
7. Доир ба тақдирҳои ҳангоми α - ва β -афканишот мисолҳо биёред.

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Алфа-зарра, ки аз ядрои радий бо суръати $15 \cdot 10^6$ м/с хорич мешавад, дар ҳаво масофаи 3,3 см-ро гузашта истод. Энергияи кинетикии зарра, вақти тормозхӯрӣ ва шитоби онро ёбед.

Дода шудааст:

$$v_0 = 15 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$S = 3,3 \text{ см} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Ҳал. Энергияи кинетикии α -зарра баробар аст:

$$E_k = \frac{m_\alpha \cdot v_0^2}{2} \quad (1)$$

$$E_k - ?$$

$$t - ?$$

$$a - ?$$

$$m_\alpha = 4,0026 \text{ в.а.м.}$$

$$1 \text{ в.а.м} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Ҳаракати α -зарраро дар ҳаво собитшито-би суштшаванда ҳисоб карда, барои муайян кардани вақти тормозхӯрӣ ва шитоби он аз формулаҳои зерин истифода мебарем:

$$v_0 = \sqrt{2aS}, \quad (2)$$

$$v = v_0 - at, \quad (3)$$

Аз формулаи (2) барои шитоби α -зарра ҳосил мекунем:

$$a = \frac{\vartheta_0^2}{2S}. \quad (4)$$

Дар формулаи (3) ҳангоми тормозхӯрии α -зарра $\vartheta = 0$ буданаширо ба эътибор гирифта, ҳосил менамоем:

$$\vartheta_0 - at = 0.$$

Аз ин ҷо
$$t = \frac{\vartheta_0}{a}. \quad (5)$$

Қиматҳои ададиро ба баробарии (1), (4) ва (5) гузошта, ҳосил мекунем:

$$E_k = \frac{4,0026 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (15 \cdot 10^6 \text{ м/с})^2}{2} = 7,52 \cdot 10^{-13} \text{ Ҷ}.$$

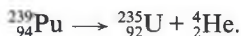
$$a = \frac{(15 \cdot 10^6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = \frac{225 \cdot 10^{12} \text{ м}^2/\text{с}^2}{6,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 3,4 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2.$$

$$t = \frac{15 \cdot 10^6 \text{ м/с}}{3,4 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2} = 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ с}.$$

$$\text{Ҷавоб: } E_k = 7,52 \cdot 10^{-13} \text{ Ҷ}; a = 3,4 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2; t = 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ с}.$$

2. Дар кадом коҳиши радиоактивӣ плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ ба урани $^{235}_{92}\text{U}$ мубаддал мешавад?

Ҳал. Ядрои плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ α -зарра афканда, ба ядрои уран $^{235}_{92}\text{U}$ табдил меёбад:



Ҷавоб: Дар натиҷаи α -коҳиш.

МАШҚ

- Оё ҳангоми γ -квант афкандани ядро адади массавӣ, масса ва рақами тартибии элемент тағйир меёбад?
- Дарозии давиши α -зарраҳо дар қучо зиёд аст: дар сатҳи Замин ё дар қабати болоии атмосфера?
- Дар натиҷаи кадом коҳиши радиоактивӣ натрий $^{22}_{11}\text{Na}$ ба магний $^{22}_{12}\text{Mg}$ мубаддал мешавад?
- Реаксияи α -коҳиши радий $^{226}_{88}\text{Ra}$ -ро нависед. Энергияи кинетикии ядроҳои ҳосилшударо муқоиса кунед. То табдилёбии ядрои радийро ором ҳисоб намоед. (**Ҷавоб:** Энергияи ^4_2He назар ба энергияи $^{222}_{86}\text{Rn}$ 55,5 маротиба зиёд аст)

4.16. Реаксияи ядрой

Таъсири мутақобилаи ядрои атомро ба зарраҳои элементарӣ ё ядроҳои дигар, ки ба тағйирёбии ядро оварда мерасонад, реаксияи ядрой меноманд.

Реаксияҳои ядрой ҳангоми ба якдигар ҳеле наздик ҷафс шудани зарраҳо ва ба доираи қувваҳои ядрой дохил шудани онҳо ба амал меоянд. Зарраҳои ҳамном заряднок ҳангоми ба якдигар наздик шудан аз ҳамдигар тела меҳӯранд. Бинобар ин, барои ба ядро наздик гардидани зарраҳои мусбат заряднок танҳо ҳангоми ба онҳо додани энергияи кинетикии калон муяссар мегардад.

Ин гуна энергияро ба зарраҳои мусбат заряднок (протон, α -зарраҳо) ба воситаи суръатфизоҳои зарраҳои элементарӣ додан мумкин аст.

Яке аз реаксияҳои бештар дучороянда ин таъсири ҳамдигарии зарраи a бо ядрои X ба шумор меравад, ки дар натиҷа ядрои Y ва зарраи b тавлид меёбад:



Зарраҳои a ва b метавонанд α -зарра, протон, нейтрон, γ -квант ва ядрои вазнини гидроген ${}^2_1\text{H}$ бошанд.

Реаксияҳои ядрой бо ҷудошавӣ ё фурубарии энергия мегузаранд, ки аз энергияи фурубарӣ ва ҷудошавӣ дар натиҷаи реаксияҳои кимиёӣ ба вучудоянда 10^6 маротиба калон мебошад.

Энергияи фурубурда ё ҷудошуда дар реаксияҳои ядрой бо фарқи массаи оромии (бо воҳидҳои энергия ифода кардашуда) ядроҳо ва зарраҳо то реаксия ва баъди реаксия муайян карда мешавад.

Агар суммаи массаи ядро ва зарраҳои ҳосилшуда аз суммаи массаи ядро ва зарра то реаксия калон бошад, реаксияи ядрой бо фурубарии энергия ва дар мавриди хурд будан бо ҷудошавии энергия мегузарад.

Реаксияи ядройи аввалинро Э. Резерфорд соли 1919 ҳосил намудааст:



Резерфорд α -зарраҳои ҳангоми коҳиши радий ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ҳосилшавандаро истифода бурда буд.

Реаксияи аввалини ядрой бо протони шитобгирифта намуди зерин дорад:



Яъне бо таъсири протон ядрои ${}^7_3\text{Li}$ ба ду α -зарра тақсим мешавад.

Реаксияҳои ядройи дар таҳти таъсири нейтронҳо ҳосилгардида марокангезанд.

Дар ин реаксияҳо нейтрони безаряд бе афзоиши суръат, озодона ба ядро дохил мешавад.

Реаксияи ядрой бо иштироки нейтрон намуди зерин дорад:



Ин реаксия ҳамеша дар атмосфераи Замин таъсири нейтронҳои нурҳои кайҳонӣ мегузарад. Карбони дар ин маврид ҳосилшуда β-радиоактивӣ мебошад, яъне дар таҳти таъсири нейтронҳои изотопҳои радиоактивро ҳосил кардан мумкин аст.

Реаксияҳои ядрой бо нейтронҳои хангоми тақсимшавии ядроҳои вазнин бо ҷудошавии энергияи хеле калон мегузаранд.

Реаксияҳои ядроии таҳти таъсири γ-квантҳо гузаранда чунин намуд дорад:



Барои ин реаксия энергияи γ-квантҳо бояд 3–10 МэВ буданаши лозим аст.

Реаксияҳои ядрой бо аниқ иҷрошавии қонунҳои бақо – заряд, энергия, импульс ва шумораи нуклонҳо мегузаранд. Масалан, дар реаксияи (4.16.2) адади массавӣ то реаксия ва баъди реаксия ба 18 ва адади зарядӣ то ва баъди реаксия ба 9е баробар аст.

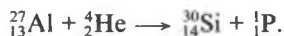
САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Реаксияи ядрой гуфта, чӣ гуна реаксияро меноманд?
2. Реаксияи ядроиро ба шакли умумӣ нависед ва онро маънидод намоед.
3. Реаксияи ядрой кадом вақт бо ҷудошавӣ ва кадом вақт бо фурубарии энергия мегузарад?
4. Реаксияи ядроии аввалинро кӣ ва кай ҳосил карда буд? Онро нависед ва маънидод кунед.
5. Реаксияи ядроиро бо таъсири протони шитобгирифта барои ${}^7_3\text{Li}$ нависед ва маънидод кунед.
6. Дар реаксияҳои ядрой кадом қонунҳои бақо ҷой дорад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Реаксияи ядрое нависед, ки дар натиҷаи бо α-зарра бомбаборон кардани алюминийи ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ва хориҷ гаштани як протон ба вуҷуд меояд.

Ҳал. Хангоми бо α-зарра бомбаборон кардани алюминийи ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ядрои силитсий ${}^{30}_{14}\text{Si}$ ҳосил ва як протон хориҷ мегардад:



2. Элементи Менделеевӣ дар натиҷаи бо α-зарра бомбаборон кардани Эйнштейний ${}^{253}_{99}\text{Es}$ ва хориҷ шудани нейтрон ҳосил шудааст. Реаксияи онро нависед.

Ҳал. Реаксияшро ба намуди зерин менависем:



1. Реаксияи ядроiero нависед, ки ҳангоми ба α -зарра бомбаборон кардани бор ${}^{11}_5\text{B}$ ва хориҷ гаштани нейтрон ба вучуд меояд.
2. Дар натиҷаи бо нейтронҳо бомбаборон кардани ядрои изотопи бори ${}^{11}_5\text{B}$ аз ядрои ҳосилшуда α -зарра хориҷ мешавад. Ин реаксияро нависед.
3. Элементи Курчатовий ба воситаи бо ядроҳои неони ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ бомбаборон кардани плутоний ${}^{242}_{94}\text{Pu}$ ҳосил шудааст. Маълум шуд, ки дар натиҷа боз чор нейтрон хориҷ мешавад. Ин реаксияро нависед.
4. Дар реаксияҳои ядроии зерин ифодаҳои намерасидагиашро нависед:

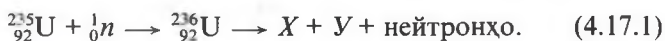


5. Ҳангоми реаксияҳои ядроии ${}^3_7\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0n$ чӣ қадар энергия хориҷ мешавад?

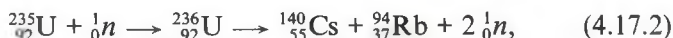
4.17. Порашавии ядроҳои вазнин

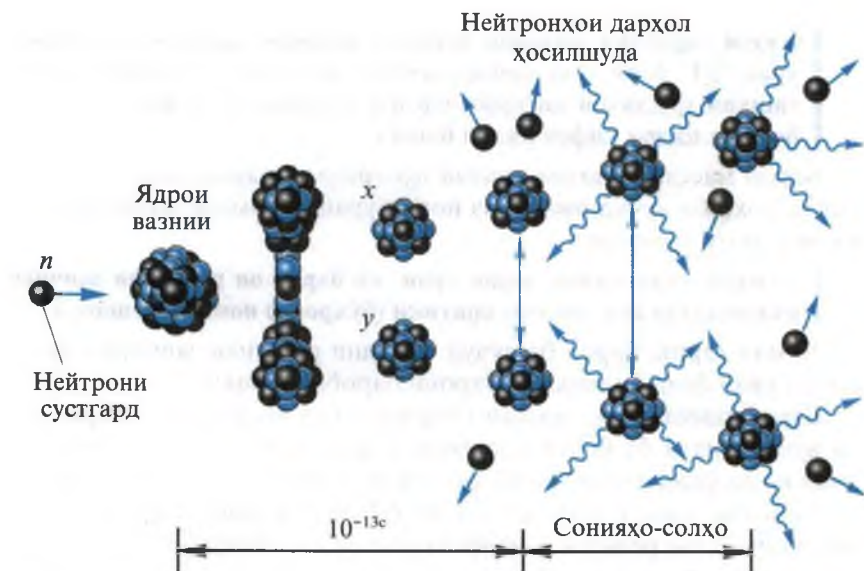
Ядроҳои шумораи нуклонҳояшон зиёд ноустуворанд ва метавонанд тақсим гарданд. Соли 1938 физикони шӯравӣ Г.Н. Флеров ва К.А. Петржак худ аз худ тақсимшавии ядрои уранро ба қайд гирифтанд. Худи ҳамон сол олимони олмонӣ О. Ҳан ва Ф. Штрасман ҳангоми нейтронборон кардани ядроҳои уран тақсимшавии онҳоро бо элементҳои дар қисми миёнаи системаи даврии Менделеев – барий, лантан, криптон ва гайраҳо ҷойгир буда, кашф намуданд.

Ин ходисаро олими англис О. Фриш ва австриягӣ Л. Майтнер (соли 1939) маънидод намуданд. Онҳо пешниҳод намуданд, ки ядрои уран ${}^{235}_{92}\text{U}$ нейтронро рабуда, ба ядрои изотопи урани радиоактив ${}^{236}_{92}\text{U}$ табдил меёбад ва он ба ду қисми X ва Y тақсим мегардад. Дар натиҷаи ин тақсимшавӣ якчанд нейтрони дигар ҷудо мегардад. Реаксияи тақсимшавӣ аз рӯи нақшаи зерин ба амал меояд (расми 4.17.1):



Яке аз реаксияҳои имконпазири тақсимшавии ядроҳои уранро чунин навиштан мумкин аст:





Расми 4.17.1

Бо тадқиқотҳои минбаъда муқаррар карда шудааст, ки дар натиҷаи нейтронборон кардани ядрои уран он қариб ба 80 нави пораҳо тақсим мегардад.

Массаи ороми ядрои уран нисбат ба суммаи массаи оромии пораҳои ҳангоми тақсимшавӣ ҳосилгардида зиёд аст, бинобар ин, тақсимшавии ядрои уран бо ҳориҷшавии энергия ба амал меояд.

Нейтронҳои дар реаксияи (4.17.2) чудошуда дар навбати худ ядроҳои ҳамсояро тақсим менамоянд.

Ядрои ҳамсояи тақсимшуда низ нейтронҳо меафканад ва ин нейтронҳо тақсимшавии ядроҳои дигарро ба вучуд меорад. Дар натиҷа шумораи ядроҳои тақсимшуда зиёд шуда рафтани мегирад ва реаксияи занҷирӣ ба амал меояд (расми 4.17.2).

Реаксияе, ки зарраҳои онро ба вучудоранда (нейтронҳо) ҳамчун маҳсули ин реаксия ташкил меёбад, реаксияи ядроии занҷирӣ номида мешавад.

Пораҳои дар натиҷаи тақсимшавӣ ҳосилшуда дар навбати худ радиоактиванд (чунки нейтронҳои зиёдатӣ доранд) ва дар натиҷаи β -афканишот ба изотопҳои устувор табдил меёбанд.

Реаксияи ядроии занҷирии порашудани уран моҳи декабри соли 1942 дар Иёлоти Муттаҳидаи Амрико таҳти роҳбарии Э. Ферми амалӣ гардидааст.

Қайд кардан зарур аст, ки на ҳамеша реаксияи занҷирӣ ба амал меояд. Чунки баъзе нейтронҳои ҳосилгардида аз пораи уран баромада мераванд, қисми дигарашон ба атомҳои ғашҳои дар таркиби уранбуда афтида, порашавии ядрои уранро ба вучуд намеоранд.

Барои ба вучуд омадани реаксия занҷирӣ зарур аст: 1) пораи уран $^{235}_{92}\text{U}$ бояд тоза бошад, атомҳо изотопҳои дигари уран ва ғашҳои моддаҳои дигарро дар бар нагирад; 2) пораи уран $^{235}_{92}\text{U}$ бояд ба қадри кифоя калон бошад.

Барои массаи андозаи муайян нейтронҳои дар натиҷаи порашавии ядроҳо ба вучуд омада, аз пораи уран баромада наметавонанд ва ба ядроҳо меафтанд.

Массаи хурдтарини пораи уран, ки барои он реаксияи занҷирӣ имконпазир аст, массаи критикӣ (бӯҳронӣ) номида мешавад.

Ҳамин тариқ, барои ба вучуд омадани реаксияи занҷирӣ массаи пораи уран бояд ба массаи бӯҳронӣ баробар бошад.

Барои массаҳои аз массаи бӯҳронӣ хурд аксарияти нейтронҳои ба вучуд омада ба берун баромада порашавии ядроҳои уранро ба амал намеоранд, бинобар ин, реаксияи занҷирӣ ба амал намеояд.

Ҳангоми массаи уран аз массаи бӯҳронӣ калон будан шумораи нейтронҳои ба реаксия иштироккунанда тез меафзояд ва реаксия характери таркишӣ мегирад.

Ба ин принцип кори бомбаҳои атомӣ асос карда шудааст.

Реаксияи занҷирӣ бо ҷудошавии миқдори зиёди энергия мегузарад.

Дар ҳисобкунии реаксияи (4.17.2) маълум гардид, ки ҳангоми тақсимшавии як ядрои уран $33,28 \cdot 10^{-12}$ Ҷ энергия ҷудо мешавад. Қайд кардан лозим аст, ки ҳангоми пайваستшавии ду атоми

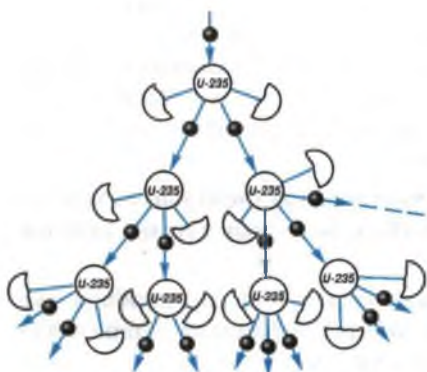
гидроген ва як атоми оксиген тахминан $1,6 \cdot 10^{-18}$ Ҷ энергия ҷудо мегардад.

Яъне ҳангоми тақсимшавии як ядрои уран тахминан 20 миллион маротиба зиёдтар энергия ҷудо мешавад.

Ҳангоми тақсимшавии ядроҳои 1 г урани $^{235}_{92}\text{U}$, $2,3 \cdot 10^4$ кВт-соат энергия ҷудо мегардад, ки ин ба энергияи ҷудошуда ҳангоми сӯختани 3 тонна ангишт баробар аст.

Бинобар ин, порашавии ядроҳои вазнин манбаи калони энергия ба шумор мераванд.

Истифодаи энергия дар Замин бефосила меафзояд, бинобар ин, энергетикаи ядрои ояндаи дурахшон дорад. Дар замони ҳозира нерӯгоҳҳои барқии атомӣ аз ҳисоби ин намууди энергия кор мекунанд.



Расми 4.17.2

Бо нейтронборонкунӣ ғайр аз ядрои уран, инчунин ядроҳои торий ($_{90}\text{Th}$), протактиний ($_{91}\text{Pa}$) ва плутоний ($_{94}\text{Pu}$) ба тақсимшавӣ дучор мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна ядроҳоро ноустувор меноманд?
2. Ҳангоми тақсимшавии ядроҳои уран чӣ гуна ядроҳо ва зарраҳо ҳосил мешаванд?
3. Реаксияи тақсимшавии ядрои уранро ҳангоми нейтронборон кардани он навишта, маънидод намоед.
4. Чӣ гуна реаксияро реаксияи занҷирӣ меноманд?
5. Массайи бӯхронии моддаи радиоактив гуфта, чиро меноманд?
6. Сохти бомбаҳои атомӣ ба кадом ҳодиса асос карда шудааст?
7. Энергияи ҳангоми порашавии ядроҳои вазнин ҷудошударо ба кадом мақсадҳо истифода мебаранд.

4.18. Реактори атомӣ

Барои бо мақсади баланд бардоштани савияи зиндагӣ истифода бурдани энергияи ҳангоми тақсимшавии ядроҳои уран ҷудогардида реаксияи занҷирӣ бояд идорашаванда бошад. Реаксияи занҷирӣ бояд бо суръати ниҳоят тез нагузашта, балки муддати дуру дароз бо суръати собит ба амал ояд ва он идора карда шавад.

Дастгоҳе, ки дар он реаксияи занҷирии порашавии ядроҳои вазнин идора карда мешавад, реактори атомӣ (ё ядрой) номида мешавад.

Ду намуди реакторҳои атомӣ мавҷуданд: реакторҳо бо нейтронҳои сустҳаракат ва реакторҳо бо нейтронҳои тезҳаракат.

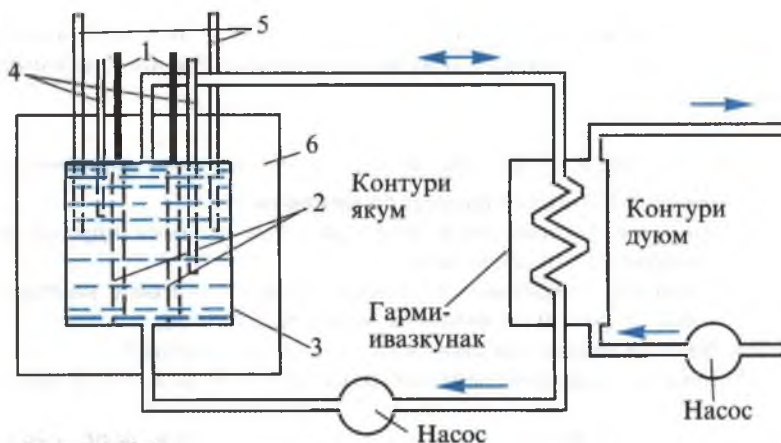
Дар реакторҳои ядрой бо нейтронҳои сустгард милаҳои урании изотопӣ $^{235}_{92}\text{U}$ истифода бурда мешаванд.

Изотопи уран $^{235}_{92}\text{U}$ нейтронҳои сустҳаракатро хеле бо тезӣ забт мекунад.

Дар расми 4.18.1 нақшаи реактори атомӣ бо нейтронҳои сустҳаракат нишон дода шудааст.

Милаҳои (стерженҳои) урании 1 ба лулаҳои пулодини 2 дохил карда мешаванд. Массайи милаҳои уранӣ дар алоҳидагӣ аз массайи бӯхронӣ хурданд, бинобар ин, реаксияи занҷирӣ дар як милаи уранӣ ба амал омада наметавонад.

Ҳангоме, ки ҳамаи милаҳои уранӣ ба реактор дохил карда мешаванд, массайи уран аз массайи бӯхронӣ зиёд мешавад, аммо реаксияи занҷирӣ оғоз намегардад.



Расми 4.18.1

Сабаб дар он аст, ки нейтронҳои дар натиҷаи порашавии ядроҳо ба вучудода, суръати калон доранд ва онҳоро ядроҳои уран $^{235}_{92}\text{U}$ забт карда наметавонанд.

Нейтронҳои тезҳаракат аз соҳаи фаъоли реактор, яъне аз милаҳо барои мадаравад ва барои ба амал омадани реаксияи занҷирӣ шумораи нейтронҳо кифоягӣ намеkunанд. Бинобар ин, барои огоз гардидани реаксияи занҷирӣ суръати нейтронҳоро суст намуда, барои мадари онҳоро аз соҳаи фаъоли реактор маҳдуд кардан зарур мебошад.

Барои суст кардани суръати нейтронҳо об истифода бурда мешавад. Нейтронҳо аз милаҳо барои мадари ба об афтида, бо ядроҳои атомҳои гидрогену оксиген бархӯрда, ба онҳо қисми энергияи кинетикиашонро дода, суръаташонро суст менамоянд. Дар натиҷа об гарм мешавад. Барои аз соҳаи фаъоли реактор набаромадани нейтронҳо он бо экрани нейтронҳоро хеле хуб инъикоскунандаи 3 печонида мешавад. Баъди ин дар реактор реаксияи занҷири порашавии уран $^{235}_{92}\text{U}$ ба амал меояд.

Агар шумораи нейтронҳои сустҳаракаткунанда дар соҳаи фаъоли реактор ба тартиб дароварда нашавад, таркиши ядрои ба амал омаданиш мумкин аст.

Идора намудани реаксияи занҷирӣ бо ёрии милаҳои нейтронҳоро хеле хуб фурубарандаи 4 (аз кадмий ё пулоди борӣ сохташуда) амалӣ карда мешаванд.

Ин милаҳоро қисман ё пурра ба соҳаи фаъоли реактор дохил намуда, шумораи нейтронҳо ва мувофиқан суръати порашавии ядроҳои изотопи $^{235}_{92}\text{U}$ ба тартиб дароварда мешавад. Дар мавриди якбора афзудани суръати реаксия милаи садамавии 5-ро ба соҳаи фаъоли реактор дохил намуда, реаксияи занҷирӣ таъҷилӣ қатъ гардонда мешавад.

Барои аз соҳаи фаъоли реактор набаромадани сели нейтронҳо ва γ -нурҳо онро бо зиреҳи аз моддаи нейтронхоро инъикоскунанда ва γ -нурхоро фурубаранда сохташудаи 6 мепечонанд.

Дар натиҷаи порашавии ядроҳои уран $^{235}_{92}\text{U}$ гайр аз нейтронҳо шумораи хеле зиёди ядропораҳо ҷудо мешаванд ва онҳо ба воситаи об гузашта, онро то ҳарорати баланд гарм мекунанд.

Оби гармшуда ба воситаи насос аз рӯи контури аз реактор, лӯлаҳо ва гармивазкунанда иборатбуда ба ҳаракат дароварда мешавад. Оби гармшуда дар гармивазкунанда оби дар контури дуюм гардишкунандаро гарм мекунанд. Ҳамин тариқ, об ҳам нейтронҳои тезгардро сушт мегардонад ва ҳам гармиро нақл менамояд.

Дар контури дуюм об аз ҳисоби гармии қабул кардашуда ба бӯғи фишораш баланд табдил меёбад.

Энергияи дар реакторҳои ядрӣ ҷудошударо барои истифодаи энергияи электрикӣ истифода мебаранд.

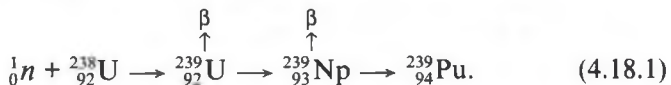
Нерӯгоҳҳои барқии атомӣ (НБА) аз рӯи принципи кори худ нерӯгоҳҳои ҳароратие мебошанд, ки дар онҳо генераторҳои электрикӣ бо ёрии турбинаҳои бӯғӣ ба ҳаракат дароварда мешаванд. Фарқияти он аз нерӯгоҳҳои барқии ҳароратии муқаррарӣ аз он иборат аст, ки дар он бӯғи фишораш баланд аз ҳисоби энергияи дар реакторҳои ядрӣ ҷудошуда ҳосил карда мешавад.

Дар ҳафтон якумин нерӯгоҳи барқии атомӣ соли 1954 таҳти роҳбарии олимони намоёни шӯравӣ И.В. Курчатов сохта шуда буд ва тавоноии он 5 МВт-ро ташкил менамуд. Реакторҳои мавҷуданд, ки бо таъсири нейтронҳои тезҳаракат кор мекунанд. Дар ин гуна реакторҳо ба сифати сӯзишвории ядрӣ изотопи уран $^{238}_{92}\text{U}$ истифода бурда мешавад. Дар ин изотопи уран ба вучуд омадани реаксияи занҷирӣ имконнопазир аст. Аммо ин изотопро ба изотопи плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ табдил додан мумкин аст, ки дар он реаксияи занҷирии порашавии ядроҳо имконпазир аст.



Игор Василевич Курчатов (1903–1960) – физики барҷастаи шӯравӣ ва ташкилотчии илм, се қарат Қаҳрамони Меҳнати Сотсиалистӣ. Аз соли 1943 Курчатов роҳбари проблемаи атомӣ буд. Таҳти роҳбарии ӯ нахустин реактори атомии Европа (1946) ва нахустин бомбаи атомии шӯравӣ (1949) сохта шуданд. Тадқиқотҳои аввалини Курчатов ба омӯзиши диэлектрикҳо (сегнетоэлектрикҳо), реаксияҳои ядроии бо нейтронҳо ҷоришаванда, радиоактивити сунъӣ тааллуқ доштанд.

Реаксияи табдилёбии урани $^{238}_{92}\text{U}$ ба изотопи плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ аз рӯи нақшаи зерин ба амал меояд:



Яъне ядрои изотопи уран $^{238}_{92}\text{U}$ нейтрони тезҳаракатро фуру бурда, ба изотопи $^{239}_{92}\text{U}$ табдил меёбад. Баъд аз 23 дақиқа ядрои изотопи $^{239}_{92}\text{U}$ β -зарра афканда, ба изотопи нептуний $^{239}_{93}\text{Np}$ мубадал мегардад. Пас аз 2–3 шабонарӯз як қисми ядроҳои изотопи $^{239}_{93}\text{Np}$ β -зарра афканда, изотопи плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ ҳосил менамоянд.

Реаксияи табдилёбии изотопи уран ба изотопи плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ дар реакторҳои махсус, ки реакторҳои афзоишӣ ном доранд, ба амал оварда мешавад.

Ҳамин тариқ, дар давоми кори реакторҳои афзоишӣ изотопи уран $^{238}_{92}\text{U}$ ба сузишвории ядроии нав – изотопи плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ табдил меёбад. Баъди якчанд соли кори реактор микдори сузишвории ядрой дучанд зиёд мегардад.

Якумин реактори афзоиширо бо нейтронҳои тезҳаракат дар со- биқ Иттиҳоди Шуравӣ соли 1956 дар шаҳри Обнинск сохта буданд.

Соли 1962 чунин реакторро дар Иёлоти Муттаҳидаи Амрико сохтанд.

Ҳоло дар Россия дар шаҳрҳои Шевченко ва Белоярск нерӯгоҳҳои барқии атомӣ бо реакторҳои афзоишии тавононашон мувофиқан 1000 МВт ва 600 МВт қор карда истодаанд.

Нерӯгоҳҳои барқии атомӣ нисбат ба дигар намудҳои нерӯгоҳҳои барқӣ афзалиятҳои зерин доранд:

1) онҳо аз ҷиҳати экологӣ хеле «тоза» мебошанд. Ҳангоми дуруст истифодабарии онҳо ба атмосфера ва об ягон хел партовҳо (на радиоактивӣ ва на ғайрирадиоактивӣ) партофта намешавад;

2) ҳангоми кори нерӯгоҳи барқии атомӣ ба микдори ночиз сузишвории атомӣ истифода бурда мешавад.

Ҳангоми босаводона истифода бурдани НБА онҳо тамоман беҳа- таранд. Баъди садамаи НБА Чернобил (соли 1986) дар сохтмони НБА барои ба вучуд наомадани садама ва баланд нагардидани дараҷаи радиоактивнокӣ дар минтақаи НБА-ро ихотакунанда талаботҳои махсус муқаррар карда шуд. Сохтмони НБА дар минта- қаҳои сейсмикӣ ва наздикии шаҳрҳои калон манъ карда шудааст.

Аз ҳамаи намудҳои гуногуни энергия, барои ба энергияи электрикӣ табдил додан, энергияи атомӣ аз ҷиҳати иқтисодӣ хеле бартарӣ дорад ва аз ҷиҳати экологӣ «тоза» мебошад.

Барои беҳатари НБА онҳо бояд муҳофизати мустаҳкам дошта бошанд ва онҳоро одамони тайёрии касбии баланддошта идора намоянд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Реактори атомӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Чанд намуди реакторҳоро аз ҳамдигар фарқ мекунамд?
3. Нақшаи реактори атомиро кашида, тарзи кори онро маънидод намоед.
4. Дар реактори ядрой реаксияи занҷирӣ чӣ тавр идора карда мешавад?
5. Энергияи дар реактори ядроӣ ҷудошударо бо кадом мақсад истифода мебаранд?
6. Принципи кори нерӯгоҳҳои барқии атомиро фаҳмонед ва аввалин бор кай ва кӣ онро сохта буд?
7. Нерӯгоҳҳои барқии атомӣ нисбати дигар нерӯгоҳҳои барқӣ чӣ гуна афзалиятҳо доранд?

4.19. Якшудани ядроҳои сабук

Маълум шуд, ки реаксияи занҷирӣ манбаи энергия ба шумор меравад ва ҳангоми порашавии як ядроӣ изотопи уран ${}_{92}^{235}\text{U}$, $33,28 \cdot 10^{-12}$ Ҷ энергия ҷудо мешавад.

Ҷудошавии энергия ҳангоми якшудани ядроҳои сабук низ ба вучуд меояд.

Ҳангоми ҳосилшавии ядроӣ гелий дар реаксияи якшавии ядроҳои гидроген, $4,16 \cdot 10^{-12}$ Ҷ энергия ҷудо мешавад.

Барои ин мавридҳо мувофиқан ба ҳар як нуклон энергияи зерин мувофиқ меояд:

$$E_1 = \frac{33,28 \cdot 10^{-12} \text{ Ҷ}}{235} = 0,14 \cdot 10^{-12} \text{ Ҷ};$$

$$E_2 = \frac{4,16 \cdot 10^{-12} \text{ Ҷ}}{4} \approx 1,035 \cdot 10^{-12} \text{ Ҷ}.$$

Ҳамин тариқ, реаксияи якшудани ядроҳо аз ҷиҳати энергетикӣ нисбат ба реаксияи порашавии ядроҳо ғайратавон мебошад.

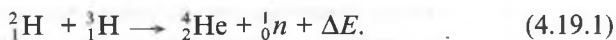
Реаксияҳои якшудани ядроҳои сабук танҳо дар ҳароратҳои баланд ба амал меоянд. Бинобар ин, онҳоро реаксияҳои термоядрой меноманд.

Реаксияҳои якшудани ядроҳои сабукро дар ҳароратҳои баланд реаксияҳои термоядрой меноманд.

Барои ба вучуд овардани реаксияи якшудани ядроҳои сабук зарур аст, ки ядроҳо қувваҳои пушқуввати теладиҳии кулонию бартараф намуда, то масофаи 10^{-15} м ба якдигар наздик шаванд. Ин гуна наздикшавии ядроҳоро дар плазмаи гидрогении ҳарораташ ба якчанд миллион дараҷа баробарбуда ба амал овардан мумкин аст.

Реаксияи термоядроӣ аввалин дар бомбаи гидрогенӣ ба вучуд оварда шуда буд.

Дар он дар натиҷаи якшудани ядроҳои изотопҳои гидроген ${}^2_1\text{H}$ (дейтерий) ва ${}^3_1\text{H}$ (тритий) ядрои гелий ${}^4_2\text{He}$ ҳосил карда шуда буд:



Дар бомбаҳои гидрогенӣ реаксияи термоядроии ба амаломанда идорашаванда мебошад.

Барои амалӣ гардидани реаксияҳои термоядрой ҳосил кардани ҳарорати 10^8 К ва нигоҳ доштани он зарур мебошад. Инчунин дар ин ҳарорат плазмаи газиро дар ҳаҷми додашуда нигоҳ доштан зарур аст. Барои нигоҳ доштани плазмаи баландҳарорат ҳеҷ гуна девори моддӣ қор намеояд, чунки дар чунин ҳарорат он бухор мешавад. Нигоҳдории плазма ба воситаи майдони магнитӣ ба амал бароварда мешавад. Яке аз дастгоҳҳои беҳтарин барои тадқиқи идорашавандагии реаксияҳои термоядрой дар замони ҳозира дастгоҳи намуди «Токамак» ба шумор меравад.

Дар дастгоҳи «Токамак» барои ҳосил кардани плазмаи баландҳарорат разряди электрикӣ пуркуват ва барои нигоҳ доштани он майдони магнитӣ истифода бурда мешавад.

Дар «Токамак» плазма дар камераи тороидии 1 (расми 4.19.1), ки бо дейтерий фишораш паст пур карда шудааст, ҳосил карда мешавад. Камераи тороидӣ печаи дуҷуми трансформатори импульсӣ ба шумор меравад.

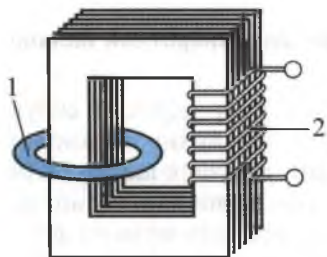
Печаи дуҷуми трансформатор 2 ба батареяи конденсаторҳои гунҷоишаш қалон пайваست карда мешавад.

Ҳангоми разряди батареяи конденсаторҳо ба воситаи печаи якуми трансформатор дар камераи тороидӣ майдони электрикӣ вихрӣ (гирдпеч) ба амал меояд, ки он газро мавҷударо ионизатсия намуда, импульси пуркувати ҷараёни электрикиро ба вучуд меорад.

Дар натиҷа плазмаи ҳарораташ даҳҳо миллион дараҷа ҳосил мешавад. Майдони магнитии ҷараёни электрикӣ ҳосилшуда электронҳо ва ионҳоро дар сутуни плазмагӣ нигоҳ медорад ва тамоси онҳоро ба деворҳои камера барҳам мезанад.

Қайд кардан лозим аст, ки дар дастгоҳи намуди «Токамак-10» плазмаи баландҳарорат то фосилаи 0,06 с нигоҳ дошта шуд ва дар муддати вақти аз ин камтар реаксияи термоядроии ҳосилшавии гелий дар камераи тороидалӣ ба вучуд оварда шуд.

Дар замони ҳозира олимони баҳри зиёд намудани вақти мавҷудияти реаксияҳои термоядрой кӯшишҳои зиёде карда истодаанд. Ҳоло барои ҳосил кардани реаксияҳои термоядрой аз дастгоҳҳои лазерӣ истифода бурда, тадқиқотҳо гузаронида истодаанд. Амалӣ гардидани реаксияҳои термоядроии идорашаванда



барои исоният манбаи ҳамеша мавҷудбудаи энергияро ба вучуд меорад, чунки миқдори дейтерий дар таркиби оби уқёнусҳо ниҳоят калон аст ва ҳосил кардани он хеле осон ва арзон мебошад.

Бартарии дигари реаксияҳои термоядрои нисбат ба реаксияҳои тақсимишавӣ набудани партовҳои радиоактивӣ ба шумор меравад.

Реаксияҳои термоядрои дар протсессҳои дар кайҳон гузаранда роли калон мебозанд. Энергияи афканишоти офтобу ситораҳо натиҷаи реаксияи термоядрои мебошад.

Мувофиқи тасаввуроти ҳозира баъд аз «Таркиши бузург» ҳарорати олам то 6 миллиард дараҷа паст мешавад, омехтаи электронҳо ва зарраҳои дигар ба вучуд меояд.

Дар натиҷаи бархӯрди зарраҳо ҷуфти фотонҳо ба амал меояд ва аз бархӯрди фотонҳо ҷуфти электрону позитронҳо ва баъдтар нуклонҳо ба вучуд омадаанд. Аз нуклонҳои ба вучудода ядроҳои сабуки гидроген, гелий ва элементҳои кимиёии боқимонда ҳосил гардидаанд.

Гидроген ва гелийи ҳосилшуда плазмаи гидрогенӣ – гелийгӣи баландҳароратро ба вучуд овардаанд, ки онро астрономҳо ба қайд гирифтаанд. Баъди ба вучуд омадани плазмаи тафсони гидрогенӣ – гелийгӣ муҳит барои фотонҳо шаффоф гашт ва онҳо ба фазои олам нурафканиро ба вучуд оварданд.

Дар натиҷаи ин гуна реаксияҳои термоядрои энергия хориҷ мешавад, ки афканишоти ситораҳоро дар давоми миллиардҳо сол таъмин мегардонад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом вақт якшудӣ ядроҳои сабук ба амал меояд?
2. Чӣ гуна реаксияҳоро реаксияи термоядрои меноманд?
3. Аввалин реаксияи термоядрои дар куҷо ба вучуд оварда шуда буд?
4. Реаксияи термоядроии дар бомбаҳои гидрогенӣ ба вучуд овардашударо навишта, маънидод намоед.
5. Дастгоҳи намуди «Токамак» чӣ гуна дастгоҳ аст ва аз он бо кадом мақсад истифода мебаранд?
6. Дар бораи кушишҳои, ки баҳри идорашавандагии реаксияҳои термоядрои карда мешаванд, маълумот диҳед.
7. Реаксияҳои термоядрои дар протсессҳои кайҳонӣ чӣ гуна нақш мебозанд?

4.20. Зарраҳои элементарӣ*

Дар физикаи муосир фаҳмиши «Зарраи элементарӣ» барои ифодаи зарраҳои хурдтарини материя, ғайр аз ядроҳои адади массаашон $A \geq 2$, истифода бурда мешавад.

Ҳоло дар тахти фаҳмиши «Зарраҳои элементарӣ» протонҳо, нейтронҳо, фотонҳо, нейтрино, позитрон, антипротон ва ғайраҳо фаҳмида мешаванд.

То охирҳои асри XIX атомҳоро зарраҳои тақсимнашавандаи элементарӣ ҳисоб мекарданд. Боз яке аз зарраҳои элементарӣ электрон ҳисоб карда мешуд, ки он соли 1897 кашф гардида буд.

Соли 1911 ядрои атом, соли 1919 протон кашф карда шуд ва муқаррар гардид, ки протонҳо дар таркиби ядрои атом мавҷуданд. Соли 1932 нейтрон кашф карда шуд ва массаи он андаке аз массаи протон зиёдтар мебошад.

Муқаррар гардид, ки дар ҳолати озод нейтрон ноустувор буда, мавҷудияти он 15 дақиқа мебошад.

Соли 1932 маълум карда шуд, ки ядрои атом аз протону нейтронҳо иборат аст ва шумораи электронҳои дар атрофи ядро даврзананда ба шумораи протонҳо дар ядро баробар мебошад.

Ҳамин тариқ, атом ва ядроро мутахидии оддии се зарраи элементарӣ ҳисоб кардан мумкин аст. Ғайр аз ин, боз се зарраи дигар маълум аст. Яке аз онҳо фотонҳо мебошанд, ки дар ҷараёни гузаришҳои энергетикӣ электрон атомҳо меафкананд. Дутои дигарашон нейтрино ва позитрон мебошанд, ки дар ҷараёни β -афканишот ядро мебарорад. Дар бораи ин се зарра гуфтан мумкин нест, ки онҳо ба таркиби атом ё ядрои он тааллуқ доранд, чунки онҳо танҳо дар лаҳзаи афканишоти ядро ё атом ба вуҷуд меоянд.

Дар замони ҳозира шумораи зарраҳои элементарӣ хеле зиёданд (зиёда аз 300-то). Дар ҷадвали 4.20.1 тавсифҳои баъзе зарраҳои элементарӣ оварда шудааст.

Ҷадвали 4.20.1

Зарра	Аломат	Массаи оромӣ	Заряд
Электрон	e	m_e	-1
Протон	p	$1836,1 m_e$	+ 1
Нейтрон	n	$1838,6 m_e$	0
Нейтрино	ν	$< 10^{-4} m_e$	0
Фотон	γ	0	0

Зарраҳои элементарӣ массаи хеле хурд доранд. Массаи аксарияти онҳо аз массаи нейтрон ва андозаашон аз 10^{-15} м хурд мебошад.

Солҳои 70-ум зарраҳои кӯтоҳумр, ки 10^{-22} – 10^{-23} с умр доранд – резонансҳо кашф карда шуданд ва шумораи онҳо аз 200-то зиёд мебошад.

Физикаи зарраҳои элементариро физикаи энергияи баланд меноманд, чунки барои ҳосил намудани ин зарраҳо нурҳои кайҳонӣ

ё суръатфизоҳои зарраҳои энергияи баланддошта истифода бурда мешаванд.

Зарраҳои элементариро ба гурӯҳҳои зерин тақсим кардан мумкин аст:

- 1) фотонҳо, γ -квантҳои майдони электромагнитӣ;
- 2) лептонҳо, ки ба онҳо электронҳо (e^- , e^+), мюонҳо (μ^- , μ^+) ва нейтрино тааллуқ доранд;
- 3) мезонҳо, ки ба онҳо (π^- , π^+ , π^0) ва (k^+ , k^- , k^0) – мезонҳо тааллуқ доранд. Массай мезонҳо ба (300–1000) m_e баробар буда, вақти мавҷудияташон 10^{-8} с аст;
- 4) барионҳо, ки ба онҳо протон, нейтрон ва лямбда гиперон (λ), сигма гиперонҳо (Σ^+ , Σ^+ , Σ^0), кси гиперонҳо (ξ^0 , ξ^+) ва омега минус гиперон Ω^- тааллуқ доранд. Массай гиперонҳо аз массай нуклонҳо калон мебошад. Масалан, массай омега минус гиперон Ω^- аз массай электрон 3273 маротиба зиёд аст. Ғайр аз протон дигар ҳамаи борионҳо ноустуворанд.

Қайд кардан лозим аст, ки дар микроолам ба ҳар як зарра антизарра мувофиқ меояд.

Антизарраи аввалин – позитронро (антиэлектрон) соли 1931 ба таври назариявӣ физики англис П. Дирак пешгӯӣ намуд ва соли 1932 физики амрикоӣ К. Д. Андерсон ҳангоми расмгирии трекҳои зарраҳои кайҳонӣ дар камераи Вилсон кашф намуд. Треки он ба треки электрон монанд буд, аммо ба тарафи муқобил қач гардида буд ва он аз аломати мусбат доштани заряди электрикӣ шаҳодат меод. Кашфи позитрон хеле мароқангез буд. Соли 1933 ҳодисаи ба вучудии позитрону электрон ҳангоми таъсири мутақобилаи γ -квантҳо бо модда кашф гирдид:

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+.$$

Дар расми 4.20.1 чараёни тавлиди ҷуфти электрону позитрон аз тарафи γ -квант дар лавҳаи сурбӣ (қургошимӣ) тасвир ёфтааст. Чӣ тавре, ки аз ин расм дида мешавад, ин ҷуфти зарраҳо дар камераи Вилсон дар майдони магнитӣ изи ба худ хоси душоха мегузорад.

Соли 1934 аз тарафи баъзе ядроҳои радиоактив афкандани позитрон ба қайд гирифта шуд.

Баъдтар муқаррар карда шуд, ки аз тарафи ядроҳои радиоактив афканиши позитрон бо коҳиши протони ядро ба нейтрон вобаста аст:

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

Дирак ба таври назариявӣ пешгӯӣ намуд, ки ҳангоми бо электрон вохӯрдани позитрон бояд ин зарраҳо ба ду фотон табдил ёбанд.



Расми 4.20.1

Ҳақиқатан ҳам баъди кашфи позитрон ин ҳодиса кашф гардид ва онро аннигилятсия (аз латинӣ *annihilatio* – маҳв шудан) номиданд.

Ҳодисаи аннигилятсия сабаби дар Замин мавҷуд набудани электронҳо мебошад. Позитрон дар баробари пайдоиши худ бо электрон вохӯрда, ба ду фотон табдил меёбад.

Мувофиқи назарияи П. Дирак бояд протон дугоники худро бо заряди манфӣ дошта бошад ва ба он антипротон ном гузошт. Соли 1955 физикони амрикоӣ Э. Сегре ва О. Чемберлен антипротонҳоро кашф намуданд. Баъди як соли кашфи антипротон антинейтрон кашф карда шуд.

Азбаски позитрон ва антипротон зарраҳои устуворанд, бинобар ин, мавҷудияти антимодда имконпазир аст.

Ядрои атоми антимодда аз антипротонҳо ва антинейтронҳо, чилди он аз позитронҳо иборат аст. Антиядрои аввалин – антидейтерий соли 1965, ядрои антигелий соли 1969, антитритий соли 1974 ҳосил карда шуданд. Ядрои антитритий аз як антипротон ва ду антинейтрон иборат мебошад.

Ҳангоми аннигилятсияи зарраҳо ва антизарраҳои вазнин γ -квантҳо не, балки зиёдтар зарраҳои сабук ҳосил мешаванд.

Ҳангоми аннигилятсияи моддаю антимодда энергияи оромӣ ба энергияи кинетикии зарраҳои ҳосилгардида (γ -квант) табдил меёбад. Энергияи оромӣ дар кайҳон манбаи бузургтарини энергия мебошад ва танҳо ҳангоми аннигилятсия ҷудо шуда, ба навҳои дигари энергия табдил меёбанд. Бинобар ин, антимодда манбаи мукамалтарини энергия ба шумор меравад. Мумкин аст, ки инсоният ба истифодаи он қодир гардад.

Солҳои 60-ум шумораи зарраҳои элементарии кашфгардида хеле афзуданд ва доир ба элементарӣ будани онҳо шубҳа пайдо гардид.

Соли 1964 физикон М. Гелл-Манн ва Ч. Свейг модели пешниҳод намуданд, ки мувофиқи он ҳамаи зарраҳои дар таъсири ҳамдигарии пурзӯр иштироккунанда аз се зарраҳои асоситар (ибтидоӣ) – кваркҳо бунёд ёфтаанд. Ҳоло шаш кваркҳо маълуманд ва ҳар яки онҳо антикварк доранд. Инҳо u , c , t , d , s , b -кваркҳо мебошанд. Кваркҳо заряди электрикии ҳиссагӣ доранд.

u , c , t -кваркҳо заряди $+2/3e$ ва d , s , b -кваркҳо зарядҳои якхелаи ба $-1/3e$ (e – модули заряди электрон) баробар доранд. Протон аз ду u -кварк ва якто d -кварк (расми 4.20.2), нейтрон аз якто u -кварк ва дуто d -кварк (расми 4.20.3) ташкил ёфтааст.

Модели кваркии ядроҳо дар таҷрибаҳо онд ба пароканиши электронҳо дар протонҳою нейтронҳо тасдиқ гардид.

Антизарраҳо аз антикваркҳо иборат мебошанд.

182 Ҷустуҷӯҳои бисёркаратаи кваркҳои озод дар суръатфизоҳои энергияшон калон ва нурҳои кайҳонӣ бе натиҷа монданд. Ҳоло



Расми 4.20.2



Расми 4.20.3

аксарияти мутахассисон ҳисоб мекунанд, ки кваркҳо дар ҳолати озод вучуд надоранд.

Мумкин аст, ки массаи кваркҳо хеле бузург буда, дар нуклонҳо ниҳоят мустаҳкам ҷойгиранд ва иқтидори суръатфизоҳои ҳозира барои ба кваркҳои алоҳида ҷудо кардани нуклонҳо басанда нестанд.

Ҳисобкуниҳо нишон медиҳанд, ки барои ба масофаи 3 см аз протон дур кардани якто кварк энергияи $1,6 \cdot 10^{-6}$ Ҷ зарур аст. Андозаи кваркҳо аз 10^{-18} м зиёд нест, яъне андозаи кваркҳо аз андозаи протон 1000 маротиба хурд аст.

Таъсири мутақобилаи кваркҳо ба воситаи зарраҳои махсус – глюонҳо ба вучуд меоянд. Глюон аз калимаи англисӣ *glue* гирифта шудааст ва маънои ширеш, елимро дорад. Чун фотонҳо глюонҳо заряди электрикӣ ва массаи оромӣ надоранд.

Глюонҳо чун кваркҳо дар ҳолати озод вучуд дошта наметавонанд ва бар хилофи фотонҳо байни ҳамдигар таъсири мутақобила менамоянд.

Ҳамин тариқ, маълум гардид, ки дар солҳои охир физикаи зарраҳои элементарӣ ба қомебиҳои қалон соҳиб гардидааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна зарраҳоро зарраҳои элементарӣ меноманд?
2. Атом аз чӣ гуна зарраҳои элементарӣ иборат аст?
3. Дар бораи тавсифҳои зарраҳои элементарӣ – электрон, протон, нейтрон, нейтрино, фотон маълумот диҳед.
4. Резонансҳо чӣ гуна зарраҳои элементарӣанд?
5. Антizarраҳо чӣ гуна зарраҳоянд ва доир ба тавсифҳои онҳо маълумот диҳед.
6. Аннигилятсия гуфта, чӣ гуна ҳодисаро меноманд?
7. Антимодда гуфта, чиро меноманд ва он чӣ гуна сохт дорад?
8. Аз антимоддаҳо дар оянда бо кадом мақсадҳо истифода бурдан мумкин аст?
9. Кваркҳо чӣ гуна зарраҳоянд ва аз онҳо кадом зарраҳои элементарӣ бунёд ёфтаанд?
10. Глюонҳо чӣ гуна зарраҳоянд?

4.21. Табдилоти зарраҳои элементарӣ*

Зарраҳои элементарӣ робитаи хуби байниҳамдигарӣ доранд. Масалан, пайдоиши фотон ба гузариши атом аз ҳолати бедоршуда ба ҳолати статсионарии энергияаш хурд алоқаманд аст.

Яке аз хосиятҳои асосии зарраҳои элементарӣ ба ҳамдигар табдилёбии онҳо ба шумор меравад.

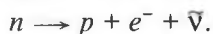
Ҳангоми β -афканишот аз ядро электрон афканда мешавад. Аммо дар ядро электрон вучуд надорад. Ин электрон дар натиҷаи дар дохили ядро β -радиоактив ба протону электрон табдил ёфтани яке аз нейтронҳо ба вучуд меояд. Ҳангоми ин табдилёбӣ протон дар ядро мемонаду электрон ба берун парيدا мебарояд. Ҳангоми ин табдилёбӣ аз ядро электронҳои энергияшон гуногун хориҷ мешаванд, вале ядроҳои нави бавучудомада мутлақо яххелаанд.

Гуё дар ин ҳодиса қонуни асоситарини физика – қонуни бақои энергия риоя намешавад. Ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки энергияи ядроҳои ибтидоӣ ба суммаи энергияи ядроҳои наву зарраи тавлидёфта баробар намешавад. Барои бартараф намудани ин душворӣ физики швейтсарӣ В. Паули фарзияе пешниҳод намуд, ки мувофиқи он ҳангоми табдили нейтрон ҳамроҳи протону электрон зарраи «ноаён»-е тавлид меёбад, ки энергияи норасоро бо худ мебарад. Ин зарраро асбобҳо ба қайд намегиранд, чунки он заряди электрикӣ надорад. Ин зарраро Ферми нейтрино номида буд, ки маънои «нейтронча»-ро дорад.

Массаи оромии нейтрино, чуноне ки Паули пешгӯӣ карда буд, ба сифр баробар аст, яъне нейтрино ором вучуд надорад. Баробари пайдо гардиданаи нейтрино бо суръати рушной ҳаракат мекунад.

Кураи Замин барои нейтрино назар ба шишаи хубтарин барои рушной шаффофттар аст.

Дар қатори нейтрино ν антинейтрино $\bar{\nu}$ мавҷуд аст, ки ҳангоми коҳиши нейтрон ба протону электрон маҳз антинейтрино афканда мешавад:



Энергияи нейтрон аз энергияи протону электрон зиёд аст. Энергияи зиёдатино антинейтрино мебарад.

Ҳангоми ба протон афтидани антинейтрино позитрон ва нейтрон ба вучуд меояд:



Эҳтимолияти ин қараён аз сабаби қобиляти гузаронандагии бениҳоят бузург доштани антинейтрино хурд аст. Дар мавриди ҳеле зиёд будани антинейтрино ба ошкор гардидани он умед доштан мумкин аст. Микдори ҳеле зиёди антинейтрино ҳангоми қори реакторҳои атомӣ тавлид меёбад, чунки ҳангоми порашудани ядроҳои уран ядропораҳои зиёди β -радиоактиви кӯтоҳумр ташкил меёбад.

Соли 1965 дар Иёлотҳои Муттаҳидаи Амрико дар таҷриба мавҷудияти антинейтрино ба қайд гирифта шуд.

Протон зарраи устувор мебошад, аммо аз ҳисоби энергияи дохили ядро як позитрон ва як нейтрино бароварда, ба нейтрон табдил меёбад:

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu.$$

Ин гуна табдилёбӣ дар беруни ядро имконнопазир аст, чунки массаи протон нисбат ба массаи зарраҳои тавлидшаванда хурд аст.

Ба табдилёбӣ ҳамаи зарраҳои элементарӣ дучор мегарданд.

Ҳангоми коҳиши π^+ , π^- -мезонҳо мюонҳо ва нейтрино ҳосил мешавад:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu,$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu.$$

Ҳангоми коҳиши π^0 -мезон ду γ -квант ба вуҷуд меояд:

$$\pi^0 \rightarrow 2\gamma.$$

Қайд кардан лозим аст, ки табдили нейтрон ва зарраҳои дигар ба қисмҳои таркибӣ тақсим шудани системаи мураккаб набуда, табдилёбӣ дар олами зарраҳои элементарӣ мебошад. Табдили зарраҳо аломати элементарӣ набудани онҳо ба шумор намеравад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Ҳангоми табдилёбии нейтрон кадом зарраҳо ҳосил мешаванд? Ҳангоми табдилёбии протон чӣ?
2. Нейтрино чӣ гуна зарра мебошад ва он кай тавлид меёбад?
3. Антинейтрино чӣ гуна зарра аст ва кай тавлид меёбад?
4. Ҳангоми коҳиш π^+ , π^- , π^0 -мезонҳо кадом зарраҳо тавлид меёбанд?

4.22. Нурҳои кайҳонӣ

Нурҳои кайҳониро соли 1912 физики австриягӣ В. Гесс кашф карда буд.

Нурҳои кайҳонӣ аз сели ядроҳои атомие (асосан аз протонҳои α -зарраҳо), ки аз фазои кайҳон ба атмосфераи Замин бо суръатҳои калон меоянд, иборат аст ва онро нурҳои кайҳонии аввала меноманд.

Таъсири мутақобилаи ин ядроҳо бо ядроҳои атомҳои дар таркиби ҳаво буда ядроҳои нав ва зарраҳои элементарии гуногун ба вуҷуд меоранд ва сели онҳоро нурҳои кайҳонии баъдина меноманд. Нурҳои кайҳонии авваларо атмосфераи Замин қариб ба пуррагӣ фуру мебарад ва ба сатҳи Замин асосан нурҳои кайҳонии баъдина омада мерасанд. Дар таркиби нурҳои кайҳонӣ қариб ҳамаи зарраҳои элементарӣ мавҷуданд.

Бавучудоии нурҳои кайҳонӣ то ҳол аниқ нагардидааст. Як қатор фарзияҳо мавҷуданд ва дар байни онҳо бехтаринаш фарзияи В.Л. Гинзбург ва И.С. Шкловский ба шумор меравад, ки мувофиқи он нурҳои кайҳонӣ ҳангоми таркиши ситораҳои навтарин ба вучуд меоянд.

Қисми зиёди нурҳои кайҳонӣ ба сӯи Замин аз қаъри галактика ва қисми дигараш аз Офтоб меоянд.

Ҳангоми таъсири мутақобилаи зарраҳои нурҳои кайҳонии аввала бо атоми ҳаво қариб ҳамаи зарраҳои элементарӣ тавлид меёбанд. Дар байни онҳо роли асосиро π -мезонҳо мебозанд. Нуклонҳо ва π^+ - ва π^- -мезонҳои тавлидёфта ба монанди зарраҳои нурҳои кайҳонии аввала бо ядроҳои атомҳои ҳаво таъсири мутақобила намуда, сели зарраҳои навро ба вучуд меоранд. Ин чараён то лаҳзаи ба $1,6 \cdot 10^{-18}$ Ч баробар гардидани энергияи зарраҳо давом меёбад.

Омузиши нурҳои кайҳонӣ бо ёрии камераи ионизатсионӣ гузаронида мешавад.

Соли 1923 физики амрикоӣ Р.Э. Милликен дар майдони магнитӣ майлқунии нурҳои кайҳониро омӯхта, исбот намуд, ки онҳо аз сели зарраҳои заряднок иборатанд.

Дар баландии 20 км аз сатҳи баҳр интенсивияти нурҳои кайҳонӣ аз ҳама зиёд мебошад ва он ба ҳосилшавии нурҳои кайҳонии баъдина алоқаманд мебошад. Бо камшавии баландӣ интенсивияти нурҳои кайҳонӣ суст шуда меравад (бо сабаби аз тарафи атмосфераи Замин фуру бурда шудани онҳо) ва дар сатҳи Замин ба қимати минималӣ соҳиб мегардад.

Дар сатҳи Замин ба ҳисоби миёна нурҳои кайҳонӣ дар 1 сония дар 1 см³-и ҳаво 1,8 чуфт ионҳо ҳосил менамоянд.

Дар қабатҳои болоии атмосфера энергияи зарраҳои нурҳои кайҳонии аввала қариб ба $1,6 \cdot 10^{-19}$ Ч ва энергияи зарраҳои алоҳидаи он то $1,6 \cdot 10^{-3}$ Ч мерасад, ки то ҳол зарраҳои чунин энергия доштара дар суръатфизоҳои зарраҳои элементарӣ ҳосил накардаанд.

Ҳамин тариқ, нурҳои кайҳонӣ манбаи зарраҳои энергияшон ниҳоят баланд ба шумор мераванд. Ҳангоми таъсири мутақобилаи ин гуна зарраҳои баландэнергия бо модда реаксияҳои ядроии нав ба вучуд меоянд ва омузиши онҳо донишҳои моро дар бораи хосиятҳои ядроҳо ва зарраҳои элементарӣ бой мегардонанд. Махсусан аҳамияти илмӣ нурҳои кайҳонӣ дар ҳамин зоҳир мегардад. Қайд кардан зарур аст, ки аксарияти зарраҳои элементарӣ аввал дар таркиби нурҳои кайҳонӣ ба қайд гирифта шудаанд.

Нурҳои кайҳонии аввала асосан аз 90% протонҳо, 7% α -зарраҳо ва 1% ядроҳои элементҳои хеле вазнин иборат мебошанд.

Тадқиқотҳои бо усулҳои радиоастрономӣ гузаронидашуда тасдиқ намуданд, ки нурҳои кайҳонӣ ба таври зиёд ё кам тамоми галактикаро мунтазам пур мекунанд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нурҳои кайҳониро кӣ ва кай кашф кардааст?
2. Нурҳои кайҳонӣ аз чӣ иборатанд ва дар кучо тавлид мевбанд?
3. Нурҳои кайҳонии аввала чӣ гуна нурҳоянд?
4. Нурҳои кайҳонии баъдина гуфта, чиро меноманд?
5. Ба сатҳи Замин асосан кадом намуди нурҳои кайҳонӣ омада мерасанд?
6. Омӯзиши нурҳои кайҳонӣ бо кадом усулҳо гузаронида мешаванд?
7. Бо камшавии баландӣ камшавии интензивияти нурҳои кайҳониро маънидод намоед.

4.23. Истифодаи энергияи ядрой

Дар бораи истифодаи энергияи ядрой барои ҳосил кардани энергияи электрикӣ дар нерӯгоҳҳои барқии атомӣ дар параграфи 4.18 маълумот дода шудааст.

Соҳаҳои татбиқи энергияи ядрое, ки изотопҳои моддаҳои радиоактив мефкананд, ҳеле васеъ мебошад.

Афканишоти радиоактивӣ барои назорати автоматӣ ва идоракунии як қатор чараёнҳои технологӣ (масалан, барои ченкунии ва ба тартибдориҳои ғафсии varaқаҳои пластмассагӣ, металлӣ, резинӣ ва дигар тасмаю пардаҳо), барои безаргардонии маводҳои доруворӣ (дар саноати дорусозӣ) ва маҳсулоти ҳуҷра (дар истеҳсолоти консервабарорӣ), барои табobati баъзе касалиҳои пушт ва касалиҳои дарунӣ (масалан, ӯ-нурборонкунии терапевтии варамҳои саратонӣ) ва ғайраҳо истифода бурда мешавад.

Ба воситаи изотопҳои радиоактив тухми растанӣҳоро бо мақсади беҳтар намудани сабзишу ҳосилнокӣ, тезпазӣ, ба касалиҳо ва хуноқӣ тободар гардидани онҳо нурборон мекунанд.

Яке аз усулҳои истифодабарии изотопҳои радиоактив усули атомҳои нишонадор ном дорад ва аз он ба таври васеъ дар тадқиқотҳои илмӣ ва фаъолияти амалӣ истифода мебаранд. Мувофиқи ин усул миқдори микроскопии изотопи радиоактивро (одатан бо хурдтарин даври нимкоҳиш) ба ягон қисми системаи тадқиқшаванда, масалан, ба ҳоки назди решаи растанӣ, ба чараёни об ё ҳаво, ба бофтаҳои организми зинда, ба рағани молидании ҳаракатдиҳанда ва ғайраҳо дохил менамоянд. Баъд бо ёрии ҳисобкунакҳо ё бақайдгирандагони афканишоти радиоактивӣ ҷойивазкунии изотопи ба система дохил карда шударо мушоҳида менамоянд. Натиҷаҳои ин мушоҳидаро таҳлил намуда, доир ба чараёнҳои дар ин системаи тадқиқотӣ гузаранда (бо дигар усулҳои замонавӣ имконнопазир аст), маълумотҳои пурқимат гирифтани мумкин аст.



Расми 4.23.1

Бо ҳамин усули атомҳои нишондор ба хоки решаи растаниҳо нурии фосфордорро бо омехтаи изотопи фосфор $^{32}_{15}\text{P}$ дохил менамоянд. Баъд ба таври даврӣ бо ёрии ҳисобкунаки афканишоти радиоактивӣ таҳлил мегузаронанд. Аз рӯи интенсивияти афканишот дар қисмҳои гуногуни растани кадом вақт ба системаи решаи растани дохил шудан, бо кадом суръат он дар дохили растани ҳаракат менамояд, чӣ тавр дар он тақсим мегардад, чӣ тавр дар мубодилаи моддаҳои растани иштирок кардани изотопи фосфор ва ғайраҳо маълумот гирифта мешаванд. Ин тадқиқотро одатан бо усули автографӣ пурра мегардонанд. Барои ин

растаниро бурида, хушк намуда, дар болои лавҳаи суратгирӣ ба муддати 20–30 соат мегузоранд. Дар натиҷаи афканишоти радиоактивии атомҳои нишондор дар лавҳаи суратгирӣ баъди мустаҳкамкунии он нақши растани (радиоавтограф) ҳосил мешавад.

Ин гуна радиоавтографро барои растаниҳои гуногуни дар вақтҳои гуногун буридашуда ҳосил менамоянд.

Таҳлили қатори радиоавтографҳо ва қиматҳои интенсивияти афканишоти радиоактивии бо ёрии ҳисобкунак чен кардашуда имконият медиҳанд, ки доир ба қараёни аз нуриҳои фосфордор гизогирии растаниҳо маълумоти пурра ба даст орем.

Дар расми 4.23.1 радиоавтографи помидори духафтаина баъди 36 соати истеъмоли нуриҳои фосфордори радиоактивӣ бо изотопи $^{32}_{15}\text{P}$ нишон дода шудааст. Аз ин радиоавтограф дида мешавад, ки баргҳои наватавлиди 1 ва 2 нисбат ба баргҳои барвақтии 3 ва 4 фосфорро хеле хуб фуру мебаранд.

Бо ёрии усули атомҳои нишондор масъалаҳо ва проблемаҳои хочагии кишлоқ, ба монанди фотосинтез, ба таври самарабахш истифодабарии нуриҳои минералӣ, элементҳои гуногунро ҳазм кардани растаниҳо, гизогирии ҳайвонҳо, ҳаракати об ва буги он дар хок, кӯчидани ҳашаротҳо, хӯрдашавии қисмҳои ҳаракатдихандаи трактору мошинаҳо ва ғайраҳо бомуваффақият омӯхта мешаванд.

Барои назорати ҳалқаҳои поршени ҳаракатдихандаҳои дарунсӯзи ҳароратӣ ҳалқаҳои поршенро нейтронборон намуда, дар он реаксияҳои ядрой ба вучуд меоранд ва дар натиҷа он радиоактив мегардад. Ҳангоми кори ҳаракатдиханда зарраҳои ҳалқа ба равгани молидани мегузаранд. Дар натиҷа радиоактивияти равганро баъди муддати муайяни кори ҳаракатдиханда санҷида, фарсудашавии ҳалқаро муайян менамоянд.

Изотопҳои радиоактив имконият медиҳад, ки доир ба диффузияи металлҳо ва қараёнҳои дар печҳои домнагӣ гузаранда маълумот ба

даст оварда шавад. Барои ошкор кардани нуксонҳои рехтаи металлҳо Ҷ-афканишоти пуриктидор истифода бурда мешавад.

Изотопҳои радиоактив дар археология барои муайян кардани синни ашёҳои қадими органикӣ (чӯб, ангишти чӯб, матоъҳо ва ғайраҳо) истифода бурда мешаванд. Дар таркиби растаниҳо ҳамеша изотопи β -радиоактиви карбон $^{14}_6\text{C}$, даври нимкоҳишаш $T = 5700$ сол мавҷуд мебошад. Онро нейтронҳои дар таркиби нурҳои кайҳонӣ буда ба нитрогени таркиби атмосфера таъсир намуда, ҳосил мекунанд. Ин карбон бо оксиген пайваست гардида, гази карбонат ҳосил менамояд, онро растаниҳо ва ба воситаи онҳо ҳайвонҳо истифода мебаранд. Як грами карбони таркиби намунаҳои дарахти навбурида дар ҳар сония қариб 15-то β -зарра меафканад.

Баъди фавти организм он дигар карбони радиоактив қабул намекунад. Бо гузашти вақт дар натиҷаи коҳиши радиоактивӣ миқдори изотопи $^{14}_6\text{C}$ кам шуда меравад. Миқдори карбони радиоактивро дар боқимондаи моддаи органикӣ муайян карда, синни онҳоро (то 100 000 сол) муқаррар кардан мумкин аст.

Реаксияи занҷирии идоранашаванда дар бомбаҳои атомӣ ба вучуд меоянд. Дар бомбаҳои атомӣ дар натиҷаи реаксияи занҷирии идоранашаванда ба таври фаврӣ энергияи калон ҷудо гардида, таркиш ба амал меояд. Ба сифати моддаҳои радиоактив дар бомбаҳои атомӣ урани тозаи $^{235}_{92}\text{U}$ ё плутонии $^{239}_{94}\text{Pu}$ истифода бурда мешавад. Дар бомбаҳои атомӣ ҳосил кардани андозаи бӯҳронии моддаи радиоактив дар натиҷаи якҷоякунии ду қисми моддаи радиоактивӣ андозаҳояшон назар ба андозаи бӯҳронӣ хурдбуда ба амал бароварда мешавад.

Ҳангоми таркиши бомбаи атомӣ ҳарорат ба даҳҳо миллион дараҷа мерасад ва фишор якбора баланд гардида, мавҷи зарбаовари пуриктидор бо афканишоти тавоно ба вучуд меояд.

Ҳангоми таркиши бомбаи атомӣ маҳсулоти реаксияи занҷирӣ радиоактивӣ мебошад ва барои организмҳои зинда хавфи калон доранд.

Дар охири Ҷанги дуҷуми ҷаҳонӣ соли 1945 ИМА дар шаҳрҳои Хиросима ва Нагасакии Япония бомбаҳои атомӣ партофт, ки то ҳоло таъсири он мавҷуд мебошад.

Дар бомбаҳои гидрогенӣ (термойдрой) барои ҳосил кардани ҳароратҳои баланд (баҳри гузаштани реаксияҳои термойдрой) таркиши бомбаҳои атомии дар дохили онҳо ҷойгирбуда истифода бурда мешаванд.

Дар собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ киштии яхшикани атомӣ сохта шуда буд, ки аз ҳисоби энергияи ядрой кор мекунад.

Ҳамин тариқ, истифодаи энергияи ядрой дар соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ роли калон мебозад ва доираи истифодаи он сол аз сол васеътар мегардад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Энергияи ядрой дар куҷо ва бо кадом мақсад истифода бурда мешавад?
2. Дар бораи истифодаи энергияи ядроие, ки изотопҳои моддаҳои радиоактив меафкананд, маълумот диҳед.
3. Усули атомҳои нишондор чӣ гуна усул аст ва дар бораи татбиқи амалии он маълумот диҳед.
4. Усули автографӣ гуфта, чӣ гуна усулро меноманд ва доир ба татбиқи амалии он маълумот диҳед.
5. Аз усули атомҳои нишондор истифода бурда, фарсуда-шавии ҳалқаҳои поршени ҳаракатдиҳандаҳои дарунсӯзи ҳароратиро чӣ тавр муайян мекунанд?
6. Аз изотопҳои радиоактив дар археология бо кадом мақсад истифода мебаранд?
7. Доир ба истифодаи энергияи ядрой дар сохти бомбаҳои атомӣ ва гидрогенӣ маълумот диҳед.

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Барои маънидоди афканишоти ҳароратӣ М. Планк фарзияро пешниҳод намуд, ки мувофиқи он атомҳои ҷисми нурафкананда энергияро бифосила не, балки фосиланок, бо ҳиссаҳои алоҳида – квантҳо (фотонҳо) меафкананд.

Энергияи кванти рӯшноӣ E ба басомади лаппиш ν мутаносиб мебошад:

$$E = h\nu,$$

дар ин ҷо $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с}$ – собити Планк ном дорад.

Ҳодисаи бо таъсири рӯшноӣ аз модда канда шудани электронҳоро фотоэффект меноманд.

Барои маънидоди ҳодисаи фотоэффект Эйнштейн нишон дод, ки рӯшноӣ инчунин бо квантҳои алоҳида фуру бурда мешавад. Мувофиқи тасаввуроти Эйнштейн энергияи фурубурдаи кванти рӯшноӣ $h\nu$ барои иҷрои кори бароварди электрон аз металл A ва ба

он додани энергияи кинетикӣ $\frac{m\vartheta^2}{2}$ сарф мешавад:

$$h\nu = A + \frac{m\vartheta^2}{2}.$$

Импульси фотон $P = m \cdot c = h\nu/c = h/\lambda$ мебошад.

Ҳодисаи фотоэффект хосияти корпускулӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд.

Дар ҷараёни пахншавӣ рӯшноӣ хосияти мавҷӣ зоҳир менамояд (ҳодисаи интерференсия ва дифраксия). Ҳамин тариқ, рӯшноӣ ҳам хосияти мавҷӣ ва ҳам хосияти корпускулӣ дорад. Ҳодисаи фотоэффект дар техника васеъ истифода бурда мешавад. Дар фотоэлементҳо энергияи рӯшноӣ ба энергияи ҷараёни электрикӣ табдил меёбад. Фотоэлементҳо дар автоматҳои гуногуни «бинанда» истифода мешаванд. Сохти батареяҳои офтобӣ ба ҳодисаи фотоэффект асос ёфтааст.

Дар охири асри XIX сохти мураккаб доштани атом муқаррар карда шуд. Афканишоти радиоактивӣ инро тасдиқ намуд.

Резерфорд дар асоси таҷрибаҳои худ бо α -зарраҳо модели сайёравии атомро пешниҳод намуд. Мувофиқи ин модел электронҳо дар атрофи ядро мусбат заряднок, чун сайёраҳо дар атрофи офтоб, аз рӯи мадорҳои гуногун давр мезананд.

Мувофиқи қонунҳои физикаи классикӣ модели сайёравӣ устувории атомро шарҳ дода наметавонад.

Электронҳои бо шитоб ҳаракаткунанда бояд рӯшноӣ афканда, энергияшонро гум карда, ба ядро афтанд. Дар амал бошад, ҳамаи атомҳо устувории худро нигоҳ медоранд.

Барои баромадан аз ин душворӣ Бор ду постулати ба механикаи классикии Нютон ва электродинамикаи Максвелл тамоман мухолифиро пешниҳод кард.

Мувофиқи постулати якуми Бор: атомҳо ба он нигоҳ накарда, ки электронҳо дар онҳо бо шитоб ҳаракат мекунанд, дуру дароз дар ҳолатҳои мешаванд, ки нур намеафкананд.

Мувофиқи постулати дуюми Бор: ҳангоми аз як ҳолати статсионарӣ ба ҳолати дигари статсионарӣ гузаштани атом нурафканӣ ё нурфурӯбарии он ба амал меояд.

Балмер спектри афканишоти гидрогенро омӯхта, барои ҳисоб намудани басомади силсилаи хатҳои спектри дар соҳаи дидашавандаи спектр формулаи зеринро пешниҳод намуд:

$$\nu = R \cdot c \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

дар ин ҷо c – суръати рӯшноӣ дар вакуум, $R = 1,097 \cdot 10^7$ 1/м – собити Ридберг, n – адади бутун буда, қиматҳои 1, 2, 3, ..., қабул мекунанд, m адади бутун буда, қимати $n + 1$ қабул менамояд.

Бо тадқиқотҳои минбаъда муқаррар карда шуд, ки дар спектри гидроген боз якчанд силсилаҳои хатҳои спектри мавҷуданд. Дар қисми ултрабунафши спектр силсилаи Лайман ва дар қисми инфрасурхи спектр силсилаҳои Пашен, Брэкет ва Пфунд ҷойгиранд.

Дар охири асри гузашта А. Беккерел ҳодисаи радиоактивиятро кашф намуд.

Элементҳои кимиёӣ, ба монанди уран, торий, радий ва ғайраҳо худ аз худ α -, β - ва γ -нурҳо меафкананд. γ -нурҳо мавҷҳои электромагнитии дарозашон хурд (10^{-10} – 10^{-13} м), β -нурҳо сели электронҳо, α -нурҳо сели ядроӣ атомҳои гелий мебошанд.

Пас аз кашфи нейтрон аз тарафи олими англис Ч. Чэдвик соли 1932 физики шӯравӣ Д. Иваненко ва олими олмонӣ В. Ҳейзенберг модели протону нейтронии ядроӣ атомро пешниҳод намуданд. Мувофиқи ин модел ядроӣ атом аз протонҳо ва нейтронҳо иборат аст. Суммаи протонҳо Z ва нейтронҳо N -ро адади массавӣ A меноманд:

$$A = Z + N.$$

Ядроҳои, ки шумораи яхелаи протонҳо доранд, изотопҳо номида мешаванд.

Таъсири мутақобилаи ядрои атомро бо зарраҳои элементарӣ ё ядроҳои дигар, ки ба табдилёбии ядро оварда мерасонад, реаксияи ядрои меноманд.

Реаксияҳои ядрои бо ҷудошавӣ ё фурубарии энергия ба амал меояд.

Ҳангоми порашавии ядроҳои вазнин реаксияи занҷирӣ ба амал меояд. Реаксияи занҷирии идорашаванда дар реакторҳои атомӣ ва реаксияҳои занҷирии идоранашаванда дар бомбаҳои атомӣ истифода бурда мешаванд.

Энергияи дар реакторҳои атомӣ ҷудошударо барои истеҳсоли энергияи электрикӣ истифода мебаранд.

Ҷудошавии энергия ҳангоми якшудӣ ядроҳои сабук низ ба амал меоянд. Реаксияи якшудӣ ядроҳои сабук дар ҳароратҳои баланд мегузаранд, бинобар ин, онҳоро реаксияҳои термойядрои меноманд.

Сохти бомбаҳои гидрогенӣ ба реаксияҳои термойядроии идоранашаванда асос карда шудаанд.

То ҳол ҳосил кардани реаксияҳои термойядроии идорашаванда муяссар нагардидааст. Энергияи ядрое, ки изотопҳои моддаҳои радиоактив меафкананд, дар илм, тиб, кишоварзӣ ва саноат ба таври васеъ истифода бурда мешаванд.

Аз охири асри XIX сар карда, физикон барои чуқуртар омӯختани сохти моддаҳо аз сатҳи атом ба сатҳи зарраҳои элементарӣ гузаштанд.

Аввалин зарраи элементарии кашфгардида (соли 1897) электрон ба шумор меравад.

Дар аввалҳои асри XX зарраҳои элементарии дигар – фотон, протон, позитрон ва нейтрон кашф гардиданд. Дар замони ҳозира шумораи зарраҳои элементарӣ аз 300-то зиёданд.

Дар замони ҳозира мафҳуми элементарӣ фаҳмиши шартӣ ба шумор меравад. Ин гуна фаҳмиш баъди пешниҳоди гипотеза дар бораи мавҷудияти кваркҳо, ки аз онҳо қариб ҳамаи зарраҳои элементарии маълум таркиб ёфтаанд, пурқувваттар гардид.

Ҳар як зарра, ғайр аз фотон ва ду намуди мезон, мувофиқан антизарра бо заряди муқобил доранд. Ҳангоми бархӯрди зарраю антизарра аннигилятсия ба амал меояд. Дар натиҷаи бархӯрдани электрону позитрон ду фотон тавлид меёбад.

Соли 1955 антипротон ва баъди як сол антинейтрон кашф карда шуд. Кашфи ин антизарраҳо мавҷудияти антимоддаро ба миён овард. Ядрои атоми антимодда аз антипротонҳо ва антинейтронҳо ва ҷилди он аз позитронҳо иборат аст.

Антиядроии аввалин – антидейтерий соли 1965, ядроии антигелий соли 1969 ҳосил карда шуданд.

Ҳангоми аннигилятсияи моддаю антимодда энергияи оромӣ ба энергияи кинетикии зарраҳои ҳосилгардида (γ -квант) табдил меёбад. Бинобар ин, антимодда манбаи мукамалтарини энергия ба шумор меравад. Мумкин аст, ки инсоният ба истифодаи он қодир гардад.

Қариб ҳамаи зарраҳои элементарӣ дар таркиби нурҳои кайҳонӣ ба қайд гирифта шудаанд.

Боби 5

ТАВСИФИ УМУМИИ ЧИРМҲОИ ОСМОНӢ

Системаи офтобӣ

Мавзӯи астрономия

Ҳаракат, сохт, пайдоиш ва инкишофи чирмҳои осмонӣ ва системаи онҳоро фанни астрономия (аз юнонӣ *astron* – ситора ва *nomos* – қонун) меомӯзад.

Астрономия яке аз илмҳои қадимтарин ба шумор меравад ва вобаста ба эҳтиёҷоти амалии инсон ба вучуд омада, инкишоф ёфтааст. Дар замонҳои қадим он дар Бобулистон, Миср, Хитой ва ғайраҳо хеле инкишоф ёфта буд. Одамон аз маълумотҳои астрономӣ барои муайян кардани вақт, ёфтани самти ҳаракат ва дигар мақсадҳои ҳаёти ҳаррӯза истифода мебуданд.

Нучумшиносӣ баъди таназзул ёфтани маданияти эллинӣ (юнонӣ) ва кӯчидани он ба Хоразми асримиёнагӣ ба қуллаҳои баланди инкишофи худ расида буд. Хоразм он замонҳо дар ҷаҳон баъди Юнон маркази дуйӯми маданӣ – илмӣ ҳисобида мешуд. Олимони ин марказ Муҳаммад Хоразмӣ, Ибни Сино, Абурайҳони Берунӣ, Умари Хайём ва дигарон ба нучумшиносӣ, тибб, ҷуғрофия, геология ва дигар ҷабҳаҳои илм фаъолият варзида илми замони худро бо кашфиётҳои бузургашон ривочу раванқ меоданд. Абурайҳони Берунӣ бо ҷенкуниҳои астрономии худ ба таври аниқ қонунҳои моилии эклиптикаро ба экватор муайян карда тағйироти асрии онро пешгӯӣ намудааст. Ӯ ҳангоми гирифтани Моҳ тағйирёбии рӯшноии сатҳи онро маънидод намуда, инчунин бо усулҳои математикӣ радиуси Заминро муайян кардааст.

Мирзо Улуғбек феҳрасти аниқи ситораҳо ва ҷадвали ҳаракати сайёраҳоро тартиб додааст.

Барои муайянкунии вақти аниқ, координатаҳои заминӣ ва осмонӣ, ки онҳо барои корҳои кайҳоннавардӣ, навигатсионӣ, геодезӣ ва харитасозӣ истифода мешаванд, астрономия нақши муҳимро мебозад.

Астрономия дар тадқиқи кайҳон, инкишофи кайҳоннавардӣ ва аз ҷаҳати дуру наздики кайҳон омӯхтани сайёраи мо мавқеи муҳимро ишғол мекунад. Вай бо фанҳои физика, математика, геология, кимия, кайҳоннавардӣ ва дигар фанҳои табиатшиносӣ алоқаи зич дошта, барои пешрафт ва инкишофи худ аз қомеъҳои онҳо самарабахш истифода мебарад.

Астрономия лаҳзаҳои гирифтани Офтобу Моҳ, зухур ёфтани кометаҳоро пешгӯӣ карда, пайдоиш ва таҳаввулотии Замину чирмҳои кайҳониро аз нуқтаи назари илмҳои табиӣ маънидод менамояд. Чирмҳои нави кайҳониро кашф карда, дар асоси таҳлили спектрӣ таркиби кимӣ, сохт, атмосфера ва ҳарорати онҳоро муайян мекунад. Солҳои охир қариб ҳамаи пешгӯиҳои астрономӣ тасдиқи худро ёфта истодаанд. Астрономҳо ҳарорати сатҳи Моҳро аввал назариявӣ ҳисоб намуда буданд, инчунин онро бо ёрии термoeлементҳо ва усулҳои радиометрӣ аз Замин истода чен карданд. Баъдтар ин маълумотҳоро бо ёрии асбобҳои стансияҳои автоматие, ки ба Моҳ фиристода шуда буданд, тасдиқ намуданд.

Астрономия таъсири мутақобилаи чирмҳои гуногуни кайҳониро бо Замин, ба Замин наздикшавии чирмҳои хурди осмонӣ, аз ҷумла кометаҳо ва сабабҳои инкишофи думи онҳо, ҳодисаҳои ба парвози метеороҳо хосбуда, омӯзиши сатҳи сайёраҳо, физикаи Офтоб ва хусусиятҳои олами ситораҳоро мавриди омӯзиши худ қарор медиҳад.

Солҳои охир олимони соҳаи астрономия бо ёрии киштиҳои кайҳонӣ, стансияҳои байнисайёравӣ, ки бо асбобҳои навтарини электронӣ, радиотелескопҳо, компютерҳо ва дигар техникаи ҳозиразамон таҷҳизонида шудаанд, дар кайҳон қорҳои тадқиқотӣ гузаронида, на танҳо чирмҳои системаи Офтобӣ, балки объектҳои дур, ситораҳо ва галактикаҳои гуногунро меомӯзанд.

Дар таҳқиқи чирмҳои хурди системаи Офтобӣ (астероидҳо, кометаҳо ва метеороҳо) ва омӯзиши соҳаҳои дигари Коинот пажӯҳишгоҳи астрофизикии Тоҷикистон саҳми арзандае дорад. Қормандони он солҳои охир тавассути таҷҳизоти навини муосир мушоҳидаҳо ва тадқиқотҳои астрономӣ гузаронида дар арсаи байналмиллӣ ба қомебҳои баланди илмӣ муваффақ шудаанд. Гуфтан ҷоиш аст, ки саҳми олимони нучумшиносони Тоҷикистон академик Бобочонов П.Б. ва шодравон академик Добровольский О.В. бо дастовардҳо ва кашфиётҳои илмиашон дар ҷаҳон маъруфу машҳуранд. Дар пажӯҳишгоҳ инчунин узви вобастаи академияи улуми Тоҷикистон Ибодов С.И. ва Махсумов М.Н., профессор Ибодинов Х.И. (директори имрӯзаи пажӯҳишгоҳ) ва дигарон фаъолият намуда ба кашфиётҳои илмӣ ноил гаштаанд.

Боиси хушнудӣ ва шарафмандӣ аст, ки 6 сайёраҳои хурди аз ҷониби амрикоӣён кашф гардида ба номи астрофизикони Тоҷикистон номгузорӣ шудаанд, аз ҷумла дутои онҳо «Бобочонов» ва «Ибодинов» номида шудаанд. Ба ду сайёраи хурди баъдтар кашф гардида номи «Тоҷикистон» ва «ГиссАО» (расадхонаи астрономии Ҳисор) гузошта шудааст. Мо бо ин ҳама шукӯҳу шаҳомати олимони нучумшиносони асримиёнагӣ ва имрӯзаи миллиатамон сарбаланду ифтихормандем.

Фанни астрономия бо чунин қорҳои тадқиқотӣ ва дастовардҳои илмӣ дониши моро дар бораи манзараи физикии Олам ва материя бой мегардонад.

5.1. Бурҷҳо

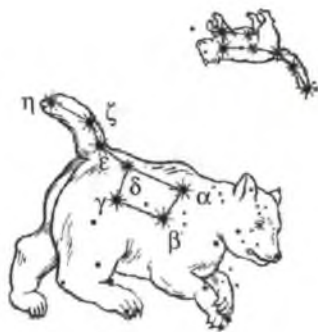
Мо дар ҳолати беабру бегубор будани осмон ва набудани Моҳ дар он ситораҳои хеле зиёдро мушоҳида карда метавонем. Баҳисобгирии онҳо бо ҷаҳми оддӣ мушкул аст, вале ин мушкулӣ садди роҳ шуда наметавонад, агар мо аз роҳи усулҳои бехтарини мушоҳидавие, ки дар ғули садсолаҳо ба даст дароварда шудаанд, дуруст истифода барем.

Дар замонҳои қадим вақте, ки болоравии истеҳсолот ба миён омада, доду гирифт ва тичорати байниҷаҳми одамон дар минтақаҳои баҳрӣ, уқёнусӣ ва роҳҳои хушкгарди аз ҳам дур сар мешавад, барои ҷанкунии вақт, муайянкунии мавқеи ҷой ва самти ҳаракати баҳрнавардону савдогарон зарурияти донишҳои ҷойгиршавии байниҷаҳми ва ҳаракати ситораҳо дар осмон пайдо мешавад.

Одамон дар осмони ситоразор ситораҳои дурахшонро дар майдонҳои муайяни мушоҳидашавӣ интихоб намуда, онҳоро фикран ғуруҳбандӣ карда ва вобаста ба шаклашон номгузорӣ мекарданд. Ин номгузориҳо оид ба ҳудоҳо, қаҳрамонҳои воқеаҳои афсонавӣ, ҳайвонҳои ғуногун ва олотҳои меҳнатӣ то замони мо дар шакли ривоятҳои хикмату қиссаҳо омада расидаанд.

Чанде аз ситораҳои минтақаи калони ситоразор дар натиҷаи ғуруҳбандӣ ва фикран бо хатҳои рост пайваст кардан шакли кафлезро мегиранд. Дар Русияи Қадим онро «Ковш» ё «Кострюл» меномиданд (юнониён онро «Хирси Калон» номида буданд).

Мувофиқи ривоятҳои Юнони Қадим зани бадрашкӣ шоҳ Зевс, ки Ҳеро ном дошт, зани парирӯ Каллиторро бо ёрии писараш Аркад (точикон онро Авво номидаанд) ба қадом воситае ба хирс табдил медиҳад. Вале Зевс бошад, бо меҳри ошиқонаи худ Каллиторро чун хирси калон ба осмони болои сар мегузорад. Дар наздикии он α -Аркад (Авво)-ро бо сағҳои тозиаш ҷой додааст.



Расми 5.1.1



Расми 5.1.2



Расми 5.1.3



Расми 5.1.4



Расми 5.1.5



Расми 5.1.6

Хамин тавр, номҳои бурчи «Хирси Калон» (точикон онро «Дубби Акбар» номидаанд) (расми 5.1.1), бурчи Авво ва «Сағҳои шикорӣ» пайдо шуданд (расми 5.1.2).

Як гурӯҳ ситораҳои хурди бо ҳам наздик ҷойгиршуда ба кадом хирсаке монандӣ мекунад. Аз ин сабаб юнониён ин гурӯҳи ситораҳоро «Хирси хурд» (Дубби Асгар) номидаанд (расмҳои 5.1.1 (аз боло) ва расми 5.1.3).

Дар лаҳзаи ба осмон, ба самти хате, ки аз мобайни думи «Хирси Калон» ва ситораи Кутбӣ мегузарад, нигоҳ кардан, бурчи Зотулкурсиро, ки он ба ҳарфи латинии *W* монанд аст, دیدан мумкин аст (расми 5.1.7). Юнониёни қадим ба шакли умумии он аҳамият дода, онро дар шакли шоҳзодаи дар курсӣ нишаста – Кассиопея тасаввур мекарданд (расми 5.1.4).

Мардуми белорус онро дар шакли алафдаравҳо тасаввур мекунад (расми 5.1.5).

Зимистон дар қисми ҷанубии шабонаи осмон гурӯҳи дигари ситораҳоро دیدан мумкин аст, ки онҳо ба ҳарфи латинии *R* монандӣ мекунад. Юнониёни қадим ба он номи яке аз қаҳрамонони ривояти дигари халқӣ, шикорчии девҷусса – Орион (точикон онро бурчи Ҷаббор мегӯянд) гузоштаанд (расми 5.1.6).

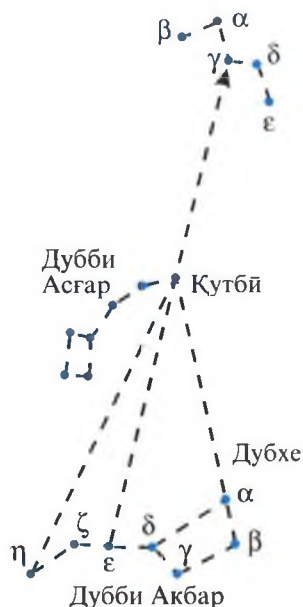
Камарбанди қаҳрамонро ситораҳои мобайнии ҳарфи *R* ташкил медиҳанд. Дар дасти чапаш сипарпӯст дошта, бо дасти силоҳдори рӯсташ ба сӯи барзагове, ки ба тарафи ӯ шох медавонад, ҳучум мекунад.

Ҳамин тарик, вобаста ба ин ривоятҳо номҳои бурҷҳо Орион (Ҷаббор) ва Савр (Ғусола) пайдо шудаанд.

Баъдан ситораҳои хеле хурд ҳам дар алоҳидагӣ ё якҷоя дар майдони осмон бо ситораҳои калон гурӯҳбандӣ шуданд.

Майдонҳои муайяни осмонро, ки дар онҳо гурӯҳи ситораҳои дурахшон номгузорӣ шудаанд, бурҷҳо номида мешаванд.

Осмони ситоразор аз 88 бурҷ иборат аст. Онҳоро аз рӯи мавқеи ҷойгиршавии гурӯҳи ситораҳояшон ёфтан осон аст.



Расми 5.1.7

Файр аз бурҷҳои Дубби Акбар ва Дубби Асгар бурҷҳои ҳастанд, ки ба онҳо номи ҳайвонҳо, масалан, Асад, Саратон, Акраб ва ғайраҳо гузошта шудаанд. Номҳои юнонии қадим – Кассиопея, Андромеда, Персей ва ғайра низ мувофиқи ривоятҳои афсонавӣ номгузорӣ шудаанд ва то ба замони мо омада расидаанд.

Ситораҳои вобаста ба дурахшониашон ва бо мақсади онҳоро аз якдигар фарқ карда тавоништан бо ҳарфҳои юнонии α , β , γ , δ ва ғайра ишора менамоянд.

Масалан, бо α – Ситораи Қутбӣ дар бурҷи Дубби Асгар (расми 5.1.3), бо α – Дабарон дар бурҷи Савр, бо β – Поллукс дар бурҷи Ҷавзо ва ғайра ишора шудаанд.

Ба ситораҳои равшани бурҷи Дубби Акбар, Меҳрак (β), Фикда (Фекда) (γ), Мегретс (δ), Дубхе (α), Алиот (ϵ), Митсар (ζ) ва Банотуннаъш (Бенетнаш) (η) ном гузошта шудааст (расми 5.1.7).

Бо ҷаҳми оддӣ дар нимкураи шимолии Осмон зиёда аз 3000 ситораҳои шуморидан мумкин аст. Миқдори умумии ситораҳои нимкураҳои шимолию ҷанубии кураи (сфераи) осмон тақрибан ба 6000 мерасад. Онҳо ба монанди Офтоб чун кураҳои тафсон (ҳарораташон 15–30 миллион дараҷа) аз худ нур мебароранд ва аз мо дар масофаҳои хеле дур воқеанд. Нури Офтоб то ба Замин дар давоми 8 дақиқа, аз ситораи наздиктарин α Кентавр дар муддати 4 сол ва аз Моҳ дар як сония омада мерасад.

Масофа аз Офтоб то Замин ба 150 000 000 км баробар аст. Ин масофа ҳамаҷун воҳиди астрономӣ (в.а.) қабул шудааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Бурҷи осмони ситоразор гуфта, чиро меноманд? Кадом бурҷҳоро медонед?
2. Осмони ситоразор аз чанд бурҷ иборат мебошад?
3. Бо кадом мақсад ситораҳои бурҷҳо бо ҳарфҳои юнонӣ ишора шудаанд?
4. Агар масофа аз Офтоб то ситораи наздиктарин (α -Кентавр) 270 000 воҳиди астрономӣ (в.а.) бошад, нури рӯшноӣ дар чӣ қадар вақт ба ин ситора рафта мерасад?

МАШҚ

1. Дар расми 5.1.7 масофаи байни ситораҳои β ва α -и Дубби Акбарро як воҳиди масофа ҳисобида, маълум кунед, ки ситораи Қутбӣ Дубби Асгар аз α -и Дубби Акбар тақрибан дар кадом воҳиди масофа ҷойгир мешавад?
2. Аз рӯи ситораи сеюми (ϵ) думи ба кафлез монанди Дубби Акбар ва ситораи Қутбӣ (расми 5.1.7) хати росте гузаронида шудааст. Ҳангоми ин ҳатро давом додан он аз болои ситораи дурахшоне мегузарад. Ин ситора ба кадом бурҷ дахл дорад?

5.2. Харитаи ситораҳо (хатҳо ва нуқтаҳои кураи осмон)

Барои омӯхтани координатаҳои ситораҳо ва сохтани харитаи онҳо ба гунбази фалак (кураи осмон) шиносӣ пайдо кардан лозим аст.

Кураи фикран тасвиршудаи радиусаш дилхоҳро, ки дар маркази он Замин ҷой дода шуда, аз он дар сатҳи ҳамин кура чирмҳои осмонӣ мушоҳида карда мешаванд, гунбази фалак номида мешавад (ниг. расмҳои рангаи 5.2.1 ва 5.2.2).

Дар он нуқтаи ба болои сарамон мувофиқ омадаро бо Z (зенит) ва нуқтае, ки ба муқобили он ҳобидааст, бо Z' (надир) ишора мекунем. Хатеро, ки нуқтаҳои S (ҷануб) ва N (шимоли)-ро бо ҳам мепайвандад, хати нимарӯзӣ меноманд. Ҳамворие, ки онро давраи $NESWN$ дар бар мегирад, ҳамвории уфуқи математикӣ номида мешавад, E – тарафи шарқ ва W – ғарбро ифода мекунанд.

Ҳангоми Замин дар атрофи меҳвараш ҷарх задан ба мо манзараи осмон тавре менамояд, ки ғӯё ситораҳо дар атрофи Замин ҳаракат мекарда бошанд (ниг. расми рангаи 5.2.3).

Ситораҳо, ғайр аз Ситораи Қутбӣ (α , Дубби Асгар), ки аз назди он тирӣ ҷархзании Замин мегузарад, дар давоми як шабонарӯз меридиани кураи осмонро дар нуқтаҳои M_1 , M_2 , M_3 ва ғайра ду маротиба мебуранд (ниг. расми рангаи 5.2.4).

Ҳодисаи ба меридиани кураи осмон расидани чирми мунирро қиём (кулминатсия) меноманд. Чирми мунир M (ба расми 5.2.4 нигаред) дар наздикиҳои Ситораи Қутбӣ ҷойгир аст ва ба поёни уфуқ намеамад, вале чирми M_4 , бинобар сабаби ҳарду қиёмаш дар поёни уфуқ будан мушоҳида намешавад. Хатеро, ки аз маркази Замин мегузарад ва нуқтаҳои қутбӣ P ва P' -ро ба ҳам пайваست мекунад, меҳвари дунё (олам) номида мешавад.

Ҳамворие, ки ба меҳвари дунё PP' перпендикуляр аст ва онро ба ду қисми баробар ҷудо мекунад, ҳамвории экватори дунё номида мешавад (ниг. расми рангаи 5.2.5). Ситораҳо дар як шабонарӯз дар болои уфуқ гирдогирди PP' доираҳое мекашанд, ки ба ҳамвории экватор параллеланд (ниг. расми рангаи 5.2.6, б).

Мо дар экватор истода (дар набудани Офтоб) тамоми чирмҳои мунирро дар як шабонарӯз мушоҳида карда метавонем (расми 5.2.6, в).

Мушоҳидачӣ, ки дар қутби шимолӣ ё ҷанубии Замин ҷойгир аст, ҳаракати зоҳирии чирмҳои осмониро доимо мушоҳида мекунад (ниг. расми рангаи 5.2.6, а).

Q – нуқтаи болоӣ ва Q' – нуқтаи поёнии экваторӣ дар меридиани осмонӣ мебошанд.

Баландии чирми M -ро дар қиёми болоӣ бо h ва майли онро аз экватор бо δ ишора карда, арзи маҳал φ -ро меёбем (ниг. расми рангаи 5.2.7).

Баландии қутби дунё h_p ҳама вақт ба арзи ҷугрофӣ баробар аст, яъне $h_p = \varphi$ ва аз ин рӯ кунҷи байни хати нимарӯзӣ NS

ва меҳвари дунё PP' ба арзи маҳал ϕ баробар аст. Аз расми 5.2.7 $PZ = QS = 90 - \phi$ ва аз тарафи дигар майли чирм аз экватор $QM = \delta$ аст, яъне чирми осмонӣ дар қиёми болоӣ ба баландии $h = 90^\circ - \phi + \delta$ соҳиб мешавад.

Эклиптика. Ба ҳаракати Офтоб назар карда, ба хулоса омадан мумкин аст, ки гуё он дар атрофи Замин ҳаракат мекарда бошад. Ин хулоса ба ҳақиқат рост намеояд. Ин ҳаракати зоҳирии Офтоб инъикоси ҳаракати шабонарӯзии Замин дар атрофи меҳвараш мебошад. Вале Замин инчунин дар атрофи Офтоб ҳам давр мезанад. Агар гардиши Заминро дар атрофи Офтоб ба назар гирифта, дар ибтидо қиёми болоии Офтобро ба қиёмҳои ситораҳо қиёс кунем, он гоҳ мебинем, ки фосилаи қиёмҳои ситораҳо назар ба фосилаи қиёмҳои Офтоб дар ҳар шабонарӯз ба 4 дақиқа ($\approx 1^\circ$) зиёд аст. Ин чунин маъно дорад, ки Офтоб дар ҳар гардиши шабонарӯзии Замин ба тарафи шарқ, ба муқобили гардиши кураи осмон (гунбази фалак) ҷой иваз мекунад.

Ҳамин тавр, дар давоми як соли ҳақиқӣ Офтоб гуё дар осмони ситоразор ҳаракат карда, нисбат ба мушоҳидачӣ як давраи пурра мекашад, ки онро эклиптика меноманд ва он ба 360° баробар аст.

Офтоб аз рӯи эклиптика ҳаракат карда, 21-уми март дар нуктаи Υ ва 23-юми сентябр дар нуктаи $\cap$ (ниг. расми рангаи 5.2.8) ҳамвории экваториро мебурад. Ин нуктаҳо нуктаҳои баробаршавии (эътидолии) шабонарӯзи баҳорӣ ва шабонарӯзи тирамоҳӣ номида мешаванд.

Нисфи рӯз (22-юми июн) Офтоб дар нимкураи шимолии осмон, дар болои уфуқ мавқеи баландтарин S -ро ишғол карда, минбаъд аз рӯи эклиптика ҳаракат намуда, экватори дунёро дар тахти кунҷи $23^\circ 27'$ мебурад ва дар қисми поёнии осмон 22-юми декабр ба нуктаи E мерасад, ки он ба кӯтохтарин рӯз мувофиқ меояд.

Офтоб аз рӯи эклиптика дар осмони ситоразор аз бурҷҳои Ҳут, Ҳамал, Савр, Ҷавзо, Саратон, Асад, Сунбула, Мизон, Ақраб, Ҷадӣ, Қавс ва Далъ мегузарад.

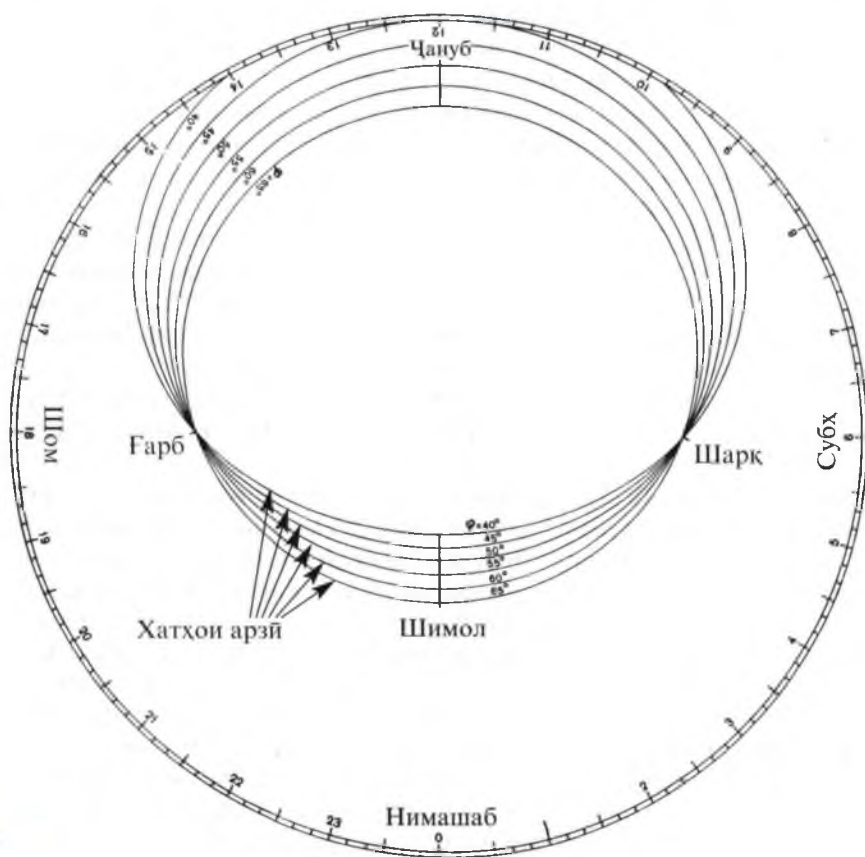
Қариб ҳамаи ин бурҷҳо номи ҳайвонотро доранд ва аз ин рӯ, онҳо ҷамъоҷамъ бурҷҳои зодиақӣ (зоо–ҳайвон) номида мешаванд.

Бо мақсади омӯختани мавқеи дидашавандагии ситораҳо ва бурҷҳо харитаи осмони ситоразор зарур аст. Барои ин пеш аз ҳама, муайян кардани мавқеи ҷойгиршавии ситораҳо дар кураи осмон мувофиқи мақсад аст. Барои амалӣ шудани он системаи координатаҳоеро бояд интихоб намуд, ки якҷоя бо осмони ситоразор ҷарх насад. Ба сифати ин гуна системаи координатаҳо системаи координатаҳои экваторӣ интихоб карда, дар маркази он мушоҳидачӣ ҷой дода мешавад. Дар ин ҳолат мушоҳидачӣ аз марказ бо ёрии системаи экватории координатаҳои кураи осмон мавқеи ситораҳоро муайян карда метавонад (ниг. расми рангаи 5.2.5).

Дар ин система яке аз координатаҳо масофаи кунҷии ҷирми мунирро аз экватори дунё муайян мекунад, ки он майл (δ) номида мешавад. Қимати тағйирёбиаш аз экватор поён ба -90° ва аз экватор боло ба $+90^\circ$ баробар аст ва он ба арзи ҷуғрофӣ монанд аст.

Координатаи дуюм ба тӯли ҷуғрофӣ монанд буда, тӯли рости ҷирм (α) номида мешавад. Он аз нуқтаи баробаршавии шабонарӯзии баҳорӣ (Υ) ибтидо гирифта, қад-қадӣ экватор то нуқтае, ки дар натиҷаи буриши хати экватор бо нимдавраи майл ҳосил шудааст, ҳисоб карда мешавад. Ҳудуди тағйирёбии α аз 0 то 360° аст. Шарҳи мо танҳо бо гардиши Замин алоқаманд аст, ки он дар давоми 24 соат як маротиба дар атрофи меҳвараш ҷарх мезанад.

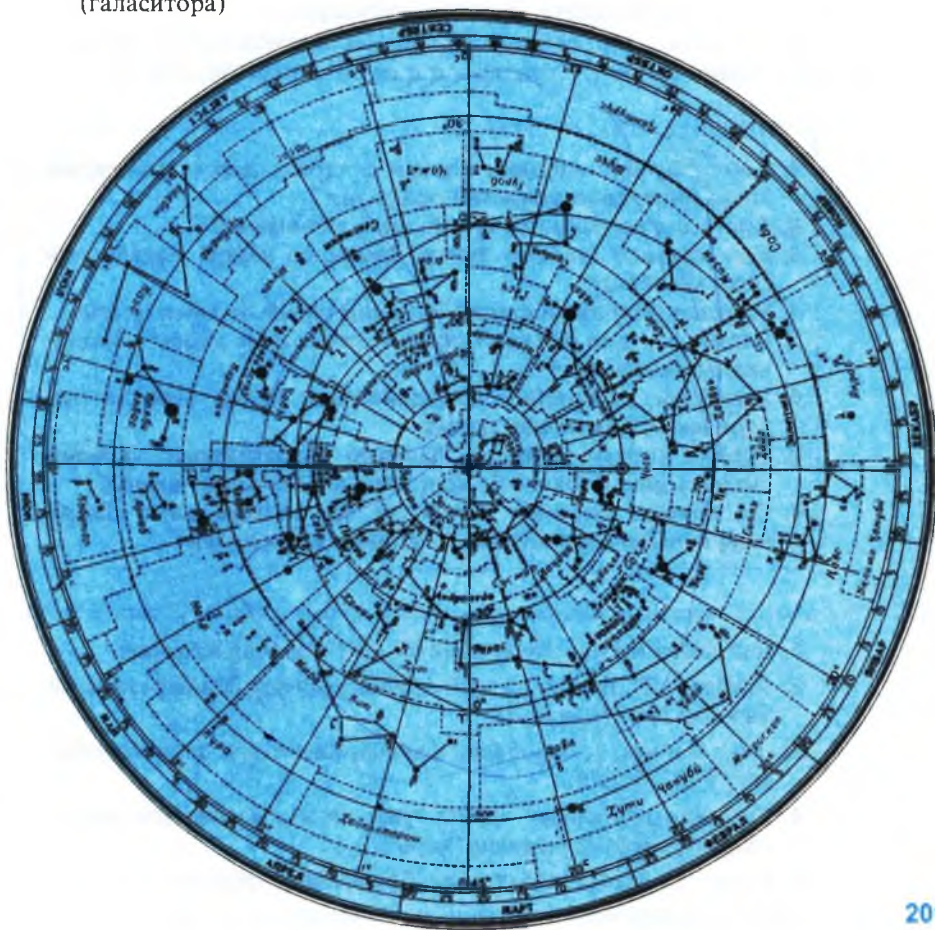
ДОИРАИ РҶИХАТИ ХАРИТАИ ОСМОНИ СИТОРАЗОР



Аз ин ҷо ҳудуди тағйирёбии α -ро бо воҳиди вақт ифода кардан мумкин. Агар 360° ба 24 соат мувофиқ ояд, он гоҳ 15° – 1 соат, 1° – 4 дақиқа, $15'$ – 1 дақиқа ва $15''$ – 1 сонияро ташкил медиҳанд.

ХАРИТАИ ГАРДАНДАИ ОСМОНИ СИТОРАЗОР

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| ● Ситора | ☉ Алекси Офтоб |
| ◆ Қушаситора | ☼ Туманот |
| ⊙ Ду ситораи ба ҳам наздик | ♄ Нуктаи эътидоли баҳорӣ |
| ● Ситораи тағйирёбанда | ♊ Нуктаи эътидоли тирамоҳӣ |
| ⊙ Тарокуми ситораӣ (галаситора) | ☄ Ҳудуди бурҷҳо ва номи онҳо |



Баъди саҳеҳ муайян кардани координатаҳои α ва δ -и ситораҳо харитаи гардандаи осмони ситоразор, ки ба шакли паҳнкардашудаи харитаи чуғрофӣ монанд аст, сохта мешавад (нигаред ба варақаҳои алохида). Дар гирдогирди харитаи ситораҳо моҳҳо, рӯзҳо ва соатҳое, ки чамъоҷамъ як шабонарӯзро (24 соат) ташкил медиҳанд, қайд гардидааст. Дар сатҳи канории курси (диски) беҳаракат ададҳои шабонарӯзӣ (24 соат) такроран қайд мешавад. Каме дуртар аз маркази чархзании ин курс, ки аз он тири дунё мегузарад, ҳалқаи кушодаи эллипсмонанди ба арзи чуғрофии маҳал мувофиқ кардашударо мебинед, ки дар атрофи он ададҳои дараҷагии арзи маҳалро дарбаргиранда навишта шудаанд.

Барои ёфтани ин ё он бурҷ ё ситора, мувофиқ ба вақти маҳал (0 соат, 1 соат, 2 соат, ... 24 соат) курсро бо ангуштон ба ҳаракат дароварда, вақти маҳалро (масалан, соати 20-ро) ба болои соати 20-и ҳамон рӯзи мушоҳида (масалан, 22 сентябр), ки дар сатҳи беҳаракати харита навишта шудааст, мегузоредем.

Дар ин ҳолат дар дохили ҳалқаи эллипсмонанд ситораҳо ва бурҷҳои ҳамин рӯзро (22 сентябр, соати 20) дидан мумкин аст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Барои муайян кардани мавқеи ситораҳо дар осмон кадом координатаҳоро доништан лозим аст?
2. Системаи координатӣ гуфта, чиро меноманд?
3. Дар маркази гунбази фалак Замин ба кадом мақсад чой дода мешавад?
4. Чархзании гунбази фалак бо кадом сабаб ба амал меояд?
5. Барои сохтани харитаи осмони ситоразор кадом координатаҳо лозим аст?
6. Ҳудудҳои тағйирёбии координатаҳои α - ва δ -ро аз рӯи харитаи осмон нишон диҳед.
7. Тарзи истифодабарии харитаи ҳаракатноки осмони ситоразорро вобаста ба арзи маҳал маънидод намоед.
8. Бо воҳиди дараҷаи кунҷӣ ва бо воҳиди вақт ифода намудани координатаҳои α - ва δ -ро шарҳ диҳед.

МАШҚ

1. Дар кадом нуқтаи осмон майл ба -90° баробар мешавад.
2. Ситорае 15° дуртар аз қутб ҷойгир шудааст. Майли он ба чӣ баробар аст. (Ҷавоб: 75°)
3. α - ва δ -и нуқтаи баробарии шабонарӯзи баҳорӣ ба чӣ баробар аст? (Ҷавоб: 0; 0)
4. Ситораҳо дар канори харита тунук ва дар наздикиҳои марказ наздиктар ҷойгир шудаанд. Чаро?
5. 6 соат; 15 дақиқа ва 8 сонияро ба дараҷаҳо гардонед.

5.3. Тавсифи умумии сайёраҳо

Дар атрофи Офтоб нӯх сайёра: Уторид, Зӯҳра, Замин, Миррих, Муштарӣ, Зуҳал, Уран, Нептун ва Плутон аз рӯи мадорҳои муайян давр мезананд (ниг. расми рангаи 5.3.1). Панҷтои онҳо ҳанӯз дар замони қадим маълум буданд ва халқҳои ҷудогона ба онҳо номҳои интиҳобкардаи худро мегузоштанд. Дар адабиётҳои номҳои римӣ гузошташуда Меркурий (Уторид), Венера (Зӯҳра), Марс (Миррих), Юпитер (Муштарӣ) ва Сатурн (Зуҳал) то ба ҳол истифода мешаванд.

Уранро хангоми мушоҳида В. Гершел (астрономи англис) соли 1781, Нептунро соли 1846 И. Галле (олими олмон) ва Плутонро соли 1930 К. Тамбо (олими амрикоӣ) кашф кардаанд. Масофаи ҷойгиршавии сайёраҳо аз рӯи мадорҳои онҳо нисбат ба Офтоб тақрибан бо ёрии формулаи Титсиус–Боде (олимони олмонии асри XVIII) муайян карда мешавад: $l = (0,4 + 0,3 \cdot 2^n)$ в.а. Дар ин ҷо n нишондиҳандаест, ки аз рӯи кимати он ($n = -\infty, 0, 1, 2, \dots$) масофа аз сайёраҳо то Офтоб ҳисоб карда мешавад. Барои Уторид $n = -\infty$; барои Зӯҳра $n = 0$; барои Замин $n = 1$; барои Миррих $n = 2$; барои қабати астероидҳо $n = 3$; барои Муштарӣ $n = 4$ ва ғайра.

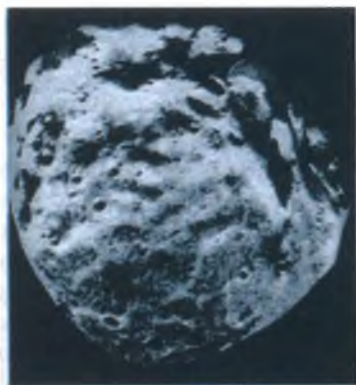
Сайёраҳо калонтарин ҷирмҳои курашакли системаи Офтобӣ мебошанд. Мадорҳои ҳаракати аксари онҳо дар ҳамвории умумӣ мебошанд. Танҳо мадорҳои Уторид ва Плутон нисбат ба ҳамвории умумии сайёраҳо мувофиқан кунҷҳои 7° ва 17° -ро ташкил медиҳанд.

Сайёраҳо – Уторид, Зӯҳра, Замин ва Миррих аз ҷиҳати табиат ва тавсифи физикиашон аз Муштарӣ, Уран, Зуҳал ва Нептун фарқи кулلى доранд. Бинобар ин, онҳо ба ду гурӯҳ ҷудо карда мешаванд:

- 1) гурӯҳи сайёраҳои типии Замин, ки ба онҳо Уторид, Зӯҳра, Замин ва Миррих дохил мешаванд. Дар ин гурӯҳ Замин як ҳамсафар (Мох) ва Миррих ду ҳамсафар (Фобос ва Деймос) доранд (расми 5.3.2);
- 2) гурӯҳи сайёраҳои азим, ки ба онҳо Муштарӣ, Зуҳал, Уран ва Нептун дохил мешаванд.

Плутон, ки масса ва андозаи хурд дорад, аз Офтоб дар масофаи $6 \cdot 10^9$ км ҷойгир аст, хеле кам омӯхта шудааст ва шартан ба гурӯҳи сайёраҳои типии Замин дохил мешавад вале аз ҷиҳати сохти атмосфера, ҳарорат ва дигар хусусиятҳои он ба сайёраҳои азим дохил мешавад. Ҳамаи сайёраҳои азим дар гирди меҳварашон бо суръатҳои калон ҷарх мезананд ва сатҳи онҳо бо атмосфераи ғафс пӯшида шудаанд.

Аз сайёраҳои азим (ниг. расми рангаи 5.3.1, ишораи 4) Муштарӣ калонтарин буда, массааш аз Замин 318 ва ҳаҷмаш аз ҳаҷми он 1300 маротиба калон мебошад. Соли он дар атрофи Офтоб ба 12 соли заминӣ баробар аст. Даври ҷарҳзании шабонарӯзӣ дар экватори сайёра ба 9 соату 50 дақиқа баробар буда, он ба тарафҳои қутбҳо кам шуда меравад. Чунин тарзи ба Муштарӣ хоси ҷарҳзании аз моддаи газӣ таркиб ёфтани қабатҳои болоии он гувоҳӣ медиҳад.



Фобос



Деймос

Расми 5.3.2

Таркиби атмосфераи Муштарӣ асосан аз молекулаҳои H_2 , NH_3 , CH_4 , C_2H_2 ва H_2O иборат аст.

Абрҳои гуногун атрофи Муштариро ихота кардаанд. Танҳо қисми хурди маркази онро ядроӣ сангинро ташкил медиҳад. Шакли ба гирдбод монанди абри мушоҳидашавандаи ин сайёра 300 сол инчониб тағйир наёфтааст. Вай аз сатҳи поёни ҷарҳанон ба боло баромада, шояд дигар гирдбодхоро фуру бурда меистад.

Ҳарорат дар сайёраҳои азим хеле паст – 140°K (дар Муштарӣ) ва -180°K (дар Зуҳал) мебошад. Дар спектри сайёраҳои дур хатҳои спектриалии NH_3 дида намешаванд.

Мумкин аст, ки дар чунин ҳарорати паст онҳо дар ҳолати яхин бошанд. Сабаби дуру дароз дар ҳолати устувор будани шакли абрҳои сайёра ба ҳамин ҳолати яхбастагии онҳо вобаста аст.

Тадқиқоти сайёраҳои азим нишон медиҳад, ки ҳангоми ба маркази онҳо наздик шудан гидроген аввал дар ҳолати газӣ, баъд дар ҳолати газу моеъгӣ ва дар охир дар ҳолати моеъгӣ мавҷуд аст.

Муштарӣ майдони магнитӣ дорад. Қабатҳои радиатсиягии он аз қабатҳои радиатсиягии Замин хеле ғуҷуватанд. Дар атмосфераи он раъду барқи доимӣ ба амал меоянд. Он ҳамчун манбаи мавҷҳои радиогӣ ҳисобида мешавад. Ин сайёра 16 ҳамсафар дорад. Ио, Европа, Каллисто ва Ганимед ҳамсафарони калонтарини ин сайёра мебошанд. Кутри Ганимед, аз кутри Моҳ 1,5 маротиба зиёд аст. Онро кураи яхин меноманд. Дар сатҳи Ио доимо вулканҳои амалкунанда мушоҳида карда мешаванд, ки дар натиҷаи онҳо олтингӯгирд ба боло пош хӯрда меистад. Аз ин сабаб ранги он сурх менамояд.

Зуҳал аз ҷиҳати андоза баъди Муштарӣ меистад. Қисмҳои гуногуни он монанди Муштарӣ суръатҳои кунҷии гуногун доранд. Кутри он 120 660 км мебошад, ки он аз кутри Замин 9 маротиба калон аст.

Дар байни ҳамаи сайёраҳои системаи Офтобӣ Зухал бо ҳалқаи худ диққатҷалбкунанда аст (расми 5.3.1, ишораи 6). Ғафсии ҳалқаи он 14–15 км буда, васеъгаш (бараш) чунон калон аст, ки дар болои он чандин қутри Заминро ҷой додан мумкин аст.

Ин ҳалқа асосан аз се қисм – ҳалқаи дохилӣ, ҳалқаи мобайнӣ ва ҳалқаи беруний иборат мебошад. Андозаи зарраҳои ҳалқаҳои дохилӣ ва беруниро ташкилкунанда хеле хурд буда, андозаҳои зарраҳои қисми мобайнӣ то 10-ҳо см мерасанд.

Ҳалқаи сайёра нисбат ба сатҳаш дар масофаи 10^5 км ҷойгир аст. Ин аз ҷумлаи ҳамон ҳалқаҳост, ки мебоист онҳо дар замони пайдоиши сайёраҳои азим дар атрофи сайёраҳо аз тумани абручангӣ зич пайдо шуда, минбаъд ҳамсафаронро ба вучуд меоварданд. Дар чунин масофаи наздик (10^5 км) ҳамсафарон агарчи пайдо мешуданд ҳам, онҳо дар натиҷаи қувваи ҷозибаи байниҷадигарии заррачаҳои ҳалқаи ҳамвор ва сайёра боз ба ҳолати порашавӣ дучор мешуданд. Ин аст, ки ҳалқаи сайёра то ба ин давр ҳолати устувори худро тағйир надидааст.

Аз 30 ҳамсафарони Зухал ҳамсафари шашумаш – Титан, ки қутраш 4850 км аст, бо атмосфераи пушида шудааст ва таркиби он аз CH_4 иборат аст. Ҳамсафар – Феба дар атрофи Зухал баръакс ҳаракат мекунад*.

Ҳамсафари Муштарӣ Ганимед ва ҳамсафари Зухал Титан андаке аз Моҳ калонтаранд.

Уран дар телескоп андозаи кунҷии 4"-ро дорад, ки он 49600 км-ро дарбар мегирад. Меҳвари Уран монанди Зӯҳра нисбат ба ҳамвории мадораш пурра ба паҳлӯ ҳобида, дар атрофи он сайёра тавре ҷарх мезанад, ки он ба самти ҳаракаташ аз рӯи мадор дар атрофи Офтоб муқобил аст. Дар атрофи он 15 ҳамсафар давр мезананд. Калонтарини онҳо Оберон мебошад, ки қутраш ба 1000 км баробар аст.

Сайёраи дигар Нептун ба диаметри кунҷии 2,4" (25050 км) соҳиб аст. Вай 8 ҳамсафар дорад. Ҳамсафари он Тритон, ки қутраш 2705 км мебошад, ба қатори ҳамсафарони калони сайёраҳои системаи Офтобӣ дохил мешавад ва самти даврзании он ба самти ҷархзании Нептун муқобил аст.

Дар масофаи дуртарин аз Офтоб, тақрибан 40 в.а. сайёра – ~~П~~ Плутон (қутраш тақрибан 2300 км) воқеъ аст. Он дар давоми 250 сол дар атрофи Офтоб як маротиба давр мезанад. Соли 1978 ҳамсафари ин сайёра кашф карда шуд ва он Харон номида шудааст.

Тасаввуроти мо доир ба сайёраҳои азим он қадар зиёд нест. Ғарчанде пайдоиш ва инкишофи ҳамаи сайёраҳои системаи Офтобӣ бо ҳам алоқаманд бошанд ҳам, ҳулосаҳои илмӣ доир ба сайёраҳои азим, ки ба табиат ва шароити физикии сайёраҳои гурӯҳи Замин

* Солҳои охир шумораи зиёди ҳамсафарони сайёраҳои азим ба қайд гирифта шудаанд.

мукоиса шудаанд, олимони соҳаи астрономияро қаноатманд карда наметавонанд.

Бузургии масса асосан қувваи ҷозибаро дар ин ё он сайёра ба вуҷуд меорад. Агар сайёраҳо хурд бошанд, молекулаҳои атмосфераи онҳо бинобар сабаби камии қувваи вазнинӣ (ҷозибаро) дар зери таъсири гармии Офтоб суръати параболӣ гирифта, сатҳи сайёраҳо тамоми тарки мекунанд. Ин аст ки Уторид ва баъзе радифони сайёраҳои системаи Офтобӣ, аз ҷумла, Моҳ атмосфера надоранд. Миррих, ки массааш аз массаи Замин 9 маротиба хурд аст, бо атмосферае иҳота шудааст, ки зичии он аз зичии атмосфераи Замин хеле хурд аст.

Баландшавӣ ва камшавии ҳарорати сатҳи сайёраҳо аз мавҷудияти атмосфера ва масофаи ҷойгиршавӣ аз Офтоб вобастагии калон дорад. Гармие, ки сайёраҳо аз Офтоб мегиранд ё бо микдори кам аз дохили ҳуди онҳо бармеояд, дар натиҷаи ҷархзании шабонарӯзӣ дар қабатҳои наздиктарини атмосфераи атрофи сайёраҳо ба ҳолати эътидолӣ оварда мешавад.

Вале агар сайёра бо як тарафаш дар атрофи Офтоб давр занад, он гоҳ фарқияти калони ҳароратҳои рӯзона ва шабона, иқлим, табиат ва умуман шароити физикии ин сайёраҳо ба дараҷаи ниҳой тағйир медиҳад. Хусусан як тарафи он хеле тафсон шуда, тарафи дигараш ниҳоят хунук мешавад.

Омузиши табиати сатҳи сайёраҳо ва радифони онҳо бо ёрии телескопҳо ва таҷҳизоти махсуси мушоҳидавӣ гузаронида мешавад. Натиҷаи тадқиқотҳои, ки бо ёрии дастгоҳҳои кайҳонӣ дастрас гардидаанд, нишон медиҳанд, ки Моҳ ва сайёраҳои гурӯҳи Заминӣ аз ҷиҳати тавсифоти физикиашон начандон тафовути калон доранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар атрофи Офтоб чандто сайёра давр мезананд? Онҳоро аз рӯи тартиби ҷойгиршавиашон нисбат ба Офтоб номбар кунед.
2. Кадом гурӯҳи сайёраҳо аз ҳамдигар фарқ менамоянд? Онҳоро номбар кунед. Тафовути асосии онҳоро шарҳ диҳед.
3. Бузургии қувваи ҷозибаро дар сайёраҳо аз чӣ вобастагӣ дорад? Моҳ чаро атмосфера надорад?
4. Агар сайёра бо як тарафаш (агар атмосфера дошта бошад) дар атрофи Офтоб давр занад, чӣ ҳодиса рӯй медиҳад?

5.4. Шакл, андоза ва массаи Замин

Шакли Замин. Ҳангоми мушоҳидаи киштии баҳрӣ дар лаҳзаи аввал нӯғҳои болоии сутунҳои бодбараки киштиро дидан мумкин аст ва бо гузашти вақт қисмҳои мобайнӣ ва баъдан ҳуди он пурра намоён мешавад, ки ин аз барҷастагии Замин шаҳодат медиҳад.

Ҳангоми афтидани сояи Замин ба болои Моҳ (яъне гирифти Моҳ) ба чаши мушоҳидон Моҳ камоншакл менамояд. Ин далели дигарест, ки курашакл будани Заминро тасдиқ мекунад.

Гояи курашакл будани Заминро ҳанӯз дар замонҳои қадим олимони юнонӣ (Пифагор ва Аристотел, асрҳои V–IV то милод) пешниҳод кардаанд.

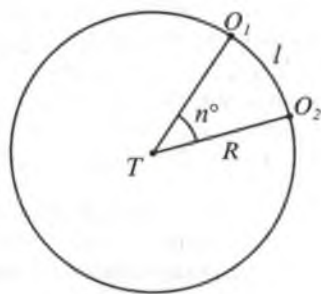
Мувофиқи назарияи қозибайи умумичаҳонӣ ҳисмҳои вазнини андозаашон ҳеле зиёд, ки дар гирди меҳвари хусусӣ чарх мезананд ва ба суръати начандон калон доро ҳастанд, бояд шаклашон ба кура монанд бошанд. Дарҳақиқат, ҷирмҳои мушоҳидашавандаи ҳаҷму массаашон калон, аз ҷумла Офтоб, Моҳ ва сайёраҳо аз кураи ҳақиқӣ на он қадар фарқ мекунанд. Суратҳое, ки бо ёрии киштиҳои кайҳонӣ гирифта шудаанд, курашакл будани шакли Заминро тасдиқ менамоянд (ниг. расми рангаи 5.4.1).

Андозаи Замин. Курашакл будани Замин имконият медиҳад, ки андозаи он бо ёрии усулҳои пешниҳодкардаи олимони соҳаи астрономия ва ҷуғрофия Эратосфен (Юнони қадим, солҳои 276–194 то милод) ва Абӯрайҳони Берунӣ (Хоразм, 973–1048) муайян карда шавад. Аввал усули Эратосфенро дида мебароем (расми 5.4.2). Масофаи байни нуқтаҳои O_1 ва O_2 , ки дар ҳамон як меридиани ҷуғрофӣ ҳобидаанд бо l (километрҳо) ва қимати кунҷии онро бо n° (дараҷаҳо) ифода карда, дарозии камони l_0 , ки 1° -ро ташкил медиҳад, муайян мекунем:

$$l_0 = \frac{l}{n^\circ}.$$

Он гоҳ дарозии давраи пурра ба $L = 360^\circ l_0 = \frac{360^\circ l}{n^\circ} = 2\pi R$ баробар мешавад ва радиуси кураи Заминро аз ин ҷо муайян кардан мумкин аст:

$$R = \frac{180^\circ l}{\pi n^\circ}.$$



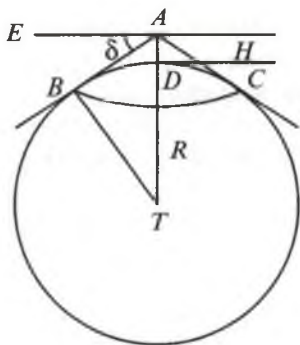
Расми 5.4.2

Дар ин ҷо қимати кунҷи n° ба фарқи арзҳои ҷуғрофии нуқтаҳои O_1 ва O_2 баробар аст, яъне $n^\circ = \varphi_1 - \varphi_2$.

Муайянкунии дарозии камон l бинобар сабаби мавҷуд будани қуҳҳо ва умуман пасту баландиҳои Замин мушқил аст. Дар замони мо он бо роҳи ченкуниҳои секунчагӣ (триангулятсия), ки дар геодезия истифода мешавад, муайян карда шудааст.

Абӯрайҳони Берунӣ дар замони худ барои ҳисоб намудани радиуси Замин – R формулаи зеринро ҳосил намуда буд:

$$R = \frac{2H}{\lg^2 \delta}.$$



Расми 5.4.3

Бо мақсади ҳисобкунии радиуси Замин Абурайҳони Берунӣ ба қуллаи кӯҳе, ки баландиаш $H = 100$ м буд баромада, кунҷи ҳамии уфук δ -ро муайян кард (расми 5.4.3). Дар натиҷаи ҳисобкуниҳои математикӣ Абурайҳони Берунӣ радиуси Заминро муайян намуд, ки он аз натиҷаҳои ҳисобкуниҳои ҳозиразамон ба 3–4% фарқ мекунад.

Аз ҳамаи ченкуниҳо барои мо муҳимаш ченкуниҳои кунҷӣ-дараҷагӣ мебошад. Мувофиқи он дар сатҳи Замин нуктаеро, ки арзи ҷуғрофияш $\varphi = 35^\circ$ аст,

интиҳоб намуда, аз он дарозии камони кунҷи 1° -ро аввал ба тарафи ҷануби Замин ва баъд ба самти шимоли он чен мекунанд. Дарозии камонҳои ин кунҷ ба тарафи ҷануб ба 110,5 км ва ба самти шимол ба 111,5 км мувофиқ меояд. Ин маънои зиёдшавии масофа ё ростшавии қачии сатҳи Заминро (ба самтҳои кутбӣ) мефаҳмонад.

Бо ёрии усули ченкунии кунҷӣ-дараҷагӣ дарозии камони дорой 1° дар кутбҳо ва дар экватор чен карда шуд, ки мувофиқан ба 111,7 ва 110,6 км баробар аст. Ҳисобкуниҳои ҳозиразамон нишон медиҳанд, ки радиуси экватории Замин аз радиуси кутбӣаш 21,4 км зиёд мебошад. Яъне ҳангоми чархзанӣ дар атрофи меҳвараш кутбҳои Замин ба тарафи маркази он фишурда шуда, шакли эллипсоиди чархзанандаро гирифтааст.

Дар ҳисобкуниҳои байналхалқӣ барои элементҳои эллипсоиди Замин қиматҳои зерин қабул шудааст: радиуси экваторӣ $a = 6378,16$ км, радиуси кутбӣ $b = 6356,78$ км.

Аз ин ҷо бо ёрии формулаи $\epsilon = \frac{a - b}{a}$ қимати фишурдашавии эллипсоидро ёфтан осон аст, ки он ба 1 : 298,25 баробар аст.

Ҳамин тавр, маълум шуд ки курамонандии Замин аз сфероид (эллипсоиди чархзананда) фарқ мекунад ва агар сухан дар бораи шакли Замин равад, шакли гайрифизикии сатҳи онро (укёнусҳо, пасту баландиҳои зеринӣ ва гайра) дар назар надошта, балки сатҳи геоидро ба назар гирифтани лозим аст, ки он аз рӯи сатҳи оби ороми бахру укёнусҳои Замин мегузарад.

Массаи Замин. Қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ имконият медиҳад, ки массаи Заминро ҳисоб кунем.

Дар ҳақиқат, мувофиқи ин қонун барои ҳисоб намудани массаи Замин M_3 ифодаи зеринро ҳосил кардан мумкин аст:

$$mg = G \frac{M_3 m}{R^2}. \quad (5.5.1)$$

Аз ин ҷо

$$M_3 = \frac{gR^2}{G}, \quad (5.5.2)$$

дар ин ҷо $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ шитоби афтиши озод, $R = 6370 \text{ км}$ – радиуси миёнаи Замин, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ – собити гравитатсионӣ мебошанд.

Қиматҳои ададиро ба формулаи (5.5.2) гузошта, массаи Замиро ҳисоб кардан мумкин аст:

$$M_3 = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 (6370 \cdot 10^3 \text{ м})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна шакл доштани Замиро бо мисолҳо фаҳмонед.
2. Усулҳои муайянкунии андозаи Замиро шарҳ диҳед.
3. Чаро радиуси экватории Замин аз радиуси қутбиаш 21,4 км зиёд аст?
4. Массаи Замиро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

МАШҚ

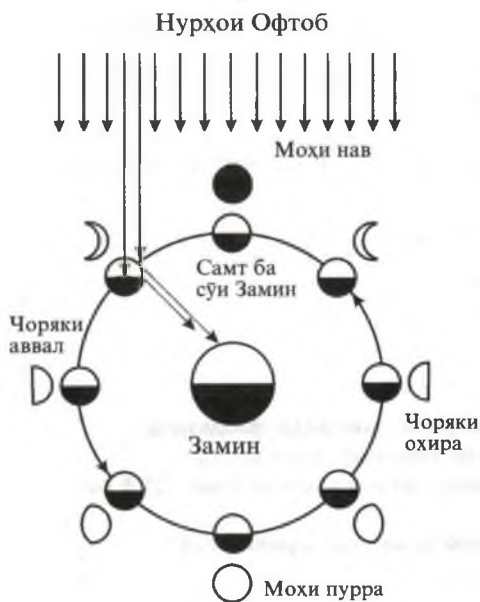
1. Дарозии хати уфуқиро аз қуллаи кӯҳи баландтарин – Эверест, ки баландиаш ба 8840 м баробар аст, муайян кунед. (Ҷавоб: 357 км)
2. Дарозии хати уфуқии стратостатеро ёбед, ки он дар баландии 22 км воқеъ аст. (Ҷавоб: 564 км)
3. Радиуси Замин маълум карда шавад, агар дар қуллаи кӯҳи баландиаш 1 км ҳамаи уфуқ кунҷи $1^\circ 01'$ -ро ташкил диҳад.

5.5. Моҳ – радифи табиӣ Замин

Тавсифи физикии Моҳ. Моҳ барои мушоҳида аз ҳама наздиктарин ҷирми осмонӣ ба шумор меравад ва аз Замин дар масофаи 384000 км воқеъ гаштааст. Вай бо ҳамон як тарафаш дар атрофи Замин дар давоми 27,3 шабонарӯзи ситорагӣ як маротиба давр мезанад. Ин даври гардишро моҳи сидерӣ ё ситорагӣ меноманд (агар ин гардиши Моҳ аз ситора мушоҳида шавад). Аз ин мебарояд, ки даври гардиши Моҳ дар атрофи Замин ба даври чархзании он дар атрофи меҳвараш баробар аст.

Кутри он ба 3474 км баробар буда, аз кутри Замин 4 маротиба, массааш аз массаи Замин 81 маротиба ва ҳаҷмаш нисбат ба ҳаҷми Замин 49 маротиба хурд аст.

Оғтоб сатҳи ҷирмҳои осмонӣ, аз он ҷумла сайёраҳо ва ҳамсафарони онҳоро гарм ва равшан мекунад. Равшании Моҳ ин рушноии инъикосгардидаи Оғтоб аст.



Расми 5.5.1

Ҳангоми мушоҳида чор фазаҳои аз якдигар фарқкунанда (моҳи наф, чоряки аввал, моҳи пурра ва чоряки охира) ва пай дар пай ивазшавандаи Моҳро дидан мумкин аст (расми 5.5.1).

Дар ҳолати моҳи наф Моҳ мавқеи мобайнии Замину Офтобро гирифта, ба Офтоб нигарон мешавад. Дар ин маврид тарафи торики Моҳ ба сӯи Замин нигаронида шуда, барои мушоҳида нонамоён аст. Баъди ду рӯз Моҳи нави камоншакли борик дар қисми ғарбии осмони шомгоҳ пайдо мешавад.

Дар давоми 7 рӯз тарафи барҷастаи ба Офтоб нигаронидашудаи Моҳ васеъ шуда, шакли нимдоираро мегирад. Фазаи наф ҳосил мешавад, ки онро чоряки якӯм меноманд. Дар ин

вақт Моҳ дар квадратураи шарқӣ, яъне ба тарафи шарқ аз Офтоб дар таҳти кунҷи 90° меҳобад. Дар ин ҳолат нисфи сатҳи Моҳ равшан буда, нисфи дигараш торик аст. Дар ҳолати ин фаза Моҳ дар нимаи аввали шаб намоён аст ва бо гузаштани вақт ба паси уфуқ меҳамад.

Рӯз аз рӯз ба чаҳми мушоҳида равшании сатҳи нимкураи Моҳ меафзояд ва баъди 7 рӯз ин сатҳ пурра равшан мешавад.

Моҳ дар вақти пурра равшан буданаш нисбат ба Офтоб мавқеи муқобилистиро мегирад ва аз ин рӯ, моҳи пурра дар осмон тамоми шаб намоён аст. Дар ин давра бегоҳӣ Моҳ баъд аз гуруби Офтоб аз паси уфуқ намоён мешавад ва саҳарӣ дар лаҳзаи намоёншавии Офтоб ба поёни уфуқ меҳамад.

Минбаъд тарафи ғарбии Моҳ торик шуда, тахминан баъди 7 рӯз пас аз пуррашавӣ Моҳ боз шакли нимдоираи равшанро мегирад. Яъне лаҳзаи чоряки охири мерасад.

Моҳ дар квадратураи ғарбӣ ҷой гирифта, ба Замин боз нимдоираҳои торику равшани он нигаронида мешаванд. Вале дар ин ҳолат Моҳ ба тарафи ғарб аз Офтоб дар таҳти кунҷи 90° меҳобад ва дар нимаи дуҷуми шаб то баромади Офтоб намоён шуда меистад. Рӯшноии сатҳи Моҳ минбаъд торафт кам шуда, боз шакли камони борикро мегирад ва дар тарафи шарқ дар муҳити нурҳои офтобии субҳи саҳарӣ ва то баромади Офтоб намудор мешавад. Баъди 2–3 рӯз Моҳи камоншакл аз назар ғойб мегардад ва Моҳи наф баъди 7 рӯзи ғумшавии Моҳ боз аз наф пайдо мешавад.

Ҳангоми аз рӯи як хати рост дар байни Офтобу Моҳ чойгир шудани Замин сояи он ба Моҳ афтада, сатҳи онро торик мекунад. Ин ҳодисаро гирифтӣ Моҳ меноманд.

Сатҳи Моҳ. Бо ёрии стансияҳои «Луна-3», «Луна-9» ва «Луна-10» (Собик Иттиҳоди Шӯравӣ) ва киштиҳои амрикоии байнисайёравӣ «Рейнчер»-ҳо сатҳи ба чашм намоён ва нонамоёни Моҳ омӯхта шуда, харитаи он тартиб дода шудааст.

Қариб 60%-и сатҳи намоёни Моҳро қитъаҳо (пасту баландиҳо) ва қисми боқимондаашро сатҳҳои хушки баҳру уқёнусҳо ташкил медиҳанд (расми 5.5.2). Калонтарини онҳо Баҳри Ором, Баҳри Борон ва Уқёнуси Туфон мебошанд. Сатҳи Моҳ инчунин аз кӯҳу қаторкӯҳҳои баландиашон 7–8 км, чуқуриҳои табақмонанди қутрашон то 300 км ва танӯраҳои сиркмонанд (толори сиркӣ) ташкил ёфтааст. Эҳтимол, онҳо дар натиҷаи афтиши метеоритҳо ва таркиши вулконҳо ба вучуд омадаанд (расми 5.5.3).

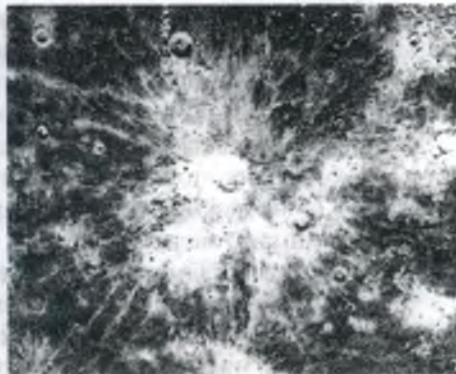
Танӯраҳои калон (Б. Тихо, И. Кеплер ва Н. Коперник) ба чашм тавре менамоянд, ки гуё аз марказашон аз худ ба атроф нури рушноӣ мепошида бошанд. Онҳоро бо чаҳми оддӣ дидан мумкин аст (расми 5.5.3). Дарозии баъзе аз онҳо то 2000 км тӯл мекашад. Ин манзараҳо ҳам мумкин дар ҷараёни таркиши вулконҳо ё афтиши метеоритҳои ниҳоят калон пайдо шудаанд. Мувофиқи ақидаҳои олимон, ҳангоми руҳ додани ин гуна ҳодисаҳо, пораҳои калон ба атроф бо суръатҳои хеле зиёд парвоз карда, қад-қадӣ роҳи парвози худ танӯрачаҳои хурди иловагиро, ки онҳо шакли пошхӯрдан рӯшноиро доранд, ҳосил кардаанд.

Ҳарорати сатҳи маркази Моҳи пурра 100–120°C гарм ва маркази қафои он 140–170°C хунук мешавад.

Агар сатҳи Моҳ об медошт, он бинобар ҳарорати баланд, камии қувваи ҷозиба, шитоби афтиши озод ва суръати аз сатҳ кандашавии хурд доштаниш ба бухоршавӣ дучор шуда, кайҳо хушк мешуд. Ин аст, ки Моҳ абру атмосфера надорад.



Расми 5.5.2



Расми 5.5.3

САВОЛҲО БАРОИ ТАКРОР

1. Андозаҳо, масса ва даври гардиши Моҳро дар атрофи Замин шарҳ диҳед.
2. Пай дар пай ивазшавии фазаҳои Моҳро фаҳмонед.
3. Кадом баҳру уқёнусҳои хушки Моҳро медонед?
4. Ҳолати нури пошхӯрдаеро, ки аз танӯраҳо ибтидо мегиранд, чӣ тавр фаҳмонидан мумкин аст?
5. Агар кайҳонавард обро ба сатҳи Моҳ резад, бо гузаштани вақт бухоршавӣ чи ҳел ҷараён мегирад? Чаро Моҳ абру атмосфера надорад?

МАШҚ

1. Ситора дар қисми ҳамидашудаи шохмонанди Моҳ ба чашм намоён мешавад ё не?
2. Шабонарӯзи ситорагӣ, давомнокии шаб ва рӯз дар Моҳ ба чӣ баробар аст?
3. Дар давоми сол нисбат ба Офтоб Моҳ дар гирди худ чанд маротиба чарх мезанад? (Ҷавоб: тахминан $12\frac{1}{2}$ гардиш мекунад)

5.6. Сайёраҳои гурӯҳи Замин

Сайёраҳои ин гурӯҳ Уторид, Зӯҳра, Замин ва Миррихро сайёраҳои гурӯҳи Замин (заминмонанд) меноманд.

Мувофиқи тавсифоти физикӣ онҳо аз ҷиҳати хурдии андоза, масса, даври гардиш дар атрофи Офтоб, шумораи ками радифон ва зичии зиёдашон аз дигар сайёраҳои системаи Офтобӣ фарқ мекунаанд. Онҳо аз моддаҳои саҳти сангин ва фулӯзин таркиб ёфтаанд. Ба таври васеъ омӯхтани сайёраҳои ин гурӯҳро на танҳо астрономҳо, балки олимони соҳаи геология, геодезия, геофизика ва ғайра мавзӯи муҳими тадқиқоти худ мешуморанд. Астрономҳо барои дастрас кардани маълумотҳои илмӣ доир ба сайёраҳои гурӯҳи номбаршуда ва дигар ҷирмҳои осмонӣ шароитҳои физикии Замин ва Моҳро омӯхта истода, усулҳои нави илмӣ-тадқиқотиро ҷустуҷӯ мекунаанд.

Уторид сайёраест, ки аз рӯи мадораш нисбат ба дигар сайёраҳо ба Офтоб наздик ҷойгир шудааст. Даври чархзанӣ дар атрофи меҳвар 58,65 ва даври гардишаш дар атрофи Офтоб 88 шабонарӯзи заминро ташкил медиҳад. Кутри (диаметри) он 4874 км буда, массааш аз массаи Замин 20 маротиба хурд аст.

Меҳвари чархзаниаш нисбат ба ҳамвории мадор перпендикуляр ҷойгир шудааст. Уторид қариб, ки атмосфера надорад ва нурҳои Офтоб бе ягон мамониати молекулаҳо ва зарраҳои атмосферӣ ба сайёра бархӯрда, сатҳи онро то 300–400°C гарм мекунад.

Баъди фуру нишастани Офтоб сатҳи ин сайёра то -183°C хунук мешавад.

Дар таърихи мавҷудияти худ ин сайёра (бо баъзе ақидаҳо) бо кадом чирмҳои калони осмонӣ ду маротиба зарба хӯрда, ба фалокат дучор шудааст. Дар зарбаи аввал сайёра гудохта шуда, ҳамаи элементҳои вазнин ба марказ ғарқ мешаванд, ки дар натиҷаи он ядрои металлӣ ба вучуд меояд. Дар зарбаи дуюм сайёра қисми зиёди пустиҳои худро гум карда, асосан ба сайёраи металлӣ табдил меёбад. Қариб 70% массаи сайёраро ядрои он ташкил медиҳад (ниг. расми рангаи 5.6.1).

Дар натиҷаи афтидани метеоритҳо ва руҳ додани ҳодисаҳои вулконӣ дар ин ҷо танӯраҳои хеле зиёди гуногуншакл пайдо шудаанд.

Агар мо суратҳои бо ёрии киштиҳои кайҳонӣ гирифташудаи сатҳи Уторид ва Моҳро муқоиса кунем, мебинем, ки сохти сатҳи онҳо начандон аз якдигар фарқ мекунад.

Зӯҳра дар осмон бо равшании хеле зиёди худ аз ситораҳо фарқ мекунад. Аз ин рӯ, онро «ситораи сахарӣ» ҳам меноманд.

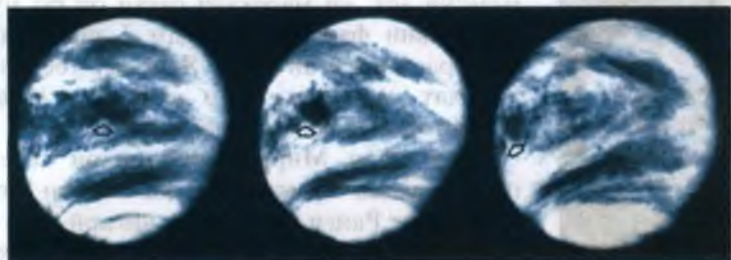
Массаи Зӯҳра тақрибан 0,8 ҳиссаи массаи Замин ва ҳаҷмаш 0,9 ҳиссаи ҳаҷми Замин буда, кутраш ба 12100 км баробар аст.

Даври гардишаш дар атрофи Офтоб ба 224,7 ва даври чархзаниаш дар гирди меҳвараш ба 243 шабонарӯзи заминӣ рост меояд.

Дар асоси маълумотҳои ғункардашудаи стансияҳои байнисайёравии Иттиҳоди Шӯравӣ «Венера-4», «Венера-5» ва Амрикоӣ «Меринер-2» ва «Меринер-5» маълум гардид, ки ин сайёра майдони магнитӣ надорад ва ин боиси воридшавии нурҳои радиатсионии (шамоли офтобӣ) Офтоб ба қабатҳои дохилии атмосфераи ғафси Зӯҳра мегардад. Шамоли Офтоб дар минтақаи поёнии сайёра қабати тунуки сфераи ионхоро ба вучуд меорад. Фишори атмосферӣ то 80–90 атм. ва ҳарорати сатҳаш ба 467°C мерасад.

Мувофиқи тадқиқотҳои ин стансияҳо атмосфераи сайёра 97% CO_2 , 2% N_2 аз 0,1 то 1% бугҳои об ва дигар элементҳои атомҳои сабук дорад.

Бо ёрии таҷҳизотҳои илмӣ «Меринер-10» тумани абрҳои ноустувор дар Зӯҳра муайян карда шудааст (расми 5.6.2). Ин сайёра ҳамсафар надорад.



Расми 5.6.2

Замин. Замин ягона сайёраест, ки дар он ҳаёти зинда вучуд дорад. Атмосферааш аз 78% нитроген, 20,7% оксиген ва дигар газҳо иборат аст. Он аз бисёр ҷиҳатҳо, аз ҷумла, қабатҳои атмосфераиаш, табиати физикии сатҳаш ва ба таври назариявӣ қисмҳои дохилиаш омӯхта шудааст.

Дар расми 5.6.3 сурати аз қайҳон гирифташудаи Замин ва қисми буридашудаи дохилии он нишон дода шудааст. Қабати берунаи Замин, ки пӯстлох номида мешавад, аз пораҳо ва қабатҳои ҷинсҳои саҳтшуда таркиб ёфта, гоҳ-гоҳ гуё дар болои мантияи ниммоёе ҷунбида меистад. Мантия то 2890 км чуқурӣ дошта, 67% массаи сайёраро ташкил медиҳад. Дар натиҷаи ҷунбиш қабатҳои тахтасангшудаи ҷисмҳои кӯҳӣ қафида ё худ шикаста шуда, якдигарро тела дода меистанд, ки ин боиси пайдоиши кӯҳҳо ва дигар ҳодисаҳои қишри Замин мешавад.

Миррих. Қутри Миррих аз қутри Замин дучанд хурд аст. Массааш ба $6,4 \cdot 10^{23}$ кг баробар мебошад.

Дар ҳолати муқобилистӣ ё дар перигелий (наздиктарин масофа аз Офтоб) ин сайёра ба мисли Зухра равшан, вале сурхчатоб мушоҳида кардан мумкин аст.

Даври гардиши Миррих дар атрофи Офтоб ба 687 шабонарӯзи заминӣ ё худ тақрибан ба ду соли заминӣ баробар аст. Сайёра дар атрофи меҳвараш дар давоми 24 соат як маротиба ҷарх мезанад. Тамоили тири ҷархзании Миррих бо ҳамвории мадораш 65° аст, ки он ба тамоили тири Замин мувофиқат мекунад ва аз ҳамин сабаб дар Миррих фаслҳои сол ва тағйирёбии мавсимӣ дар сатҳи он ба вучуд меоянд.

Бо ёрии телескоп дар наздикии қутбҳои Миррих «кулоҳи қутбӣ»-ро мушоҳида кардан мумкин аст, ки масоҳати сатҳи он бо мурури ивазшавии фаслҳои сол кам ё зиёд мешавад (ниг. расми рангаи 5.6.4). Яъне дар тобистон ин масоҳат кам шуда, дар охир гум мешавад. Зимистон ин масоҳат меафзояд.

Дар сатҳи Миррих майдонҳои хеле равшанро дидан мумкин аст, ки онҳоро қитъаҳо меноманд. Ранги онҳо сурху ҷигарӣ аст.

Мавзеҳои тирашакл, ки онҳоро «баҳр»-ҳо меноманд, дар заминаи майдонҳои равшан тӯл



Расми 5.6.5

кашидаанд. Қисмҳои хурди сарҳаддори тирашаклро қулҳо меноманд. Дар сатҳи он (расми 5.6.5) хатҳои рост ва шикастаи барашон 3–9 км ва дарозияшон то 250 км ба сурат гирифта шудаанд. Асосан онҳо ба каналҳо монандӣ мекунанд. Табиати онҳо ҳоло маълум нашоудааст.

Сатҳи Миррих дар тобистон то 0°C ва зимистон то 100°C хунук мешавад. Баъзе минтақаҳои он бо қирави яхбастаи (гафсиаш 1 мм) барфмонанд пӯшида шудаанд. Манзараҳои сатҳи сайёра аз танӯраҳо ҳолӣ нест. Таърихи пайдоиши онҳо ба таърихи пайдоиши танӯраҳои Моҳу Уторид ва Зӯҳра шабоҳат дорад. Яке аз вулқонҳо, ки боиси пайдоиши танӯра шудааст, баландии 2,7 км-ро дорад. Танӯраҳои ин ҷо дар натиҷаи шамолҳои шиддатноки давомдор каме ҳамвор шудаанд.

Миррих ду ҳамсафар дорад, яке Фобос (қутраш 15 км) дигаре Деймос (8 км) (расми 5.3.2). Тадқиқотҳои илмӣ ва натиҷагирӣ доир ба мавҷудияти ҳаёти органикӣ дар ин сайёра ҳоло давом дорад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Тавсифоти физикии сайёраҳои ин гурӯҳро шарҳ диҳед.
2. Аз чӣ сабаб ҳарорати сатҳи Уторид баланд шудааст?
3. Сабаб ва пайдоиши ивазшавии фаслҳои сол ва тағйирёбии «қулоҳи қутбӣ»-ро дар сайёраи Миррих фаҳмонед.
4. Сабабҳои пайдоиши танӯраҳо дар чист?
5. Релефи Зӯҳра ва Миррихро асосан чӣҳо ташкил медиҳанд?
6. Аз кадом ҷиҳат сайёраҳои гурӯҳи Замин тавсифоти умумӣ доранд?

МАШҚ

1. Аз Зӯҳра истода, мо Заминро равшантар мебинем. Чаро?
2. Агар диаметри кунҷи Зӯҳра 1' ва диаметри хаттии он ба 12200 км баробар бошад, он аз мушоҳидачӣ дар кадом масофа ҷойгир мешавад?
3. Аз чӣ сабаб сатҳи дидашавандаи Миррих дар мавсимҳои он тағйир меёбад?

5.7. Офтоб ситораи наздиктарин

Офтоб барои системаи Офтобӣ ҷирми марказӣ ҳисобида мешавад ва массаи асосии ин системаро ташкил медиҳад.

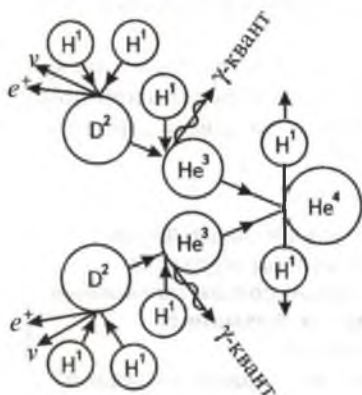
Аз ҷиҳати бузургӣ, гармии нурафканӣ ва дигар тавсифҳои ба ситораҳои миёна дохил мешавад. Массаи газии чархзанандаи он $2 \cdot 10^{27}$ тонна буда, 99,87%-и массаи системаи Офтобиро ташкил медиҳад.

Қутраш аз қутри Замин 109 маротиба калон буда, ба 1392000 км баробар аст. Ҳаҷми Офтоб бо ёрии формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi R_0^3 (R_0 - \text{радиуси Офтоб} = 696000 \text{ км});$$

$$V_0 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1392 \cdot 10^3)^3 = 1,4 \cdot 10^{18} \text{ км}^3.$$

Ҳарорати қисмҳои болоии атмосфераи Офтоб то 6000°C мерасад. Ҳисобкунҳои дақиқ нишон медиҳанд, ки зичии газ дар маркази Офтоб $1,5 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$, фишор тақрибан ба $2 \cdot 10^{18} \text{ Па}$ ва ҳарорат ба 15 млн дараҷа баробар аст. Ҳарорат ва фишори баланд дар маркази



Расми 5.7.1

Офтоб шароитҳои мувофиқро барои табдилоти моддаҳо ба миён меорад. Дар натиҷаи он ядроҳои атомҳои гидроген бо суръати зиёд ба реаксия дорномада, гелийро ҳосил мекунанд (расми 5.7.1). Дар ҳаёти чунин табдилот миқдори зиёди энергия аз маркази Офтоб ба қабатҳои беруна кӯчида, дар шакли афканишот ба фазои атрофи Офтоб хориҷ карда мешавад.

Вобаста ба зичӣ, ҳарорат ва кӯчиши энергия Офтобро ба минтақаҳои пай дар пайи болоиҳамхобида ҷудо кардан мумкин аст (ниг. расми рангаи 5.7.2).

1. Минтақаи ядрогӣ. Кураи ядрогӣ, ки дар он бо зиёдшавии фишору ҳарорати баланд шароити «мусоид» барои табдилоти моддаҳо ба амал меояд.

2. Минтақаи шуъ. Энергияи ин минтақа дар натиҷаи фурубурди пай дар пай ва афканишоти квантҳои энергияи электромагнитӣ аз қабати дарунӣ ба қабати ҳамсоя мекӯҷад.

3. Минтақаи конвективӣ. Ин минтақа дар байни минтақаи шуъӣ ва минтақаи сарҳадии зоҳирии Офтоб мавқеъ гирифтааст. Ҳарорати он бо афзудани масофа то сарҳади зоҳирӣ кам мешавад. Дар ин ҷо моддаҳои гази минтақа гармиро аз қисмҳои поёнӣ ба қисмҳои болоӣ интиқол дода, хунук мешаванд ва боз ба поён мекӯҷанд. Чунин ҳаёти кӯчиши энергияро конвексия меноманд. Ин ҳолати кӯчиши ҳарорат ва энергия ҷӯшиши шулаи биринҷии деғро ба хотир меорад. Гурушаҳои гуногунҷинсаи газӣ пайваستا ба ҳам дар ин ҷо гӯё дар ҳолати ҷӯшиш мебошанд.

Офтоб аз ҳисоби нурафканӣ ҳар дақиқа 240 миллион тонна массаи худро ба фазои атроф мепартояд. Ин чунин маъно дорад, ки ҳар сол массаи Офтоб ба миқдори $132 \cdot 10^{12}$ тонна кам мешавад. Ҳар

дакика 180 миллион киловатт энергияи нурафкании Офтоб ба Замин омада мерасад. Қариб нисфи ин миқдор энергия аввал дар атмосфераи Замин пароканда ва фуру бурда шуда ва баъд аз молекулаҳои буги абрҳо инъикос гардида, то мо мерасад.

Дуртарин минтақаро аз маркази Офтоб атмосфера меноманд. Қабати ба Офтоб наздики он, ки 200–300 км тул қашидааст, фотосфера (аз юнонӣ *фотос* – рушноӣ) номида мешавад. Он қабати тунуки газӣ буда, зичиаш 10^{-7} г/см³ ва ҳарорати 5–6 ҳазор дараҷа гарм аст.

Дар чунин ҳолат дар қисми болоии фотосфера гидроген мебоист дар ҳолати нейтралӣ бошад ва фақат миқдори ками (0,01%) атомҳое, ки ба фулузҳо Na, K, Ca мансубанд, ба табдилоти ионӣ дучор мешаванд.

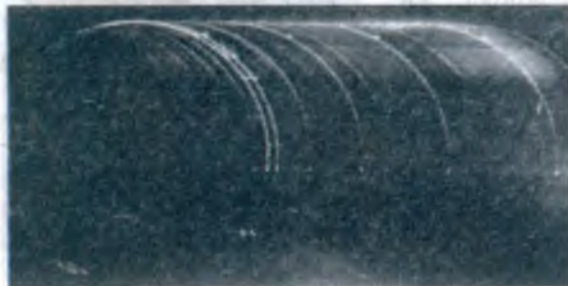
Ҳамаи он энергияе, ки ба мо омада мерасад, асосан аз фотосфера хориҷ мешавад. Ҳангоми бо нурпало мушоҳида кардани Офтоб дар канори он ҳалқаи фотосфераро мебинем, ки тирагии он дар аввал андаке ва минбаъд ба тарафи канори он зиёд шуда меравад.

Минтақаеро, ки дар он бо афзудани ҳарорат табдилоти ионии пайиҳами гидроген ва дигар элементҳо ба вучуд меоянд, хромосфера меноманд. Ҳарорати қисми поёнии қабати он даҳҳо ҳазор ва қисми болоиаш садҳо ҳазор дараҷаро ташкил медиҳад.

Хромосфераро ҳангоми гирифтӣ Офтоб дидан мумкин аст. Дар ин вақт ҳам нурпало истифода мешавад. Дар лаҳзаи бо Моҳ пурра паноҳ шудани Офтоб дар нуқтаҳои сарҳадии фотосфера рух додани алангаҳои пайиҳами дурахшони камоншакли бориқро мушоҳида кардан мумкин аст (расми 5.7.3). Васеъгии ин камонҳо то 12–15 ҳазор км мешаванд.

Болотар аз хромосфера қабатест, ки ҳарорат дар он то 2 миллион дараҷа мерасад ва минбаъд дар масофаҳои чандин радиуси Офтоб ин ҳарорат дигар тағйир намеёбад. Ин қабати тунуки тафсонро тоҷи офтобӣ меноманд (расми 5.7.4).

Моддаҳои газмонанди тоҷи офтобӣ дар муҳити байнисайёравӣ сели тунуки тафсонро



Расми 5.7.3



Расми 5.7.4



Расми 5.7.5

ба вучуд меоранд, ки он ҳамеша аз Офтоб самт мегирад ва онро «шамолҳои офтобӣ» меноманд. Мушоҳидаи он ҳам бо ёрии нурполо амалӣ мегардад.

Дар мавриди мушоҳидаи тоҷи офтобӣ манзараҳои пармонанду қанотшаклро дидан мумкин аст (расми 5.7.4). Ташкилаҳои алангадори ниҳоят калон ва тафсони нурбарорандаро, ки аз Офтоб ба боло ба масофаи 1,7 миллион км партофта шудааст, протуберантсҳо (расми 5.7.2) номида мешаванд. Суръати ҳақиқии онҳо то садҳо километр дар як сония аст. Таҳлили спектрӣ нишон медиҳад, ки моддаҳои ин аланга асосан аз Н ва С ташкил ёфтаанд. Дар спектри онҳо хатҳои равшани гелийро ҳам дидан мумкин аст.

Дар сатҳи Офтоб инчунин доғҳо мавҷуданд. Онҳо ноустувор буда, чуфт-чуфт ва гурӯҳ-гурӯҳ пайдо мешаванд ва бо гузашти вақт микдор ва шаклашон тағйир меёбанд.

Пайдоиш ва зиёдшавии андозаи доғҳо аз як рӯз то якчанд моҳ давом карда, дар охир худ ба худ гум мешаванд (расми 5.7.5).

Доғҳое, ки кунҷи дидашавиашон $2'(90\,000\text{ км})$ аст, аз қутри Замин 7 маротиба калонанд. Калонтарини онҳо, ки андозааш 214 600 км аст, соли 1947 мушоҳида шуд (расми 5.7.6).

Доғҳои Офтоб асосан аз тарафи шарқ ба ҷануб ҳаракат меkunанд. Ин маънои дар атрофи тири хусусӣ ҳаракат кардани Офтобро дорад. Вале дар ин ҷо суръати ҳаракати доғҳои ба қутбҳо наздик ҷойгиршуда аз суръати доғҳои экваторӣ кам аст (расми 5.7.7).

Аз ин хулоса мебарояд, ки суръати чархзании массаҳои минтақаҳои экваторӣ назар ба суръати минтақаҳои қутбӣ зиёд аст. Яъне Офтоб мувофиқи далелҳои дар боло овардашуда ба ҷисми сахт монанд набуда, он танҳо кураи гази тасфон аст. Суръати чархзании нуқтаи экватории Офтоб ба 25,4 шабонарӯзи ситорагӣ баробар мебошад.



Расми 5.7.6

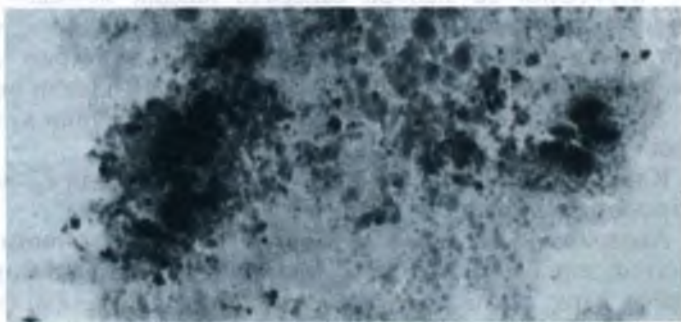


Расми 5.7.7

Дар ҳолати аз рӯи меридиани Офтоб бо миқдори зиёд ҷойгир шудани доғҳо (ё умуман мавҷудияти миқдори хеле зиёди доғҳо) (расми 5.7.8) дар атрофи Замин тӯфонҳои магнитӣ пайдо мешаванд, ки он боиси тағйир ёфтани боду ҳавои Замин мегардад.

Дар Замин раъду барқи давомнок, баландшавии ҳарорат ва дигар ҳодисаҳои табиӣ рух медиҳад. Ҳатто дар баъзе ҳолатҳо дар алоқаи телефонӣ мушкilotро ба миён меорад.

Инчунин доғҳо тақрибан дар давоми 11 сол як бор пайдо мешаванд, ки онро даври хуруҷи офтобӣ меноманд.



Расми 5.7.8

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Тавсифоти физикии Офтобро шарҳ диҳед.
2. Сабаби зиёдшавии ҳарорат дар маркази Офтоб дар чист?
3. Қабатҳои дохили Офтоб ва тарзи кӯчиши энергияро аз он шарҳ диҳед.
4. Кӯчиши энергия ва нурафкани дар сфераи конвективӣ чӣ тавр ҷараён мегирад?
5. Камшавии энергияи Офтобро фаҳмонед.
6. Атмосфераи Офтоб аз кадом қисмҳо иборат аст ва онҳоро чӣ тавр мушоҳида мекунанд?
7. Чархзании Офтобро дар асоси ҳаракати доғҳо фаҳмонед.
8. Даври хуруҷи офтобӣ гуфта, чиро меноманд?

1. Самти чархзании Офтобро дар гирди меҳвараш доништа истода, ҳаракати доғҳоро нисбат ба кутбҳо ва экватори он шарҳ диҳед. Доғҳоро ба таври нақшавӣ тасвир намоед.
2. Барои кадом кутри кунҷии доғҳои Офтоб кутри хаттии он ба кутри Замин баробар мешавад. (*Ҷавоб*: 17,6")
3. Агар суръати чархзании Офтоб дар атрофи меҳвараш зиёд шавад, қиматҳои экватории он ба тағйироти физикӣ дучор мегардад, ё не?

5.8. Тавсифи умумии ҷирмҳои хурди системаи Офтобӣ

Астероидҳо (Сайёраҳои хурд). Астероидҳо (аз калимаи юнонӣ – *маънояш ситорамонанд*) асосан ба ситораҳо монанданд. Мадорҳояшон дар байни мадорҳои Миррих ва Муштарӣ ҷойгир шудаанд (расми 5.8.1). Масофаи умумии онҳо аз Офтоб бо ёрии формулаи Титсиус–Боде муайян карда мешавад (нигаред ба § 5.3).

Танҳо баъзеи онҳо ҳангоми аз рӯи мадорашон ҳаракат кардан дар перигелий ба мадори сайёраҳо наздик мешаванд. Масалан, Гермес дар перигелий (наздиктарин масофа аз рӯи мадор нисбат ба Офтоб) ба мадори Зӯҳра наздик мешавад. Сайёраи хурди дигар Икар бошад, ҳатто мадори Уторидро бурида, дохили он мегардад.

Яке аз сайёраҳо Гидалго аз рӯи мадори тӯлонии худ ба мадори Зӯҳал то 5,7 воҳиди астрономӣ наздик мешавад.

Қариб 97% сайёраҳои хурд аз Офтоб дар ҳудуди 2,2 ва 3,6 воҳиди астрономӣ меҳобанд.

Аввалин шуда 1-уми январи соли 1801 астрономи итолиёвӣ Пиатси дар байни ситораҳо фавкулудда ҷирми ситорамонандро дарёфт кард, ки нисбати ситораҳои ҳамсоя ҳаракати фарқкунанда дошт. Дар натиҷаи пурра омӯхта шудани ҳаракати он маълум гардид, ки вай аз рӯи мадори эллипсӣ дар атрофи Офтоб ҳаракат мекунад. Ба он Тсерера ном гузоштаанд. Қутри он калонтарин буда, ба 950 км баробар аст. Даре нагузашта боз се сайёраҳои хурд – Паллада, Веста ва Юнона ёфт шуданд. Ҳоли ҳозир қариб 3000 сайёраҳои хурд ба мо маълуманд.

Қутри хурдтарини астероидҳои мушоҳидашуда ба 1 км баробар аст. Он ба андозаи ҷирмҳои мувофиқат мекунад, ки ҳангоми ба Замин афтиданашон танӯраи метеоритиро ҳосил кардаанд.

Миқдори зиёди астероидҳо лӯндаҳои шаклашон гуногунро ташкил медиҳанд. Эҳтимол меравад, ки онҳо дар натиҷаи бо ҳам бархӯрда, пора шудани ҷисмҳои калон пайдо шудаанд. Лахтапораҳое, ки андозаашон аз 1 км хурд аст минтақаи метеории чангу губорро дар системаи Офтобӣ ба вуҷуд меоранд. Ин минтақа дар натиҷаи аз

он инъикосшавӣ ва парокандашавии нурҳои Офтоб ба мо равшан менамояд. Рушноии онро рушноии зодиаки меноманд. Рушноии зодиакиро фаслҳои баҳору тирамоҳ дар арзҳои ҷанубии Замин баъди гуруб (фуруд) ва пеш аз тулӯи (баромад)-и Офтоб мушоҳида кардан мумкин аст.

Массаи умумии астероидҳо аз ҳазор як ҳиссаи массаи Заминро ташкил медиҳанд. Дар қабати мадории астероидҳо сайёраҳои хеле хурд низ ҳастанд.

Вазъи ҷойгиршавии гуруҳи сайёраҳо тааҷҷубовар аст. Гардиши онҳо дар атрофи Офтоб ба масофаи мувофиқ меояд, ки он ба масофаи байни Офтобу Муштарӣ баробар аст ва дар айни ҳол масофаи онҳо аз Муштарӣ ва аз Офтоб яхелаанд. Яъне як гуруҳи сайёраҳо – астероидҳо дар як қуллаи секунҷа ва гуруҳи дигарашон дар қуллаи дигари секунҷа ҷойгир шуда, секунҷаҳои баробартарафро ҳосил мекунанд, ки тарафи умумиашон масофаи байни Офтобу Муштариро дарбар мегирад (расми 5.8.2).

То имрӯз зиёда аз 15-то ҳамин гуна сайёраҳо ёфта шудаанд ва ба онҳо номҳои қаҳрамонони ҷанги Троян дар Юнон (Ахиллес, Патрокл, Гектор, Нестор, Одиссей ва ғайра)-ро гузоштаанд. Аз ин сабаб ин сайёраҳоро ҳоло дар астрономия «Троянҳо» меноманд (расми 5.8.2).

Аз «Троянҳо» 9-то пеш аз Муштарӣ ва боқимонда аз қафои он дар атрофии Офтоб ҳаракат мекунанд.

Кометаҳо. Комета аз калимаи юнонӣ *kometes (aster)* гирифта шуда, маънояш мӯйдор аст.

Манзараи диққатҷалбкунандаи ҷирмҳои думдоре, ки дар ҳаракати онҳо ҷойивазкунии назаррасро нисбат ба ситораҳо мушоҳида кардан мумкин аст,



Расми 5.8.1



Расми 5.8.2

кометаҳо номида мешаванд. Кометаҳои калони думдор то садҳо миллион км андоза доранд.

Рӯҳониёни қадим рӯй додани баъзе ҳодисаҳои табиӣ – обхезӣ, тӯфон, заминчунбӣ, хушксолӣ, марги подшоҳон ва ғайраро ба пайдоиши кометаҳо нисбат медоданд.

Масалан, нависандаи Рим Плиний (79 солшумории мо) навишта буд: «...кометаҳо даҳшатноканд, ...мо медонем, ки дар ҷанги байни Сезару Помпей чӣ қадар хунрезӣҳо шуд..., ин ситораи хатарнок аст, вай бо мӯйҳои равшанаш дар Замин ҳама ҷизро нобуд месозад». Таърихшиноси Рим Светоний гуфтааст, ки ҳангоми пайдошавии ҷирми думдор шоҳ Нерон ба ғазаб омада, хунрезӣҳо кардааст. Пайдоиши кометаҳо гуё ба марги императори Рим Константин (с. 336), шоҳи Фаронса Людовик (с. 837), шоҳи Полша Болеслав (с. 1024), шоҳи англис Ричард I (с. 1189) ва ғайра сабаб шуда бошанд.

Бо пайдошавии кометаҳо одамон ба воҳима афтида, думи кометаҳоро тавре медиданд, ки гуё дар он шамшерӣ оташин, ханҷари шӯълавар, суми асп, аждаҳо, сарҳои бурида ва ғайра намоён бошанд. Одамон дар давраи тулонӣ кометаи думдори калонро дида, ба фикру ҳаёл меғутиданд, ҳолатҳои даҳшатнокро тасвир карда, бо тарсу ҳарос аз бемориҳои дил ва фишори бадан ногаҳон мефавтиданд.

Вале одамоне ҳам буданд, ки онҳо ба комета ҳамчун як ҷирми мукаррарии осмон назар мекарданд. Доир ба ин ҳодиса шоҳи Фаронса Людовики XIV соли 1680 бо мақсади фаҳмидани ҳақиқати ҳол ба олимони мурочиат карда буд.

Шумораи зиёди кометаҳо дар перигелий ба Офтоб хеле наздик шуда, дар афелий (дуртарин масофа аз Офтоб) то миллионҳо км дур мешаванд. Ядрои кометаҳо (қисми марказӣ) начандон калон буда, аз садҳо м то якчанд км-ро дар бар мегирад. Вай аз газҳои гуногуни зудбухори яхшуда иборат аст, ки дар шароити мукаррарӣ ҳатман ба ҳолати газӣ табдил меёбанд.

Ядрои комета ҳангоми аз рӯи мадораш ба Офтоб наздик шудан гарм мешавад. Дар лаҳзаҳои наздикшавӣ ҳодисаи бухоршавии моддаҳои газмонанди ноустувори ядро сар мешавад. Дар натиҷа дар тарафи ба Офтоб нигарони ядро абрҷаи гази туманмонанд – кома ҳосил мешавад. Ядро ва кома дар якҷоягӣ сари кометаро ташкил медиҳанд (расми 5.8.3).

Модоме, ки кома аз молекулаҳои газмонанди ноустувор пайдо шудааст, пас, мебоист ядро аввал аз моддаҳои алоқаи молекулавияшон зиёдтар ва баъд аз бугҳои об H_2O , метан CH_4 , аммиак NH_3 , дуоксиди карбон CO_2 ва ғайраҳо ташкил ёфта бошад. Инҳо моддаҳои тавлидкунанда буда, дар ҳарорати паст ҷисми саҳти яхинро ҳосил мекунанд ва онҳо ба ядрои комета, ки аз моддаҳои метеорӣ – оҳан, калсий, магний, марганетс, кремний, никел, алюминий ва ғайра ташкил ёфтаанд, гуё ҷаспонида шудаанд.

Ба комета ҳангоми ба Офтоб наздик шуданаш гармии нури рушноӣ, «шамоли офтобӣ», фишори сели рушноӣ ва қувваи ҷозибаи Офтоб таъсир мерасонанд. Дар аввал заррачаҳо дар натиҷаи таъсири нурҳои тафсон аз тарафи ба Офтоб нигарони комета канда шуда, дар таҳти таъсири қувваи ҷозиба ба сӯи Офтоб ҳаракат мекунанд, вале дар оянда «шамоли офтобӣ» ба ҳаракати заррачаҳо таъсир карда, онҳоро ба самти муқобил мепартояд, ки дар натиҷаи он думи комета ҳосил мешавад. Масоҳати дидашавандаи думи комета ҳангоми наздикшавӣ ба Офтоб меафзояд (расми 5.8.4).

Зичии ҷангу ғубори думи кометаҳо дар ҳолатест, ки ҳатто ситораи дар қафои дум ҷойгиршуда ба ҷашм намоён мешавад (расми 5.8.5).

Се намуди думҳоро фарқ кардан мумкин аст (расми 5.8.3). Думи намуди (типи) I дар хати рости паҳншавии «шамоли офтобӣ» ҳобида, муқобили Офтоб нигаронида шудааст. Фишори радиатсияи «шамоли офтобӣ» дар ин ҳолат назар ба қувваи ҷозиба даҳҳо маротиба зиёд аст. Думи намуди II рост буда, аз хати паҳншавии рушноӣ дар таҳти кунҷ каме ҳамида шудааст. Қувваи фишори «шамоли офтобӣ» аз қувваи ҷозиба андаке зиёд аст. Думи намуди III шакли хеле ҳамидашударо дошта, ба он «шамоли офтобӣ» назар ба қувваи ҷозиба камтар таъсир мекунад. Намуди I аз атомҳои ионшудаи N_2 , CO_4 ва CH , намуди II аз молекулаҳои нейтралӣ моддаҳое, ки дар намуди I ҳастанд ва намуди III аз ҷангҷаҳои андозаашон гуногун ташкил ёфтаанд.

Думи кометаҳо ҳангоми аз Офтоб дур шудан хурд шуда, рафта-рафта нест мешавад (расми 5.8.4).

Дар давоми ҳаракат аз рӯи мадор моддаҳои ядроғии комета, ки аз ҳисоби бухоршавиашон думро ҳосил мекунанд, дар фазои байни сайёравӣ ҷун ҷангу



Расми 5.8.3



Расми 5.8.4



Расми 5.8.5

губор абадӣ мемонанд. Ҳангоми ба Замин бархӯрдани комета ходисаҳои харобиовар рух медиҳанд. Вале бояд қайд кард, ки массаи он аз массаи Замин миллионҳо маротиба хурд аст.

Соли 1908 дар назди дарёи Подкаменная Тунгуска (Россия) чирми осмонӣ ба сӯи Замин парвозкунон омада ва ба он нарасида, ба таркиш дучор шудааст. Дар қутри 60 км тамоми дарахтони ҷангалзор ба Замин яксон шудаанд (расми 5.8.6). Ин чирми осмониро метеорити Тунгуска номиданд. Моддаҳои ин метеоритро ташкилкунанда то имрӯз ошкор нагардидааст. Гумон аст, ки вай аз лундаи яҳин иборат буда, дар натиҷаи ба соиш ва муқовимати ҳаво дучор шудан ниҳоят тафсон мешавад ва дар рафти парвозаш ба Замин нарасида, метаркад.

Кометаҳое, ки дар онҳо даври гардиш аз рӯи мадор дар атрофи Офтоб тақрор меёбад, кометаҳои даврӣ номида мешаванд. Кометаи Галлей бори охир соли 1986 мушоҳида шудааст. Даври гардиши он ба 76 сол мувофиқ меояд. Пеш аз ин кометаи Галлейро соли 1910 низ мушоҳида карда буданд. Ҳаракати даврии он аз рӯи мадор дар расми 5.8.7 тасвир ёфтааст.



224 Расми 5.8.6



Расми 5.8.7

Кометаҳое, ки даври гардишашон аз 3 то 200 сол баробар аст, кометаҳои кӯтоҳдавр номида мешаванд. Хурдтарин даври гардиш ба кометаи Энке (3 сол) мувофиқ меояд.

Шумораи зиёди кометаҳо бинобар сабаби мадорҳои эллипси дуродур кашолёфтаашон ҳамагӣ як бор мушоҳида шудаанд. Даври гардиши онҳо миллионҳо солро ташкил медиҳад.

Кометаҳо бо соли кашфшавиашон ё бо номи кашфкунанда номгузорӣ мешаванд, масалан, Бизла 1851 III, кометаи 1811-I, Кометаи 1811 II, Холмс 1892 III, Швасман-Вахман 1927 II, Веста 1976 IV ва ғайра.

Метеор ва метеоритҳо. Метеор гуфта, ҳодисаи парвози кӯтоҳмуддати (3–4 сония) кураи дурахшонро дар атмосфераи Замин меноманд. Боқимондаи ҷисми метеории ба Замин афтодари метеорит меноманд. Ҷисми метеорӣ ба қабатҳои зичи атмосфераи Замин бо суръати дахҳо км/с дохил шуда, ба соиш ва муқовимати калони атмосфера дучор гардида метафсад ва дар натиҷа гудозишу бухоршавии он ба амал меояд. Ин ҳодиса дар баландии 100–120 км аз сатҳи Замин сар шуда, дар баландии 80 км анҷом меёбад. Ҷараёни шадиди ҳаво аз сатҳи метеорит пораҳо ва зарраҳои хурду калони гази моддаҳоро ба қафо мебартояд. Дар баъзе лаҳзаҳо чирми метеорӣ ба атмосфераи Замин парвоз карда, ҳодисаи диққатҷалбкунандаро ба амал меорад, ки дар натиҷаи он садоҳои ғалоғула, гулдурӯс ва хуштак ба гуш мерасад. Ҳолати парвози кураи оташини думдорро, ки он ба парвози метеор хос аст, болид меноманд. Болид чун кураи дурахшон дар лаҳзаи парвоз дар қафои худ пайи сӯхтаи думмонандро ҳосил мекунад. Онҳо аксаран андозаи назаррасе доранд ва аз ин ру, баъзеи онҳо рӯзона ҳам мушоҳида мешаванд.

Дар рафти парвоз баъзеи онҳо энергияи худро талаф дода, ба муқовимати ҳаво дучор мешаванд ва суръати кайҳонии худро гум карда, ба Замин меафтанд.

Дар натиҷаи порашавии ядрои кометаҳо ва ҳатто астероидҳои ба фалокат дучоршуда қабатҳои метеорӣ пайдо шудаанд. Солҳои охир як қатор селҳои метеорӣ ба қайд гирифта шуданд, ки онҳо дар ҳақиқат ба кометаҳо вобастагӣ доранд.

Чирмҳои метеории ин қабатҳо ва Замин дар атрофи Офтоб даври гардиши доимӣ доранд.

Аз ҳамин сабаб Замин дар рӯзҳои муайяни сол аз рӯи мадори худ ҳаракат карда, ба қабати метеорӣ дохил мешавад (расми 5.8.8).

Дар зери таъсири қувваи ҷозиба ҷисмҳои метеорӣ ба сӯи Замин парвоз карда, сели метеорӣ ё худ борони ситорагиро ба вучуд меоранд. Тарзи порашавии онҳо дар расми 5.8.9 нишон дода шудааст.

Ҳаракати ҳар кадоми онҳо ба сӯи Замин нисбат ба якдигарашон параллел мушоҳида карда мешавад. Вале дар ҳақиқат ин тавр нест.



Расми 5.8.8

Лира (Лиридҳо) ва дар моҳи август дар бурчи Персей (Персеидҳо) мушоҳида карда мешавад.

Ҳар шабонароӯз қариб 2000 метеоритҳо (вазни миёнашон 100 кг) ба Замин меафтанд, вале аз онҳо дар як сол ҳамагӣ якчандто ёфт мешаванду ҳалос.

Аз метеоритҳои ёфташуда калонтаринашон Гоба (чанубу ғарбии Африқо) мебошад, ки вазнаш 500 тонна аст.

Метеоритҳо аз ҷиҳати сохт ва таркиби кимиёнашон оҳанин (4% аз метеоритҳои ёфташуда), сангин (92%) ва оҳанину сангин (4%) мешаванд.

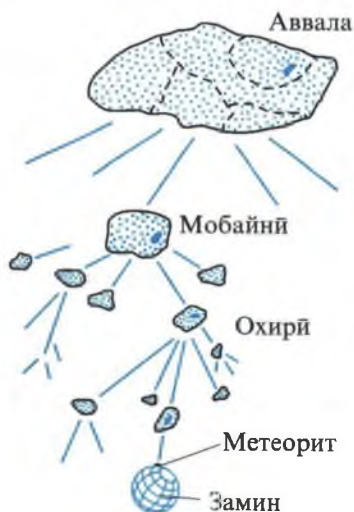
Таркиби метеоритҳои оҳанин аз 85% оҳан, 12% никел ва 3% кобальт, олтингӯгирд, фосфор ва дигар элементҳо иборат аст.

Ҳангоми тадқиқи метеорити Сихоте-Алинск, ки вазни пораҳои ҷамъшудааш 23 тонна буд, бори аввал тилло ва платина ёфтанд.

Хатҳое, ки ба муқобили парвози ҳар як метеор гузаронида мешаванд, якдигарро дар кадом як нуқтае мебуранд, ки онро радианти метеор меноманд (расми 5.8.10).

Сели метеорӣ ба номи бурҷе гузошта мешавад, ки агар радианти он аз ҳамон бурҷ баромада бошад.

Дар охири апрел сели амалкунандаи метеорӣ дар бурчи



Расми 5.8.9



Расми 5.8.10

Агар метеорити массааш калонтарин, масалан 100 000 то 100 000 000 тонна ба Замин афтад, чӣ ҳодиса рӯй медиҳад? Ин гуна ҳодисаро дар мисоли танӯраи Аризон (Амрико) шарҳ додан мумкин, ки баъди афтидан танӯраи кутраш 1200 м ва чуқурии 200 м-ро ҳосил кардааст (расми 5.8.11).



Расми 5.8.11

Тадқиқотҳо нишон медиҳанд, ки ин танӯра тақрибан 5000 сол умр дорад. Маълумотҳо доир ба оқибатҳои нохуши афтиши ин метеорит то ба мо омада нарасидаанд.

Ба ҳар ҳол, ин қадар андозаи калони танӯра аз руҳ додани ҳароботи даҳшатнок дар замони худ шаҳодат медиҳад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чиро астероидҳо меноманд? Астероидҳои калонро номбар кунед ва онҳо чӣ тавр пайдо шудаанд?
2. Пайдоиши ҷангу ғубори минтақаи сайёраҳои хурдро шарҳ диҳед.
3. Кометаҳо чӣ гуна сохт доранд?
4. Пайдоиши кометаҳо ва ҷараёнгирии тарсу ҳаросро нисбат ба онҳо шарҳ диҳед. Оё пайдоиши кометаҳо ба ҳодисаҳои табиӣ ва воқеаҳои таърихӣ боис шуда метавонад?
5. Ядрои кометаҳо ва сабабҳои пайдоиши думи онҳоро шарҳ диҳед. Кома гуфта, чиро меноманд?
6. Афтиши комета ба Замин боиси воқеаи нохуш шуданаш мумкин аст ё не? Мисол биёред.
7. Кометаҳои даврӣ гуфта, чиро мегӯянд? Қадом кометаҳои даврӣ медонед?
8. Болид гуфта, чиро меноманд?
9. Қабатҳои метеорӣ ва борони метеориро фаҳмонед.

5.9. Системаи Офтобӣ маҷмӯи ҷисмҳоеанд, ки пайдоиши умумӣ доранд

Барои ҳосил кардани тасаввуроти илмӣ доир ба пайдоиши Замин ва системаи Офтобӣ олимони соҳаи астрофизика ба омӯзиши таркиби кимиёӣ, умри моддаҳои зеризаминӣ ва ҷирмҳои кайҳонӣ машғул мешаванд.

Дар қабатҳои болоии Замин металлҳои гуногун, аз ҷумла кӯрғошим мавҷуд аст. Кӯрғошим охири маҳсули коҳиши урани

табий аст. Суръати кохиши он маълум аст ва тағйирдиҳии он имконнопазир мебошад. Вай худ аз худ ва новобаста аз шароити беруна ба амал меояд. Агар уран дар ҷисми тадқиқшаванда ҳар қадар кам монда ва қўргошим дар он зиёдтар гун шуда бошад, умри он ҷисм ҳамон қадар зиёд аст. Бо ҳамин роҳ умри қадимтарин ҷисмҳои пўстлохи Замин маълум карда шудааст, ки он ба чандин миллиард сол мувофиқ меояд. Аз миқдори начандон зиёди моддаҳои радиоактивӣ ва маҳсули кохиши онҳо дар пўстлохи Замин ва муайян будани умри қадимтарин ҷинсҳои Заминӣ ба ҳулоса омадан мумкин аст, ки пўстлохи Замин умри 3–4 миллиард солро дорад. Аз ин мебарояд, ки пўстлохи Замин назар ба қисмҳои поёниаш пештар пайдо шудааст.

Аз тарафи дигар олимони собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ барои муайян кардани умри қадимтарин ҷинси пўстлохи Замин, худ аз худ вайроншавии стронсий ва аргонро истифода бурданд, ки дар натиҷаи он изотопҳои рубидий – 87 ва калий – 40 ҳосил мешаванд. Даври нимкохиши онҳо тақрибан 3–4 миллион солро дар бар мегирад. Усули урану қўргошим (ҳосилшавии изотопи Pb – 206) бошад, тақрибан 4,5 миллиард солро ташкил медиҳад.

Омӯзиши ҷисмҳои сангшудаи ҳайвонот ва наботот нишон медиҳад, ки афканишоти Оғтоб садҳо миллион соли охир тағйир наёфтааст. Мувофиқи тадқиқотҳои ҳозиразамон Оғтоб аз Замин пештар пайдо шуда, тақрибан 5 миллиард сол умр дорад.

Таваҷҷӯҳи одамон ҳанӯз пеш аз омӯзиши қонунҳои табиат (дар асоси мушоҳидаҳо) ба пайдоиши Замин ва сайёраҳо нигаронида шуда буд. Файласуфи олмонӣ Кант фарзие пешниҳод кард, ки дар асоси он системаи Оғтобӣ аз абри таркибаш аз ҷангу ғуборҳои иборатбуда пайдо шудааст.

Олими фаронсавӣ Лаплас соли 1796 фарзие пешниҳод кард, ки мувофиқи он системаи Оғтобӣ аз тумани гази ҷархзананда ташкил шудааст. Дар он минтақаҳои қутбӣ дар таҳти таъсири қувваи ҷозиба ба тарафи марказ ҷархзанон фишурда мешаванд. Дар натиҷаи ҷархзании минбаъда дар ҳамвории ҷархзанӣ, аз рӯи қонунҳои муайян, дар масофаҳои гуногун аз марказ (ҷое, ки дар он Оғтоб ҷойгир шудааст) сайёраҳо бунёд шудаанд. Мувофиқи ақидаи Лаплас қувваи марказгурези ҷисми ҷархзананда ҳангоми фишурдашавӣ назар ба қувваи ҷозибавӣ пештар «қувват» мегирад ва дар ҳолати мувозии ин қувваҳо вазъи бармаҳали ноустувор рух медиҳад, ки дар натиҷаи он туман шакли пачақшудаи наскмонандро мегирад ва аз экватор моддаҳои ҷисми худро ба атроф мепартояд, ки он ҳамон манзараи ҳалқаи Зуҳалро ба хотир меорад. Гази атрофи лундаи тумани марказӣ дар оянда конденсатсия шуда, сайёрахоро ба вучуд меорад.

Фарзияҳои классикии аз абру чангу губор ва аз тумани газӣ пайдошудани сайёраҳо дар замони худ ба инкишофи ақидаҳои илми минбаъда замина гузоштанд.

Кант ва Лаплас хусусиятҳои физики ҳодисаҳоро бо роҳи усулҳои мулоҳизавӣ ва аз нуқтаи назари механикӣ шарҳ дода буданд. Онҳо дар фарзияҳои худ чараёни конденсатсияшавии моддаҳои ба атроф партофташуда, ки дар оянда сайёраҳоро ба вучуд меоварданд, ҳархела будани моменти импульс ва суръатҳои кунҷии минтақаҳои алоҳидаи тумани газиро ба эътибор нагирифта буданд. Дар ҳақиқат, мувофиқи механизми Лаплас дар нахусттуман пеш аз фишурдашавиаш, ҳамаи қисмҳои (элементҳои) он баробархуқуқ буда, суръати кунҷии яхела ва дар айнаи ҳол моменти импульси яхеларо доранд.

Мувофиқи нишондодҳои илми ҳозира моменти импульси ҳамаи сайёраҳо 98%-ро ташкил дода, танҳо 2% ба қисми марказӣ (Офтоб) рост меояд. Ин ҳолатро Кант ва Лаплас ба назар нагирифта буданд.

Олими ингилис Чинс дар фарзияи худ ба Офтоб наздикшавии кадом як ситораро дар назар дорад. Мувофиқи он як қисми Офтоб дар зери таъсири қувваи ҷозибаи ситора канда шуда ва баъд пора-пора гашта, ба чангу губор табдил меёбад. Минбаъд онҳо конденсатсия шуда, дар атрофи Офтоб аз нав сайёраҳоро ба вучуд меоранд.

Ин фарзия ҳам тақсимои лаҳзаи импульс ва ҳам бавучудоии сарҳади сайёраҳои системаи Офтобиро фаҳмонида натавонист. Аввалан, лаҳзаи (моменти) ҳоси кунҷии массаи аз Офтоб кандашуда аз лаҳзаи кунҷии ситорае, ки аз назди Офтоб мегузарад, набояд калон бошад. Дар акси ҳол қисми кандашударо ситора бо худ мебарад. Дуюм, ҳангоми наздикшавии Офтобу ситора ҳодисаи бархӯрӣ аз эҳтимол берун нест. Барои фалокат рӯй надода, системаи Офтобиро бунёд кардан, мебоист онҳо ба якдигар бо суръати 5000 км/с наздик шаванд. Вале калонтарин суръат 300 км/с ба ҳаракати баъзе ситораҳои Галактикаи мо (Роҳи Каҳкашон) мувофиқ меояд. Пас, ин гуна суръати калон (5000 км/с) ба ҳаракати нисбии Офтобу ситора рост намеояд.

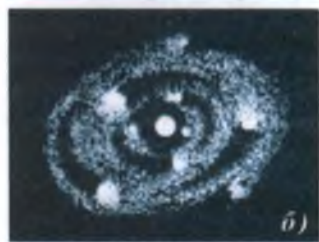
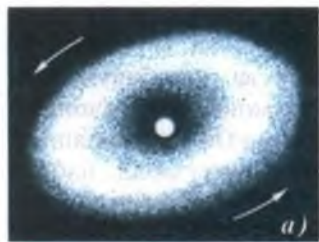
Сеюм, дар Офтоб литий ва дейтерий хеле кам аст. Асосан онҳо дар чараёни реаксияи ядрои дар Офтоб месӯзанд ва агар миқдори онҳо дар сайёраҳо зиёд бошад, ин маънои онро дорад, ки қисмҳои моддаҳои сайёраҳоро ташкилкунанда ҳанӯз пеш аз саршавии реаксияҳои ядрои аз Офтоб ҷудо шудаанд.

Ва дар охир масъалаи конденсатсияи алангаҳои газии аз қабатҳои Офтоб кандашуда омӯхта шуд. Ҳарорат дар онҳо садҳо ҳазор дараҷа мебошад. Фишори гази дохили Офтоб фишори қабатҳои болоиро ба ҳолати мувозӣ меорад. Гази бо ҳамон ҳарорат ба берун (ба атрофи Офтоб) партофташуда ҳамон замон пароканда мешавад, ба шарте, ки он хунук нашавад. Ҳисоб карда шудааст, ки

барои парвози гази партофташуда якчанд соат ва ба хунокшавии он чандин моҳ лозим аст.

Олими собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ О.Ю. Шмидт соли 1943 фарзияи нави космогониро пешниҳод кард, ки дар он сайёраҳо аз абрҳои ҷангу гази нисбатан хуноки конденсатсияшуда пайдо шудаанд ва он боиси дастгирии тадқиқотчиён гардид. Мувофиқи ин фарзия як қисми энергияи задухӯрди заррачаҳо дар абрҳои ҷангу газӣ ба гармӣ табдил ёфта, пароканда мешавад. Дар натиҷа суръати ҷангчаҳо кам шуда, қимати миёнаро мегирад ва вобаста ба он ҳамаи ҷангчаҳо дар атрофи Офтоб ҳалқаро ҳосил мекунанд. Зичии ҷанг ба тарафи давраи маркази ҳалқаро ташкилкунанда зиёд шуда меравад (расми 5.9.1, а). Дар ин ҳолат ҷисмҳои калони ҳалқа бинобар сабаби ба онҳо ҷазб шудани ҷангу губорҳои атроф, ба андозаи калон ва зичии зиёд соҳиб мешаванд.

Дар охир заррачаҳои калон заррачаҳои хурдтарро ба худ ҷазб карда, ба лундаҳои калон табдил меёфтанд ва мувофиқи қоидаи Титсиус–Бодде аз рӯи мадорҳои калон дар атрофи Офтоб ҳаракат мекардагӣ шуданд. Самти ҳаракати ин лундаҳо ба самти ҳаракати абр мувофиқ меомад.



Бо гузашти вақт андозаи ин лундаҳо садҳо км шуда, баъдан ба ҳам бархӯрда, пора-пора мешаванд ва боз ҷамъ шуда, лундаҳои навро ба вуҷуд меоранд. Ин лундаҳо дар роҳи ҳаракати худ моддаҳои муҳити атрофро ҳангоми даккаҳурӣ ва ҷазбкунӣ аз худ карда, боз ҳам калонтар мешаванд (расми 5.9.1, б).

Лундаҳои ба фалокати бархӯрӣ дучорнашуда ҷангу губорҳоро ба худ кашида, зичии муҳити ишғолшудаи онҳоро хеле кам мекунанд ва роҳи ҳаракати худро «покиза» намуда, ба сайёраҳо табдил меёбанд (расми 5.9.1, в).

Мувофиқи ҳисобҳои назариявӣ Замин дар муддати миллионҳо сол ба массаи ҳозирааш расидааст. Сатҳи Замин хунук буда, қисмҳои дохилиаш аз ҳисоби энергияи ҷудошуда ҳангоми коҳиши моддаҳои радиоактивӣ гарм шуда, боиси ғудохта шудани қишри он гардидааст. Элементҳои вазнин ба қабри он – ядроии Замин рафта ва элементҳои сабук боло баромада, қишр – пустилохи онро ҳосил кардаанд.

Дар асоси фарзияи аз абри газу чанг пайдо шудани системаи Офтобӣ фарқи сайёраҳои ғуруҳи Заминӣ ва сайёраҳои азимро маънидод кардан мумкин аст.

Дар наздикии Офтоб гарм шудани абрҳо боиси аз марказ буг шуда рафтани гидроген ва гелий мегардад, бинобар ин, дар таркиби сайёраҳои ғуруҳи Замин гидрогену гелий қариб мавҷуд нест.

Гармии нури Офтоб ҳангоми аз байни чангу ғуборҳои қабатҳои поёнӣ гузаштан хеле кам мешавад. Аз ин сабаб қабатҳои болоӣ хунук шуда, дар он газҳои конденсатсияшуда ях карда, ба чангчаҳо табдил меёфтанд. Ҳамин тавр, дар мадорҳои аз Офтоб дур сайёраҳои азим, ки асосан аз элементҳои сабук (гидроген ва гелий) таркиб ёфтаанд, пайдо шудаанд.

Заррачаҳои калони чангу газӣ боқимонда дар масофаҳои гуногун аз сайёраҳо чангчаҳои гуногунро ба худ ҷазб карда, радифони сайёрахоро ба вучуд меоранд.

Баъди пайдоиши сайёраҳо ва радифони онҳо ҷазбшавии чангчаҳо ё афтиши чирмҳои хурди атроф ба сатҳи сайёраҳо ва радифони онҳо давом меёфт. Мавҷудияти миқдори зиёди танураҳо дар сайёраҳо ва радифони онҳо аз ин гувоҳӣ медиҳад.

Б.А. Воронсов-Веляминов ақида дорад, ки сайёраҳои хурд ва кометаҳо пайдоиши умумӣ дошта, дар натиҷаи таркиш ва пора-пора шудани кадом як сайёраи калони дигар ба вучуд омадаанд.

Баъди таркиш газу буг ва чангчаҳои хурдтарин лундаи ядрои кометаҳоро ва қисми боқимонда сайёраҳои хурди шаклашон гуногуну сатҳашон дағалро ба вучуд оварданд.

Аз рӯи ақидаи Шмидт абри чангу газиро Офтоб дар зери таъсири қувваи ҷозиба ҳангоми аз байни тумани калон гузашатанаш аз худ кардааст. Аз худ кардани туман дар ҳамон вақт рӯй медиҳад, ки агар суръати онҳо нисбат ба якдигар хеле хурд бошад. Аз ин сабаб олимони тахмин мекунанд, ки абр ё бо Офтоб якҷоя пайдо шудааст ё онро Офтоб аз муҳити абри чангу газӣ ситорагонӣ ҳамсоя дар зери таъсири ҷозиба аз худ кардааст.

Ҳамин тавр, дар натиҷаи муқоисаи фарзияи бунёдшуда ва тадқиқотҳои илмӣ ҳозира доир ба пайдоиши сайёраҳо ва умуман системаи Офтобӣ, ки ба даст дароварда шудаанд, ба чунин хулосаҳо омадан мумкин аст:

- а) массаи асосии системаи Офтобӣ ба маркази он (Офтоб) рост меояд;
- б) тақрибан ҳамаи сайёраҳо ҳам дар атрофи Офтоб ва ҳам дар атрофи меҳварашон ба як самт давр мезананд;
- в) масофаҳои байни сайёраҳо аз рӯи қонуни муайян меафзояд;
- г) сайёраҳо пайдоиши умумӣ доранд, ки он аз фишор, ҳарорат ва табдилоти элементҳои сабуку вазнин вобастагӣ дорад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом усулҳои муайянкунии умри Заминро медонед ва он чӣ қадар аст?
2. Сабаби пайдо шудани Офтоб ва системаи Офтобиро фаҳмонед.
3. Нуқтаи назари фарзияи Лапласро фаҳмонед.
4. Нуқтаи назари фарзияи Шмидтро маънидод кунед.
5. Ҷиҳатҳои мусбат ва камбудии ин фарзияҳоро фаҳмонед.
6. Дар ин фарзияҳо тақсими моменти импульси сайёраҳо дар ҳамвори мадор чӣ тавр шарҳ дода мешавад?
7. Оё бо суръати 5000 км/с ҳаракат кардани ситораҳо дуруст аст?
8. Конденсатсияи газҳоро, ки боиси пайдоиши сайёраҳо мешавад, фаҳмонед.
9. Ақидаи Воронсов-Веляминовро доир ба пайдоиши ҷисмҳои хурди системаи Офтобӣ фаҳмонед.

5.10. Телескопҳо ва татбиқи онҳо

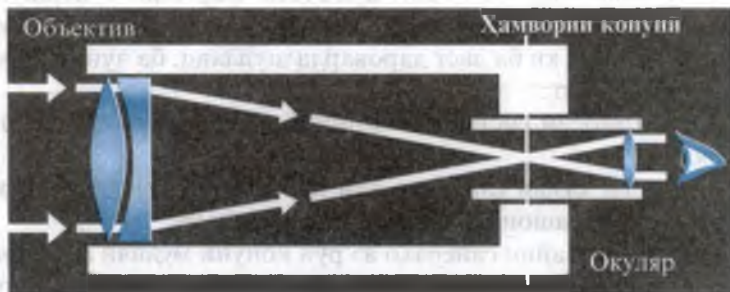
Телескоп асбоби астрономист, ки барои мушоҳида ва тадқиқоти Моҳ, ситораҳо, Офтоб, сайёраҳо ва дигар ҷирмҳои осмонӣ истифода бурда мешавад.

Тарзи ҳосилшавии тасвир дар телескоп дар параграфи 3.19-и китоб нишон дода шудааст.

Соли 1607 Г. Галилей аввалин шуда бо телескопи худ (ниг. расми рангаи 5.10.1) мушоҳидаҳои астрономӣ гузаронидааст. Дар замони мо низ аз телескопҳои гуногун барои мушоҳидаҳои астрономӣ ба таври васеъ истифода мебаранд.

Ҳоло усулҳои гуногуни (телескопӣ, фотографӣ, рентгенӣ ва ғайра) мушоҳида ва тадқиқоти ҷирмҳои осмонӣ ҷорӣ карда шудааст.

Мушоҳидаҳои бо ҷаши оддӣ гузаронидашуда мушоҳидаҳои назарӣ (визуалӣ) номида мешаванд.



Расми 5.10.2

Абератсияи хроматикӣ дар рефлекторҳо ба амал намеоянд. Барои бартараф кардани абератсияи сферӣ дар рефлекторҳо сатҳи оинаи фуруҳамидаи онҳоро ба шакли параболаи чархзананда оварда, баъд онро хеле нозукона нуқрадавон ё алюминдавон мекунад. Сатҳи оинаи параболии ҳосилшуда 90% рушноии ба он афтидаро инъикос мекунад. Тасвири ҷирми осмониро, ки объективи телескоп ҳосил мекунад, бо ёрии қисми оптикӣ дигари он-окуляр мушоҳида карда мешавад. Окуляр низ аз линза иборат аст.

Дар телескопҳо ҳангоми мушоҳида тасвири ҷирмҳо чаппа менамоянд. Ин барои мушоҳидаи манзараҳои дури кайҳон аҳамияте надорад. Барои бартараф кардани ин камбӯдӣ ба окуляри телескоп линзаи дуҷумро мегузоранд, ки он тасвиرو рооста мекунад.

Кутри объективи рефрактори аз ҳама калонтарин қариб 1 м аст. Дар ҷаҳон кутри оинаи фуруҳамидаи телескоп-рефлекторҳо аз 6 м то 12 м баробар аст. Телескопи кутраш 6 м дар дар Қафқоз ҷой дода шудааст. Бо ёрии ин телескоп ситораҳои камнурро, ки рушноияшон аз ситораҳои намоён даҳҳо миллион маротиба кам аст, мушоҳида карда мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна мушоҳидаро мушоҳидаи назарӣ (визуалӣ) меноманд?
2. Телескопҳо асосан бо кадом мақсадҳо истифода мешаванд?
3. Кадом намуди телескопҳо мебуданд?
4. Нуқсонҳои рефракторҳо чӣ тавр барҳам додан мумкин аст?

5.11. Тақвим

Системаи ҳисоби фосилаи калони вақтро тақвим меноманд. Дар таърихи инсоният системаҳои тақвими гуногун тартиб дода шудаанд. Ҳамаи онҳо ба се намуд ҷудо мешаванд: офтобӣ, моҳтобӣ ва моҳтобӣ-офтобӣ.

Тақвими офтобӣ ба давомнокии соли тропикӣ ё ҳаракати Офтоб аз рӯи эклиптика, тақвими моҳтобӣ ба ҳаракати Моҳ (фосилаи вақти байни ду фазаҳои якхелаи моҳ, ки онро моҳи синодӣ меноманд) ва тақвими моҳтобӣ-офтобӣ ба ҳаракати Моҳу Офтоб асоснок карда, тартиб дода шудаанд.

Тақвими моҳтобӣ – тақвими қамарии ҳиҷрӣ, ки он 354 ё 355 рӯзро дар бар мегирад, тақвими мусулмонӣ номида мешавад.

Тақвими моҳтобӣ-офтобӣ тақвими яҳудиён аст. Соли онҳо аз 12 моҳ (354 рӯз) ё аз 13 моҳ (384 рӯз) иборат аст. Ба сифати воҳиди асосии ченаки вақти тақвими офтобӣ соли тропикӣ гирифта шудааст, ки он ба 365,2422 шабонарӯзи миёнаи офтобӣ баробар аст.

Барои тартиб додани тақвим бояд ба ду шарт риоя кард:

а) давомнокии соли тақвимӣ (ба ҳисоби миёна) дар давоми чандин сол бояд аз давомнокии соли тропикӣ дур нашавад;

б) соли тақвимӣ бояд ададҳои бутуни шабонарузиро дарбар гирад, вагарна саршавии соли нав гоҳ шабу гоҳ рӯз ва гоҳ сахарӣ қайд мешавад.

Тақвими юлианӣ. Дар ин тақвиме, ки онро соли 46 астрономи Александрия Созиген тартиб дод ва шоҳ Юлий Сезар онро дар амал қорӣ намуд, чунин шартҳо риоя карда мешуданд.

Дар давоми се сол давомнокии соли тақвим ба 365 (солҳои оддӣ) ва соли чорум (соли қабиса) ба 366 шабонарузи миёнаи офтобӣ доништа мешуд.

Солҳои қабиса ҳамон солҳое буданд, ки рақамхояшон ба 4 бебақия тақсим мешуданд. Моҳи феврал дар соли оддӣ аз 28 ва дар соли қабиса аз 29 рӯз иборат буд.

Дар давоми 4 сол давомнокии тақвими юлианӣ ба 365,25 шабонарузи миёнаи офтобӣ расид, ҳол он ки як гардиши пурраи дидашавандаи маркази Офтоб аз рӯи эклиптика ба 365,2422 шабонарузи офтобӣ баробар аст. Агар ба фарқияти онҳо нигарем, мебинем, ки соли тақвимӣ аз соли офтобӣ ба 0,0078 шабонаруз пеш рафтааст. Ин фарқият дар давоми 400 сол 3 шабонарузро ташкил медиҳад.

Соли 325 (солшумории мелодӣ) вақте ки ин қоида дар Ибодатхонаи Никей (Рим) қабул шуда буд, баробарии шабонарузии баҳорӣ мувофиқи тақвими юлианӣ ба 21 март рост меомад. Аммо баъди 1257 сол баробарии шабонарузи баҳорӣ 21-уми март не, балки он 10 шабонаруз пеш рафта ба 11-уми март мувофиқ омад.

Ин ҷаҳиши рӯзи баробарии шабонарузи баҳорӣ, бенизоми ва нофаҳмиро барои муайянкунии иди пасха (иди пок) ва дигар ҷашнгириҳо ба миён овард.

Тақвими григорионӣ. Риёзишиноси итолиёвӣ Лилио бо супориши папаи Рим Григори XIII соли 1582 ба тақвими юлианӣ тағйирот дароварда, ҳисобкунии вақтҳои тулониро ба ҳаққи ҳақиқии солони Офтоб аз рӯи эклиптика мувофиқ кунонид.

Тағйирот ду шарт асосан дар назар дошт:

а) баъди 4-уми октябри соли 1582 5-ум не, 15-уми октябр ҳисоб карда шавад;

б) минбаъд садсолаҳое, ки ададҳои сadiашон ба 4 бебақия тақсим намешаванд, солҳои қабиса шуморида нашаванд, масалан, солҳои 1700, 1800, 1900, 2100 ва ғайра (яъне 17, 18, 19, 21 ва ғайра ба 4 бебақия тақсим намешаванд).

Ҳамин тавр, бо риоя кардани ин ду шарт дар мавриди якҷум, яъне 10 шабонарузи барзиёде, ки аз соли 325 бо баназаргирии соли тропикӣ дар тақвими юлианӣ гун шуда буд, аз байн бардошта шуд

ва шабонарӯзи баҳорӣ дар соли оянда боз ба 21-уми март мувофиқ омад.

Дар мавриди дуҷум соли тақвими дар давоми 400 сол ба 365,2425 шабонарӯзи миёнаи офтобӣ баробар шуда, ҳамагӣ 0,0003 шабонарӯзро ташкил медиҳад. Дуршавӣ мувофиқи ин тақвим дар давоми 3300 сол ҳамагӣ ба 1 шабонарӯз баробар мешавад, ки он барои солшумориҳои наҷандон тӯлонӣ аҳамият надорад.

Ноғуфта намонад, ки Умари Хайём дар замони худ ба ҳаракати зоҳирии Офтоб назар карда, тақвими тартиб дода буд, ки он 33 солро дарбар мегирифт. Дар он солҳои қабиса 7 маротиба (баъди се соли оддӣ) ҳар чорум сол такрор ёфта, маротибаи 8-ум, ки мебоист ба соли 32 мувофиқ меомад ба соли 33-юм гузаронида шуда буд. Дуршавии он аз нуқтаи баробаршавии шабонарӯзи баҳорӣ Ҷ (рӯзи авали иди Наврӯз 21-уми март) дар давоми 4500 сол ҳамагӣ 1 шабонарӯзро ташкил медиҳад.

Тақвими, ки ҳоло мо онро истифода мебарем, тақвими Григорионӣ номида мешавад.

Дар Иттиҳоди Шӯравӣ ин тақвим соли 1918 чорӣ карда шуда буд.

Саршавии (ибтидои) солро ҳамчун Соли Нав то қарни XV 1-уми март, то соли то соли 1700 1-уми сентябр ва аз соли 1700 то ба имрӯз 1-уми январ қабул карданд.

Ибтидои солшумориро милод (эра) меноманд. Он ҳам ба монанди саршавии тақвим шартан қабул карда мешавад.

Тақвими ҳозира аз рӯзи таваллуди Исо пайғамбар, яъне аз соли 532 сар шуда, то замони мо давом ёфта истодааст.

Пеш аз милод солшуморӣ аз рӯзи «Бунёди Дунё» ибтидо гирифта буд. Дар он сол 5508-ро ибтидо ҳисобида, минбаъд онро бо тартиби камшавиаш, яъне 5507, 5506, 5505 ва ғайра солшуморӣ мекарданд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Тақвим гуфта, чиро меноманд?
2. Кадом намуди тақвими мавҷуд аст?
3. Воҳиди асосии ченаки вақти тақвими офтобӣ гуфта, чиро меғуянд ва он ба чӣ баробар аст?
4. Шартҳои тартиб додани тақвими фаҳмонед.
5. Тақвими кӯҳнашудаи Юлианӣ ва норасоии онро фаҳмонед.
6. Сабабҳои пайдоиши тақвими Григориониро (тақвими нав) шарҳ диҳед.
7. Барои тартиб додан ва оқилона сохтани тақвими Григорионӣ кадом шартҳо риоя карда шудааст?
8. Милод (эра) гуфта, чиро меноманд? Пайдоиши милодро фаҳмонед.

1. 15-ум, 25-уми феврал ва 5-уми март соли 1900-ро, ки ба тақвими қуҳна тааллуқ доранд, бо тақвими нав ифода намоед.
(Ҷавоб: 27-уми март; 9-уми март; 18-уми март)
2. Нютон 25-уми декабри соли 1642 таваллуд шудааст, онро бо тақвими нав ифода намоед.
3. Хатогии тақвими Григорионӣ аз соли 1582 (соли қабули тақвим) баъди 800, 1600 ва 2000 сол ба чӣ баробар мешавад.
(Ҷавоб: 0,0006 шабонарӯз; 0,0012; 0,0015)

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Ҳаракат, сохт, пайдоиш ва инкишофи ҷирмҳои осмониро астрономия меомӯзад.

Астрономия бо фанҳои физика, математика, кимиё, кайҳоншиносӣ ва дигар фанҳои табиатшиносӣ алоқаманд буда, бо ёрии онҳо тадқиқотҳои илмӣ мегузаронад ва бо дастовардҳои илмӣ худ дониши моро дар бораи манзараи физикии олами ҷирмҳои осмонӣ бой мегардонад. Фанни астрономия омӯзиши ҷирмҳои осмониро асосан аз ситораҳо ва бурҷҳо сар мекунад.

Майдонҳои муайяни осмонро, ки дар онҳо гурӯҳҳои ситораҳои дурахшон шакли маҷмӯи муайянеро гирифта, номгузорӣ шудаанд, бурҷҳо номида мешаванд.

Барои муайян кардани мавқеи бурҷҳо, ҷирмҳои мунир ва ҳаракати онҳо нисбат ба мушоҳидачӣ гунбази фалак (сфераи осмон)-ро истифода бурдан лозим аст. Сфераи (кураи) фикран тасвиршудаи радиусаш дилхоҳро, ки дар маркази он Замин ҷой дода шуда ва дар сатҳи ҳамин сфера ҷирмҳо омӯхта мешаванд, гунбази фалак меноманд. Гунбази фалак координатаҳои уфуқӣ, экваторӣ ва галактикиро дар бар мегирад. Барои сохтани харитаи осмон системаи координатаҳои экваторӣ истифода бурда шуда, дар гунбази фалак тулӯи рост (α) ва майл (δ)-и ситораҳо муайян карда мешаванд.

Дар мавриди ҷустуҷӯ ва кашф намудани ҷирмҳои осмонӣ, аз ҷумла ҷирмҳои системаи Офтобӣ, ин координатаҳо татбиқи худро меёбанд. Маркази массаи асосии системаи Офтобиро Офтоб ташкил медиҳад. Вай барои омӯзиш яке аз ситораҳои наздиктарин ба шумор рафта, массааш аз Замин 33000 ва қутрааш 109 маротиба калон аст. Дар сатҳи он доғҳо мавҷуданд. Онҳоро бо телескопҳо мушоҳида менамоянд. Доғҳо бо гузашти вақт ҷои худро тағйир медиҳанд. Доғҳои минтақаҳои экваторӣ назар ба қутбҳо тезтар ҳаракат мекунанд. Дар асоси ҳаракати доғҳо даври чархзании Офтоб дар атрофи меҳвараш муайян карда шудааст, ки он ба 25,4 шабонарӯзи ситорагӣ баробар аст.

Ин гуна ҳаракати ба Офтоб хоси доғҳо исботи он аст, ки Офтоб ҷисми сахтро ташкил намениҳад. Он танҳо кураи гази тафсон аст. Ҳарорати назди атмосфераи Офтоб то 6000°C мерасад.

Доғҳои Офтоб дар давоми 11 сол як бор бо миқдори зиёд пайдо мешаванд. Ин даври зиёдшавии доғҳоро даври хурӯчи Офтобӣ меноманд.

Системаи Офтобӣ сайёраҳо ва ҳамсафарони онҳо, кометаҳо, метеороҳо ва маркази он – Офтобро дар бар мегирад.

Дар атрофи Офтоб 9 сайёра – Уторид, Зухра, Замин, Миррих, Муштарӣ, Зуҳал, Уран, Нептун ва Плутон давр мезананд.

Онҳо ба сайёраҳои типӣ Заминӣ ва сайёраҳои азим ҷудо мешаванд, ки аз ҷиҳати андоза ва тавсифи физикаишон аз якдигар фарқ мекунанд.

Бо усулҳои мушоҳидавӣ ва суратгириҳо, бо ёрии киштиҳои кайҳонӣ шакли Замин омӯхта ва курашаклии он тасдиқ карда шудааст.

Дар атрофи Замин ҳамсафари он – Моҳ бо як тарафаш дар давоми 27,3 шабонарӯзи сидерӣ (ситорагӣ) як маротиба гардиш мекунад. Дар даври гардиш чор фазаҳои он Моҳи Нав, чоряки аввал, Моҳи пурра ва чоряки охири дидан мумкин аст.

Сатҳи Моҳ бо ёрии киштиҳои кайҳонии Амрикоӣ ва собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ ба сурат гирифта, хеле саҳеҳ омӯхта шудааст. Сатҳи онро танӯраҳои хеле зиёд фаро гирифтаанд. Танӯраҳои Б.Тихо ва Н.Коперник калонтарини онҳо ба шумор мераванд. Баландии кӯҳҳои Моҳ аз баландии кӯҳҳои Замин начандон калон аст.

Ҳарорати сатҳи Моҳ бинобар набудани атмосфера рӯзона зиёда аз $+100^{\circ}\text{C}$ ва шабона то -170°C мешавад.

Мушоҳидаҳои астрономӣ асосан бо ёрии телескопҳо гузаронида мешаванд. Телескопҳо ду ҳел мешаванд. Телескопҳои, ки системаи оптикаишон аз линзаҳо иборатанд, телескоп-рефракторҳо номида мешаванд. Телескопҳои, ки системаи оптикаишонро оинаҳои фуруҳамида ташкил медиҳанд, телескоп-рефлекторҳо меноманд. Телескопҳо тасвири аз объектҳои дур ба чашм наздик мекунанд.

Телескопҳо дар кашф намудани астероидҳо – сайёраҳои хурд роли муҳимро мебозанд.

Ҷирмҳои хурди осмонӣ – кометаҳоро, агар онҳо хеле хурд бошанд бо телескопҳо ва агар калон бошанд, бо чашми оддӣ мушоҳида кардан мумкин аст.

Кометаҳо ҷирмҳои думдоре мебошанд, ки андозаи думашон ҳангоми ба Офтоб аз рӯи мадорашон наздик шудан дар натиҷаи таъсири «шамоли офтобӣ» ниҳоят калон шуда меравад.

Қисми асосии кометаҳоро ядроӣ онҳо ташкил медиҳад. Массаи асосии кометаҳо дар ядро ҷойгир шудааст. Он аз моддаҳои сахти яхбастаи тезбухоршаванда ва газҳо, аз қабилҳои CO_2 , CH_4 ва NH_3 иборат аст. Газҳои тезбухоршаванда бо гармии Офтоб тафсида, аз ядроӣ комета канда шуда, дар зери таъсири «шамоли Офтобӣ» ба қафои ядро партофта шуда, думи кометаҳоро ҳосил мекунанд. Дар баъзе ҳолатҳо ядроӣ кометаҳо ҳангоми аз рӯи мадор ба Офтоб наздик шуданашон ба таркиш дучор шуда, дар атрофи Офтоб қабатҳои метеороидиро ба вучуд меоранд.

Ҳодисаи парвози кураи оташинро дар атмосфераи Замин ҳодисаи метеорӣ ё худ метеор меноманд. Метеорҳо ҳангоми парвози худ дар атмосфераи Замин ба соиш ва муқовимати саҳт дучор шуда, ба дараҷи нӯҳой тафсида, якбора таркиданашон мумкин аст. Дар ин вақт дар осмон пайдоиши борони метеор ба чашм мерасад. Баъзе аз онҳо дар хати парвози худ пурра насӯхта, ба Замин омада мерасанд. Лундаи ҷисми метеориро, ки ба Замин афтидааст, метеорит меноманд. Метеоритҳо аз ҷиҳати таркибашон оҳанин, сангин ва оҳанину сангин мешаванд.

Баъзе аз метеоритҳо ҳазорҳо сол пеш ба Замин афтидаанд. Аз таърихи ҳодисаҳо ва аз осори харобиовари онҳо то ба ҳол дараке нест.

Барои пайдоиши умумӣ доштани сайёраҳои системаи Офтобӣ ва дигар ҷирмҳои хурди онҳоро шарҳ додан олимони ба омӯзиши таркиби кимиёӣ, умри моддаҳои зеризаминӣ ва ҷирмҳои кайҳонӣ машғуланд.

Қӯрғошим дар ҷисми уран дар ҷараёни коҳишбӣ чӣ қадаре, ки зиёд боқӣ монда бошад, умри он ҷинс ҳамон қадар зиёд аст. Бо ин усул умри қадимтарини ҷинсҳои қишри Замин муайян карда шудааст, ки он ба чандин миллиард сол рост меояд. Аз мавҷудияти миқдори наҷандон зиёди моддаҳои радиоактивӣ ва муайян шудани умри қадимтарини ҷисмҳои заминӣ ба хулоса омадан мумкин аст, ки пӯстлохи Замин 3–4 миллиард сол умр дорад.

Тадқиқотҳо оид ба ҷисмҳои сангшудаи ҳайвонот ва наботот нишон медиҳанд, ки афканишоти Офтоб дар онҳо садҳо миллион сол тағйир наёфтааст. Аз ин ҷо мебарояд, ки Офтоб назар ба сайёраҳо пештар пайдо шуда, 5–6 миллиард сол умр дорад.

И. Кант ва П. С. Лаплас ба қонунҳои табиат таъя карда, пайдоиши умумӣ доштани системаи Офтобиро ба таври механикӣ шарҳ медиҳанд, ки гӯё он аз ҷангу ғубор ва тумани абрмонанд пайдо шудааст.

Баъдтар, соли 1947 О. Ю. Шмидт дар фарзияи худ аз абрҳои ҷангу газӣ пайдо шудани сайёраҳоро дар асоси қонунҳои физикӣ фаҳмонидани шудааст. Вале то ба ҳол масъалаи пайдоиши ҳуди ҷангу газ ҳал нашудааст. Эҳтимол аст, ки он дар як маврид бо Офтоб якҷоя пайдо шудааст. Аз афташ ибтидои пайдоиш ба Офтоб ва ба масъалаи умумии пайдоиши ситораҳо вобастагӣ дорад. Системаи ҳисоби дуру дарози вақтро тақвим меноманд. Тақвимҳои моҳтобӣ, офтобӣ ва офтобию моҳтобӣ аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Дар аввалҳо тақвими Юлианӣ дар ақсариёти давлатҳо ҷорӣ буд. Вай ба ҳаракати зоҳирии Офтоб асоснок карда, сохта шудааст. Давомнокии он 3 сол ба 365 ва соли 4-ум ба 366 рӯз баробар аст. Вале дар давоми 400 сол давомнокии ин тақвим нисбат ба соли тропикӣ фарқияти калон пайдо намуда, се сол пештар сар мешавад.

Соли 1582 тақвими нав тартиб дода шуд, ки он дар замони мо тақвими Григорионӣ номида шуда, ҳоло онро дар ақсари давлатҳо истифода мекунанд.

Тақвими Умари Хайём ҳам дар замони худ хеле дақиқ сохта шудааст. Он дар давоми 4500 сол аз вақти ҳақиқӣ ҳамагӣ 1 шабона рӯз фарқ мекунанд.

Боби 6

МАНЗАРАИ ОЛАМ

6.1. Олами ситораҳо

Ситораҳо элементҳои басо муҳимми Коинот ба шумор мераванд. Аз рӯи ҳисоби назариявии ситорашиносони собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ 97% массаи моддаҳои кайҳониро ситораҳо ташкил медиҳанд. Вале мувофиқи тадқиқотҳои солҳои охир олимони ба ҳулоса омаданд, ки ин миқдор тақрибан ба 95% рост омада, танҳо 5% массаи боқимондаи он дар муҳити байнисайёравӣ пароканда шудааст. Ситораҳо элементҳои басо муҳимми Коинот мебошанд. Хосиятҳои асосии онҳо дар асоси масса, андоза ва равшаниашон муайян карда мешаванд. Бо роҳи мушоҳида муайянкунии ин бузургҳо барои тавсифи хусусиятҳои ситораҳои алоҳида ва гурӯҳҳои онҳо масъалаи аввалиндараҷа ба шумор меравад.

Аз байни ситораҳое, ки аз ҷиҳати андоза, бузургии ситорагӣ ва ҳарорат фарқ мекунанд, гурӯҳи ситораҳоеро ҷудо карда, омӯختан мумкин аст, ки онҳо ҷиҳатҳои умумӣ доранд. Масалан, дар як гурӯҳи ситораҳо равшаниашон тағйир ёфта меистад, дар гурӯҳи дигар бошад, таркишҳо рух медиҳанд ва ғайра. Мавҷудияти чунин хусусиятҳо барои ҳулосаҳои муҳимми илмӣ баровардан, доир ба табиати физикии ситораҳои алоҳида, гурӯҳҳои ситораҳо ва дигар ҳодисаҳои умумии дар Коинот ба вуқӯъоянда имконият медиҳанд.

Ситораҳое ҳастанд, ки хусусиятҳои дар боло номбаршуда ба онҳо мансубият надоранд. Чунин ситораҳоро ситораҳои муқаррарӣ меноманд. Шиносии мо доир ба ҳодисаҳои физикӣ, таркиб, табиат, ҷойгиршавӣ нисбат ба якдигар ва ғайра аз ҳамин гуна ситораҳо сар мешавад.

Олами ситораҳоро асосан ситораҳои муқаррарӣ, қӯшситораҳо, ситораҳои нав ва навтарин, зарраситораҳои сафед ва ситораҳои нейтронӣ ташкил медиҳанд, ки онҳо аз якдигар тафовути физикӣ доранд.

Спектри ситораҳо. Бо мақсади муайянкунии элементҳои таркибӣ, ҳарорат, ранг ва дигар хосиятҳои ситораҳо таҷҳизотҳои спектроскопӣ истифода мешаванд.

Дар натиҷаи таҳлил ва омӯзиши спектри ситораҳо (ниг. расми рангаи 6.1.1), онҳо ба синфҳои (классҳои) *O, B, A, F, G, C, K, S, M* ва зерсинфҳои 0, 1, 2, ..., 10 ҷудо карда шудаанд. Ситораҳои ин классҳо тобишҳои намоёни рангӣ доранд. Масалан, ситораҳои синфи *M* ситораҳои сурх номида мешаванд. Дар ин ситораҳо ҳарорат то 3000°

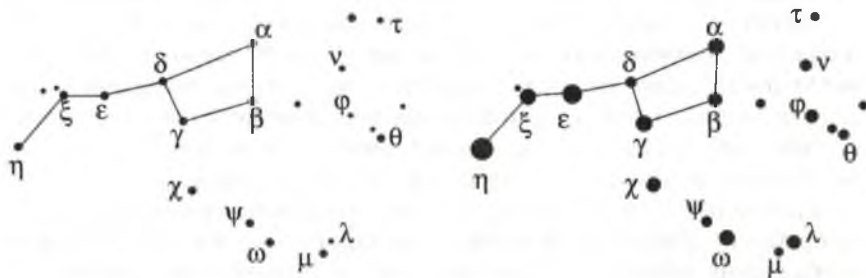
мерасад. Ин гуна ситорахоро, ки дар онҳо ҳарорат « T » нисбат ба дигар ситораҳо хеле паст аст, ситораҳои хунук меноманд. Дар спектри онҳо хатҳои фурубурди молекулаҳои дуатомаи оксиди титан ва дигар металлҳо мавҷуд аст. Ситораҳои α -Ядулчавзо дар бурчи Чаббор, α -Арктур дар бурчи Авво, ситораи α дар бурчи Қосӣ ва α -Дабарон дар бурчи Савр ранги сурхчатобро доранд.

Ба спектри синфи G ранги зард мувофиқ меояд. Дар ин ҷо хатҳои гафси H ва K намоёнанд. Хатҳои Fe бошанд, хеле гафсанд. Оғтоб ва α -Капелла дар (бурчи Мумсикулинон) ба ин гурӯҳи ситораҳо дохиланд. Ҳарорати онҳо то 6000° мерасад. Спектри синфи A аз хатҳои хеле гафси H ва хатҳои борики ионшудаи металлҳои K ва Ca иборат аст. Ранги онҳо сафед буда, ҳарораташон то 10000° мерасад. Ситораҳои ба ин гурӯҳ хос α дар бурчи Тоҷи Шимолӣ ва α -Насри Вокеъ дар бурчи Лира мебошанд.

Ситораҳои синфи O бошанд, ба ҳарорати хеле баланд 50000° соҳибанд ва рангашон сафед мебошад. Дар ин ҷо хатҳои такроршудаи элементҳои сабуки Ca II, H, He, Ca, N ва оксиген мавҷуд аст. Ба ин гурӯҳ ситораҳои λ (бурчи Чаббор) ва λ (бурчи Тсефей) дохил мешаванд. Классҳои ситорагӣ, ранг, бузургӣ ва ҳарорати синфҳои ситорагӣ дар нақшаи пайдарпаии ситорагӣ нишон дода шудаанд (ниг. расми рангаи 6.1.2).

Масофаҳои астрономӣ. Барои муайянкунии масофа то ситораҳо воҳиди астрономӣ – масофаи байни Замину Оғтоб ($1 \text{ в.а.} = 150 \cdot 10^6 \text{ км}$), соли рушноӣ ($1 \text{ с.р.} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}$) ва парсек ($1 \text{ пс} = 3,26 \text{ с.р.} = 206265 \text{ в.а.}$) истифода бурда мешаванд. 1 пс чунин масофаест, ки аз он нимтири калони мадори Замин дар атрофи Оғтоб дар тахти кунҷи $1''$ намоён мешавад. Ситораҳо аз мо дар масофаҳои гуногун ҷойгиранд ва дурахшонии якеаш зиёд ва дигараш камтар аст. Аз ин лиҳоз, дар астрономия истилоҳи бузургӣ (кадр)-и ситорагии m қабул карда шудааст, ки он андозаи ситораро не, балки сели рӯшноии аз он меомадагиро (равшанӣ – L)-ро ифода мекунад.

Агар фикран яке аз ду ситораҳои равшаниашон якхеларо ба масофаи стандартӣ 10 пс кӯчонем, он гоҳ равшании он назар ба



Расми 6.1.3

равшании ситораи дигар афзунтар мешавад (расми 6.1.3). Бузургии ситорагие, ки дар чунин масофа муайян мегардад, бузургии мутлақи ситорагии *M* номида мешавад. Ситораҳо вобаста ба бузургии ситорагиашон (дар чадвали ситораҳои пайдарпаии асосӣ) дар аввал бо аломати (–) – ситораҳои равшаниашон зиёд ва дар охирҳо бо аломати (+) – ситораҳои равшаниашон кам ишора карда мешаванд.

Қушаситораҳо. Ситораҳое, ки чуфтияшон бо мушоҳидаҳои телескопӣ маълум карда мешаванд, қушаситораҳои назарӣ (визуалӣ) номида мешаванд. Ҳангоми даврзанӣ яке аз ситораҳои қушаситора ҳамчун радиф «рафикашро» бо худ паноҳ мекунад ва дар ин лаҳза қушаситорагӣ гум мешавад (ниг. расми ранган 6.1.4).

Ҳамин гуна ситораро (η, Банотуннаш) дар думи ба кафлез монанди бурчи Дубби Акбар мушоҳида кардан мумкин аст.

Равшании қушаситораҳо ҳангоми панаҳкунии байниҷаҳонӣ ба таври даврӣ тағйир ёфта меистад.

Тсефеидҳо. Баъзе ситораҳо тобиши қатъиян даврӣ ва баъзеи дигарашон тобиши ғайридаврӣ доранд, Яъне дар лаҳзаҳои якхелаи вақт тағйироти гуногуни равшании онҳо мушоҳида мешавад. Асосан тағйирёбии андоза ва ҳарорати ин гуна ситораҳо ба ҳодисаҳои вобастагӣ доранд, ки онҳо аз дохили худ ситораҳо бармеоянд.

Ин гуна ситораҳоро ситораҳои ба таври физикӣ тағйирёбанда меноманд. Бо баробари тағйирёбии равшани дар спектри онҳо ҳатман тағйироте ба амал меояд. Ба ин гуна ситораҳо тсефеидҳо дохил мешаванд. Ранги онҳо зардҷатоб ва сафед мебошад. Аввалин бор ин гуна ситора дар бурчи Тсефей мушоҳида карда шудааст. Ва аз ин ру ситораҳои тағйирёбияшон ба ин ситора монандро тсефеидҳо меноманд. Дар онҳо дар натиҷаи фишори қабатҳои болоӣ гелий қисман ба табдилоти ионӣ дучор шуда, водород ва дигар элементҳо бошанд, пурра ба ионҳо табдил меёбанд.

Қисми гелий ба ионҳо табдилнаёфта бошад, барои нурҳои ултрабунафши афкандаи ситораҳо шаффоф намебошад, бинобар ин, он дар дохили газ нигоҳ дошта шуда, ҳарорати онро ниҳоят баланд мекунад. Ин ҳарорат ба васеъшавии кураи газии ситора ва пуркуватташавии ҷараёни табдилоти ионии гелий боқимонда боис мегардад, ки дар натиҷаи он қабатҳои газӣ шаффоф гардида, энергияи афканишоти ба қисмҳои берунӣ барояндаро зиёд мегардонад. Дар ин ҳолат ҳарорат паст шуда, фишурдашавии ситора ба амал меояд ва гелий аз нав барқарор мегардад. Ин ҷараён аз нав дар дохили ситора такрор меёбад. Бинобар ин, андозаи дидашавандаи онҳо ба таври даврӣ тағйир ёфта меистад.

Тсефеидҳо асосан кӯтоҳдавр ва даврашон калон (классикӣ) мешаванд. Даври тағйирёбӣ (васеъшавӣ ва фишурдашавӣ)-и тсефеидҳои кӯтоҳдавр тақрибан як шабонарӯз ва тсефеидҳои классикӣ аз 2 шабонарӯз зиёдтар аст. Тсефеидҳои кӯтоҳдавр тафсон ва тсефеидҳои классикӣ нисбатан хунуктаранд.

Ситораҳои нав. Ситораҳои нав маънои нав пайдо шудани онҳоро надоранд. Онҳо вучуд доранд. Вале дар баъзе лаҳзаҳо равшании онҳо ногаҳон зиёд шуда, бузургии ситорагашон то 7^m-8^m афзоиш меёбад. Ҳодисаи зиёдшавии тобиши онҳо асосан дар натиҷаи таркиши ситора ба миён меояд. Ин ҳодиса дар ҳамагон як ситора такрор шуданаш мумкин аст, вале ин дафъа равшании тобиши он хеле кам мегардад. Ситораҳои ба чунин хусусият доро бударо низ ситораҳои тағйирёбанда меноманд.

Ситораҳои навтарин. Ситораҳое, ки пеш намудор набуданд, ногаҳон таркида, дар ҷараёни афканишот охиста-охиста ба мисли ситораҳои нав ҳомӯш мешаванд (ниг. расми рангаи 6.1.5).

Дар ҳолати афканишоти максималӣ равшании онҳо назар ба равшании Оғтоб даҳҳо миллион маротиба зиёд аст.

Гумон аст, ки ин гуна афканишот ва зиёдшавии ниҳони тобиш дар натиҷаи таркиши ядрогӣ ба амал меояд. Бо руҳ додани чунин таркиш энергияи ҷудошуда ба атрофи ситора бо суръати калон партофта мешавад. Чунин ситораҳоро ситораҳои навтарин меноманд.

Дар ин ҷо баъди таркиш дар таҳти таъсири ҷозиба фишурдашавии марказрав ба амал омада, барои табдилоти протону электронҳо ба нейтронҳо шароити мусоид фароҳам меояд. Ситораҳое, ки ба чунин ҳолати табдилот дучор шудаанд, ситораҳои нейтронӣ номида мешаванд. Аз қабилӣ реаксияҳои термоядрогие, ки дар дохили ситораҳо дар ҳарорат ва фишори баланд мегузарад, муҳимтаринаш ҷараёни табдилоти протон-протонӣ мебошад. Дар ҷараёни он чор атоми гидроген бо ҳам бархӯрда, миқдори зиёди энергия хориҷ шуда, ядрои гелий (α -заррачаҳо) ҳосил мешавад, ки он аз ду протон ва ду нейтрон иборат аст.

Массаи ситораҳо ҳар қадар калон бошанд, ҳарорати ядрои онҳо ҳамагон қадар афзуда, гидроген дар онҳо бо суръати калон ба реаксия дохил мешавад. Руҳ додани чунин ҳодиса дар ситораҳои азим ва азимтарин, ки атмосфераашон хеле гафс ва равшаниашон басо зиёд аст, аз эҳтимол берун нест.

Ба гелий табдил ёфтани гидрогени ситораҳои нилобиранг, ки ба пайдарпаии асосии ситорагӣ мансубанд, аз як то даҳҳо миллион сол давом мекунад. Барои ситораҳои азим, ки массаашон аз массаи Оғтоб даҳҳо ва равшаниашон миллионҳо маротиба зиёд аст, бинобар сабаби афзудани ҳарорати ядро захираи гидроген аз ҳисоби фишори марказрави қабатҳои болоӣ дар давоми даҳҳо миллион сол сӯхта, тамоми мешавад. Ситора ҳангоми нестшавии гидрогени қабатҳои дохилӣ каме хунук шуда, ба ситораи сурхи азим табдил меёбад. Бо камшавии гидроген минтақаҳои тавлиди энергия ба қисми болоӣ мекӯчанд. Дар натиҷа қабати тунуки манбаи энергия пайдо мешавад ва дар он танҳо табдилоти гидрогенӣ ба амал омаданаш мумкин аст. Ин қабат дар байни қабатҳои дохилӣ ва берунӣ меҳобад. Дар қабати дохилии аз гидроген маҳрумбуда ҳеҷ гуна табдилот намегузарад. Дар қабати болоӣ, агарчи гидроген

бошад ҳам, фишор ва ҳарорат барои гузаштани табдилот кифоягӣ намекунад. Фишори марказрави қабатҳои болоӣ ба қабати (манбаи энергия) тавлидкунандаи энергия нисбат ба фишори марказгурези ядрогӣ зиёдтар аст. Аз ҳамин сабаб вай ба тарафи ядро ба марказ фишурда шуда, энергияи ҷазбшавӣ (гравитатсионӣ)-и худро ба берун хориҷ мекунад. Ин фишурдашавӣ то ба ҳолати ғайрифатоли («шах шудан» ё «бе амал шудан») дучор шудани гази ядро давом мекунад. Дар гази ба ин ҳолат дучоршуда фишор аз ҳарорат вобастагӣ надорад. Барои чунин фишурдашавиро нигоҳ доштан дар маркази фишори зиёдро ҳосил кардан мумкин аст. Чунин ҳолат дар ситораҳои масса ва зичии ашон калон ба амал омаданааш мумкин аст.

Дар ядроии ситораҳое, ки массаашон аз массаи Офтоб $1,3$ маротиба калонанд, ^1H пурра ба ^4He табдил ёфтааст. Барои чунин масса ва ба он мувофиқ зичии ҳарорати ядро ба он дараҷае зиёд нест, ки дар он ^4He ба реаксия даромада, карбон (C) ҳосил шаваду боз афканишоти нав ба миён ояд. Аз ҳамин сабаб ядроии аз гелий иборатбуда манбаи афканишотӣ надорад ва ба ҳолати изотермӣ соҳиб мешавад. Ин гуна ядро аз чор як ҳиссаи массаи ситораи ташкил дода, ба зичии 350 кг/см^3 соҳиб аст. Атрофи он бо ҳамон қабате ихота аст, ки аз он энергия хориҷ мешавад. Баъди ин қабат қабате сар мешавад (ғафсиаш $0,1$ радиуси ситора), ки он қабати афканишотӣ номида мешавад. Қариб 70% массаи қабатҳои болоии ситора, ки ба $0,9$ радиуси ситора мувофиқ меояд, минтақаи ситораи сурхи азимро ташкил медиҳанд.

Афканишот дар ситораҳои сурхи азим аз ядроии онҳо бар намеояд. Ин афканишот дар натиҷаи ниҳоят зиёд будани зичӣ, ки он аз андозаи калони массаи ситораҳо вобастагӣ дорад, ба амал меояд.

Зарраситораҳои сафед. Андозаи баъзе ситораҳо хеле хурд ($1/100 - 1/1000 R_0$ – радиуси Офтоб) мебошад ва аз ҳамин сабаб, агарчи ҳарорати онҳо хеле баланд бошад ҳам, равшаниашон ба мо кам омада мерасад. Аз афташ, онҳо манбаи гидрогении энергияи термоядроии худро кайҳо гум кардаанд. Чунин ситораҳоро зарраситораҳои сафед (карликҳои сафед) меноманд. Онҳо оҳиста-оҳиста хунук шуда, ба ситораҳои зичи газашон дар ҳолати ғайрифатоли (сӯхташуда, бе амал) табдил ёфтаанд. Бо афзудани m – массаи зарраситораҳои сафед фишори газ дар дохили онҳо ба қувваи ҷазбшавие, ки назар ба фишори гази бефатолият тезтар меафзояд, муқобилият нишон медиҳад. Аз ҳамин сабаб зарраситораҳои сафеди массаашон калон ниҳоят фишурдашуда мебошанд. Аммо барои баъзе қиматҳои массаи фишори гази дар ҳолати ғайрифатолибуда қувваи ҷазбшавӣ (гравитатсия)-ро мувозинат нигоҳ дошта наметавонад. Ситора дар ин лаҳза беист фишурда мешавад. Ин вазъи фишурдашавӣ барои қимати $(2-3) M_0$ (M_0 – массаи Офтоб) ҳатмӣ аст.

Он дар мавриди $m > 1,2M_0$ ҳам рух доданааш мумкин аст. Дар ин гуна ситораи фишори гази дар ҳолати ғайрифатолибудаи нейтронӣ ба

кувваи ҷозибавӣ муқобил истода, имкониятеро ба вучуд меорад, ки дар натиҷа дар ситора таркиши ядрогӣ ба амал омада, ситора ба ситораи нейтронӣ табдил меёбад. Сели рӯшноии ситора дар давоми як дақиқа даҳҳо маротиба афзуда, баъди ним соат боз ба ҳолати аввалааш меояд. Дар натиҷаи чунин таркиш ҳамаи энергияи мавҷуда хориҷ шуда, ҷисми ситора ба ҳолати нейтронӣ табдил меёбад.

Дар ҳолати $m > (2-3)M_0$ будан бошад, фишори нейтронҳои дар ҳолати ғайрифаъолбуда кувваи ҷазбшавиро ҳеҷ гоҳ нигоҳ дошта наметавонад ва дар натиҷаи фишурдашавӣ радиуси ситора хурд шуда зачиаш дар 1 см^3 то садҳо тонна меафзояд.

Дар ин ҳолат зарраситораҳои сафед ба берун чизе ва ҳатто рӯшноӣ хориҷ намеkunанд. Чунин объектҳоро, бинобар сабаби аз афканишот маҳрум буданашон, ҳеҷ гоҳ дида наметавонем. Фақат дар баъзе ҳолатҳо моддаҳои атрофи онҳоро мушоҳида кардан мумкин аст. Ҳамин нуктаи назари пешқадами космологияро дар астрономия вартаи сиёҳ (фурубурди сиёҳ) меноманд. Тарзи ҷойгиршавии ситораҳои дар боло номбаршуда дар варакаи пайдарпаии асосии ситорагӣ нишон дода шудааст (ниг. расми рангаи 6.1.2).

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Ситораҳо аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
2. Спектри синфҳои ситораҳо ро маънидод намоед. Аз рӯи спектри ситораҳо таркиби онҳо чӣ тавр муайян карда мешавад?
3. Масофаҳои астрономӣ ва воҳидҳои онро шарҳ диҳед.
4. Масофаи стандартиро маънидод намоед.
5. Бузургии ситорагӣ ва бузургии мутлақии ситорагиро шарҳ диҳед. Дар бораи кӯшаситораҳо маълумот диҳед.
6. Барои чӣ ситораҳо тағйирёбанда меноманд?
7. Чӣ гуна ситораҳо ситораҳои нав меноманд?
8. Ситораҳои навтарин гуфта, чӣ гуна ситораҳо меноманд?
9. Зарраситораҳои сафед гуфта, чӣ гуна ситораҳо меноманд? Фурубурди сиёҳ гуфта, чиро меноманд?

МАШҚ

1. Барои ба наздиктарин ситора α Кентавр (параллаксияш $0,76''$) рафта расидани ҷисми парвозкунандае, ки бо суръати 100 км/с ҳаракат мекунад, чӣ қадар вақт лозим аст? (*Ҷавоб:* 49 млн сол)
2. Параллаксияи ситораи 61-Қу ба $0,37''$ баробар аст. Масофа то ин ситора (бо воҳиди соли рӯшноӣ) ҳисоб кунед. (*Ҷавоб:* 88 соли рӯшноӣ)
3. Параллаксияи ситораи Насри Воқеъ ба $0,12''$ баробар аст. Масофа то ин ситора бо парсекҳо, солҳои рӯшноӣ ва воҳиди астрономӣ ифода намоед. (*Ҷавоб:* 5 парсек; 16,3 соли рӯшноӣ; $1,03 \cdot 10^6 \text{ в.а.} = 15,45 \cdot 10^{13} \text{ км}$)

6.2. Галактикаи мо

Ҳамаи сайёраҳои хурду калон, астероидҳо, кометаҳо, метеороҳо ва ҷангу губори байни сайёравӣ системаи Офтобиро ташкил медиҳанд. Дар навбати худ Замин, ки барандаи ҳаёти зиндаи инкишофёфта мебошад, яққоя бо системаи Офтобӣ ба системаи ситорагӣ дохил мешавад, ки онро Галактика ё Галактикаи мо меноманд. Вайро дар шакли линзаи дутарафа барҷастаи канораҳояш тунуқшуда, тасаввур кардан мумкин аст (ниг. расми рангаи 6.2.1).

Ҳангоми набудани Моҳ ва софу бегубор будани осмон, дар он манзараи тасмамонанди равшанро, ки шумораи ниҳоят зиёди ситораҳо дар бар дорад, دیدан мумкин аст. Ҳамин манзараи равшани васеъгии нобаробар доштаре, ки аз як қисми осмони ситоразор то қисми дигари он тӯл кашидааст, Роҳи Қаҳқашон меноманд.

Галактика аз калимаи юнонӣ *галаксиас* гирифта шуда, маънояш ширмонанд мебошад. Мувофиқ ба яке аз ривоятҳои юнонӣ гуё худон Ҳамаҳозир (Хурмузд) Ҳермес фарзанди Зевсро, ки модараш дар дами марг буд, ба синаи завҷааш Ҳеро мегузорад, вале зан бо рашқи дар дил доштаи худ тифлро тела медиҳад. Бо амри худо шир ба осмон пош хӯрда, дар он равшанроҳи ширмонандеро ба вучуд меорад, ки онро мо ҳоло Роҳи Қаҳқашон номидаем.

Баъзе ҳолатҳо дар шарҳи системаи ситорагии олами ситораҳо фаҳмиш ё тасаввурот оид ба Галактика ва Роҳи Қаҳқашон ҳаммаъно истифода мешаванд. Вале дар ҳақиқати ҳол Галактикаи мо гарамии ниҳоят калони ситорагӣ мебошад. Роҳи Қаҳқашон бошад, танҳо тасмаи равшаниест, ки он дар гунбази фалак аз дохили Галактика ба ҷашм менамояд.

Галактика ситораҳои гуногун, тароқуми ситорагӣ ё худ галаситораҳо, абрҳои ситорагӣ, туманотҳои абру газӣ, абрҳои байниситорагӣ, ҷангҳои пароканда ва атомҳои гуногунро дар бар мегирад. Маҷмӯи нурбарории ҳамаи онҳо ва нурпарокандакунии муҳити онҳо равшании ҳамаи Роҳи Қаҳқашонро ташкил медиҳанд. Даврае, ки хати марказии Роҳи Қаҳқашонро ифода мекунад, экватори Галактикӣ номида мешавад. Он нисбат ба экватори гунбази фалак (сфераи осмон), кунҷи 62° -ро ташкил медиҳад (расми 6.2.2).

Ин хат дар қисми шимолии осмони ситоразор аз бурҷҳои ситораҳояшон дурахшон Ҷаббор, Ҷавзо, Савр, Мумсикулъинон, Зотулқурсӣ (Кассиопея), Уқоб ва дар ҷануби он аз бурҷҳои Сипар, Морафсой, Қавс ва Ақраб мегузарад.

Ситораҳое, ки дар дохилии Галактика ба системаи Офтобӣ наздиканд, хеле равшану дурахшон менамоянд.

Дар Галактика бо ҷашми оддӣ ва бо ёрии дурбину телескопҳо гурӯҳҳои ситораҳоеро دیدан мумкин аст, ки онҳо бо ҳам хеле наздик ва ё зич ҷойгир шудаанд. Ин гуна ҳолати маҷмӯи намоёншавии ситораҳо галаситораҳо (ё тароқуми ситорагӣ) меноманд.

246 Галаситораҳо парокандашакл ва курашакл мешаванд.

Онҳо аз ҷиҳати нурбарории умумӣ, миқдори ситораҳо, мавҷудияти объектҳои алоҳида, масса, андоза ва таркибашон фарқ мекунанд. Галаситораҳои парокандашакл аз дахҳо ва садҳо ситораҳо ташкил шуда, дар наздикиҳои ҳамвории Галактика мавқеъ доранд (ниг. расми рангаи 6.2.3).

Шумораи онҳо то ба 800 мерасад, ки аз Офтоб дар масофаи чандин килопарсек (кпс) воқеанд. Аз онҳое, ки барои мо (дар бурҷи Савр) маълуму равшантаранд, Парвин (Плеяда) ва Ҳиада ном доранд ва аз мо дар масофаи 40–130 парсек ҷойгиранд. Дар галаситораҳои курашакл зичии ҷойгиршавии ситораҳо ба сӯи маркази Галактика зиёд мешавад (ниг. расми рангаи 6.2.4, галаситора дар бурҷи Ҷосӣ). Кутри миёнаи онҳо қариб 40 парсек аст ва бинобар сабаби дурахшон буданашон онҳоро, ки шумораашон зиёда аз 100-то мебошанд, дар Галактикаамон мушоҳида кардан мумкин аст.

Мо дар дохили Галактика зиндагӣ карда истода, шакли зохирии онро дуруст тасаввур карда наметавонем. Маҳз ба ҳамин мақсад шакл, сохт ва ҳаракати дигар галактикаҳои ба мо ҳамсояро омӯхта истода, ҳаёлан аз дурӣ ҷӣ тавр шакл доштани Галактикаамонро тасвир карда метавонем ва нисбати он маълумотҳои илмӣ ҳам гирифтани осон мешавад.

Дар расми рангаи 6.2.5 галактикаи хеле хуб омӯхташудаи туманнокии Андромеда тасвир ёфтааст, ки аз бисёр ҷиҳат системаи ситорагии Галактикаи моро ба хотир меорад.

Бо мақсади ҷойгиршавии байниҷадигарии ситораҳоро омӯختан ба ҳолати дидашавандагии онҳо назар карда, масофаи байни мушоҳидачӣ ва ҳамон ситораҳоро муайян кардан зарур аст.

Масофа бо усули параллакси солонаи ситораҳо ё худ кунче, ки дар таҳти он аз ситора масофаи Замину Офтоб менамояд, муайян карда мешавад. Дарҳақиқат, агар параллакси ситора ҳудуди кунҷи $p = 0,002'' \pm 0,01''$ -ро дарбар гирад, он гоҳ масофа то ситора мувофиқи формулаи $r = \frac{1}{p}$ пс (парсек), то ба 100 пс баробар мешавад. Масофа то ситораи дурахшони ба мо наздиктарин (α -Кентавр) бо ҳамин усул муайян карда шудааст, ки он ба 1,33 пс баробар аст.

Тақсимишавии ситораҳо дар Галактика. Бо мақсади муайянкунии миқдори ситораҳо дар қисмҳои гуногуни Галактика мафҳуми зичии ситорагӣ, яъне миқдори ситораҳо дар воҳиди ҳаҷми



Расми 6.2.2

Галактика қабул карда шудааст. Ба сифати воҳиди ҳаҷм 1 пс^3 қабул шудааст. Ҳисобкуниҳо нишон медиҳанд, ки дар ҳудуди Офтоб дар 1 пс^3 то $0,12$ ситораҳо ҷойгир шудаанд ва масофаи байни онҳо ба 2 пс ($2 \text{ пс} = 2 \cdot 31 \cdot 10^{12} \text{ км} = 62 \cdot 10^{12} \text{ км}$) баробар аст.

Ҳангоми бо чашм ба 1^0 -и квадрати Галактика назар кардан зичии ситораҳо дар бурчи Персей чунон кам аст, ки ҳатто бо чашми оддӣ онҳоро муқоиса карда шинохтан мушкил аст. Дар мавриди пайи ҳам ба бурҷҳои Зотулқурсӣ (Кассиопея) ва баъд ба бурчи Ҷавзо наздик шудан, равшании Роҳи Қаҳқашон торафт меафзояд.

Он аз бурчи Уқоб ибтидо гирифта, ба ду шоха ҷудо шуда минбаъд аз бурҷҳои Уқоб, Сипар, Морафсой, Қавс ва Ақраб мегузарад. Вале ба душоха ҷудо шудан ин ҳақиқати ҳол нест. Аз дохили шоҳҳои Галактика бо андозаҳои ниҳой туманнокҳои ҷангу гӯбори тира мегузарад. Онҳо нури ситораҳоро фуру мебаранд ва бинобар сабаби хирагии муҳит ҷудо карда омӯхтани андоза ва сохти ситораҳои ҳамон муҳит мушкил мегардад. Ин гуна тирашаклиро инчунин дар дигар мавзҳои Роҳи Қаҳқашон дидан мумкин аст.

Ҳангоми ба тарафи маркази Галактика наздик шудан афзудани зичии ситораҳо дар назар дошта шудааст, вале тумани ҷангу гӯбори қабатҳои поёнии Галактика барои ҷудо карда омӯхтани ин ситораҳо садди роҳи мушоҳида мешаванд.

Дар лаҳзаи аз мавқеи Офтоб ба тарафи муқобил ё ба канори Галактика гузаштан зичии ҷойгиршавӣ ва миқдори ситораҳо хеле кам мешаванд.

Ҳаракати системаи Офтобӣ, ситораҳо ва ҷарҳзании Галактика. Ҳаракати Офтоб ва ситораҳо дар Галактика ба ҳаракати сайёраҳои системаи Офтобӣ монанд мебошанд, вале дар ин ҷо ҳамвории ҳаракат ба меҳвари ҷарҳзании Галактика перпендикуляр аст.

Суръати ҳаракати ҷарҳзании онҳо аз марказ ба тарафи канор аввал зиёд шуда, дар мавзие системаи Офтобӣ то ба 240 км/с мерасад ва минбаъд он кам шуда меравад.

Офтоб ва ситораҳое, ки минтақаи канориро ташкил медиҳанд, тақрибан дар 200 млн сол 1 маротиба дар атрофи Галактика давр мезананд, ки онро соли галактикӣ меноманд.

Системаи Офтобӣ дар дохили Галактика тақрибан дар масофаи $2/3$ радиуси он ҷойгир шуда, ба тарафи бурчи Ҷосӣ (Геркулес) ба нуктае, ки апекс номида шуда, координатаҳои галактикааш $\alpha = 270^\circ$ ва $\beta = 30^\circ$ мебошад, бо суръати 20 км/с ҳаракат мекунад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Галактика гуфта, чиро меноманд ва он чӣ гуна шакл дорад?
2. Роҳи Қаҳқашон гуфта, чиро меноманд?
3. Тафовути фаҳмиши Галактика ва Роҳи Қаҳқашонро шарҳ диҳед.
4. Роҳи Қаҳқашон аз кадом бурҷҳо мегузарад?
5. Галаситораҳо (тарокуми ситорагӣ) гуфта, чиро меноманд?

6. Сохти дохилии Галактикаро шарҳ диҳед.
7. Тақсимшавии ситораҳоро дар Галактика маънидод намоед.
8. Сабаби дар канорҳои Галактика мавҷуд будани душоҳоро фаҳмонед.
9. Ҳаракати Офтоб ва ситораҳоро дар Галактика маънидод намоед. Соли Галактика гуфта, чиро меноманд?
10. Ҳаракати Офтоб ва апекси онро шарҳ диҳед.

6.3. Манзараи Олам (Коинот)

Дар фазои Олам ғайр аз Галактикаи мо инчунин галактикаҳои гуногуни дигар мавҷуданд ва ба монанди ситораҳо қӯша ва каратӣ (ниг. расми рангаи 6.3.1) мешаванд. Онҳо дар шакли гурӯҳҳо ва галагурӯҳҳо дида мешаванд. Микдори зиёди галактикаҳо дар маҷмӯъ галаи галактикаҳоро ташкил медиҳанд.

Аз рӯи шакли худ галактикаҳо ба намудҳои зерин тақсим мешаванд: эллиптикӣ, спиралмонанд ва нодуруст (ниг. расми рангаи 6.3.2).

Дар галактикаҳои шаклашон спиралӣ ҳаракати гирдобҳои газҳои майл ба чархзанӣ дошта мушоҳида карда мешавад, ки дар оянда ба ҳосилшавии шоҳаҳои спиралӣ боис мешаванд (ниг. расми рангаи 6.3.3). Дар замони ҳозира астрономҳо мавҷудияти қариб 10 миллиард галактикаҳоро тасдиқ менамоянд. Аксарияти онҳо шакли эллиптикӣ ва спиралмонандро доранд. Галактикае, ки дар дохили он системаи Офтобӣ ҷойгир аст, спиралшакл буда, аз 120 миллиард ситора ташкил ёфтааст, қутри (диаметри) он ба сад ҳазор соли рӯшноӣ баробар аст.

Галаи галактикаҳои наздиктарин аз мо тақрибан дар масофаи 20 млн пс, дар бурчи Сунбула воқеанд. Ҳангоми ҷудо карда омӯختани галактикаҳо баъзеи онҳо чун туман ба шакли «камера»-и бо ҳаво пуркардашудаи ҷархи мошина монандӣ мекунад (ниг. расми рангаи 6.3.4). Яъне онҳо шакли ҳалқаро доранд. Ғафсии «девори ҳалқа»-ро ташкилдиҳанда 30–40 мпс ва дохили он ба 100 мпс баробар аст.

Материя дар Коинот (Олам) ҳамчун ҷисмҳои космикӣ конденсатсияшуда ва материяи диффузӣ дида баромада мешавад. Материяи диффузӣ ба намуди атомҳо ва молекулаҳои пароканда, ба монанди ташкилаҳои зичиашон зиёдтар – абрҳои бузурги ҷангию газӣ ва туманнокии газӣ-ҷангӣ мавҷуд мебошад. Ҳиссаи зиёдтари материя дар Коинот дар шакли ташкилаҳои диффузӣ ва ба намуди афканишотӣ дучор мешаванд.

Калонтарини онҳо дар бурчи Далв воқеъ аст. Онҳоро асосан туманоти сайёрагӣ меноманд.

Системаи галактикаҳои дидашаванда ва галаи галактикаҳо дар якҷоягӣ Метагалактика номида мешавад. Вай қисми Коиноти беохирро ташкил медиҳад.

Дар Метагалактика мувофиқи қонуни Ҳаббл (олими амрикоӣ), хатҳои спектрии спектрҳои галактикаҳои дур ба тарафи мавҷҳои дарозии мавҷашон ранги сурхро ифодакунанда гегизи шудааст. Аз мушоҳидаҳо маълум мешавад, ки суръати дуршавии галактикаҳо v , аз мо, ки гегизи сурхаш ба $\Delta\lambda$ мувофиқ меояд, бо зиёдшавии масофа r меафзояд. Яъне чӣ қадаре, ки онҳо аз мо дур бошанд, ҳамон қадар суръати дуршавиашон зиёд мешавад, ки он бо формулаи $v_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = Hr$ муайян карда мешавад. Дар ин ҷо c – суръати рӯшнӣ ва H – собити Ҳаббл ($55 \text{ км/с} \cdot \text{Мпс}$) мебошад. Вале ин маъно аз мо гурехтани онҳоро надорад. Аниқтараш, ҳамаи галактикаҳо ва ситораҳои онҳо аз якдигар дур шуда истодаанд. Ин ҳодиса ба ҳамон пуфаки бо ҳаво пуркардашудае монанд аст, ки гуё дар натиҷаи ҳаёлан худ ба худ васеъшавиаш масофаи байни якдигарии молекулаҳои дохилии он зиёд шуда меравад. Ин гуна ҷараёни аз ҳам дуршавии галактикаҳо ва ситораҳои онҳо тамоми Коинотро фаро гирифтааст. Чунин васеъшавиро васеъшавии Коинот меноманд.

10–15 млрд сол қабл аз ин галактикаҳо бо ҳам нисоят наздик буда, дар ҳолати фишурдашавӣ буданд. Зичиашон чунон калон буд, ки он боиси хеле баландшавии ҳарорат (миллиардҳо дараҷа) мегардиданд.

Дар натиҷаи нисоят афзудани фишори дохилии нахустмодда мувозинатии фишори қабатҳои болоӣ, ки ба марказ нигаронида шуда буд, вайрон шуда, Таркиши Бузург амал меояд. Ба шарҳи назариявии ҳодисаи зикршуда таркиши галактикаи М-82 тақвият мебахшад (ниг. расми рангаи 6.3.5).

Нахустмоддаҳои галактикаҳоро тавлидкунанда ҳанӯз миллиардҳо сол пеш аз пайдошавии галактикаҳо дар ҳолати авҷу хурӯҷи реакцияҳои термоядрӣ буданд. Афканишоти он ба дараҷаи ниҳонӣ баланд буд.

Энергияи ин афканишот ($E = h\nu$) дар шакли фотонҳо ба фазои атроф хориҷ мешуд.

Баъди чунин афканишоти калон нахустмодда васеъ мешавад. Дар ҷараёни минбаъдаи васеъшавӣ элементҳои кимиёӣ ва баъдтар галактикаҳо, ситораҳо ва сайёраҳо пайдо шудаанд. Вале афканишот дар ин давра торафт кам шуда, дар охир хомӯш мешавад. Афканишот, агарчи он қайҳо хомӯш шуда бошад ҳам, то имрӯз ба мо омада истодааст. Ин гуна афканишотро афканишоти реликтивӣ меноманд. Қабул ва таҳлили афканишоти реликтивӣ нишон медиҳад, ки зичии моддаҳои онвақта нисбат ба зичии моддаҳои имрӯза миллионҳо маротиба зиёд будааст.

Омӯзиши васеъшавии Коинот ва масъалаи «Оё Коиноти баъди таркиш пайдошуда минбаъд фишурда мешавад ё не?» мавзӯи басо муҳимми космология мебошад, ки нисбати он имрӯзҳо олимони корҳои илмӣ-тадқиқотӣ мебаранд.

Хамин тарик, мо ба давраи аз ҳолати фишурдашавӣ боз ба ҳолати васеъшавӣ баргаштани галактикаҳо назар карда, гуфта метавонем, ки материяи Олам дар гардиш аст, вале он дар сарҳади гардиши худ ҳеҷ гоҳ ба шакли пешинааш тақрор намеёбад.

Замин, ситораҳо, Офтоб ва Галактика, ки дар ҳудуди калони вақт – миллиардҳо сол инкишоф ёфта истодаанд, рӯзе аз рӯзҳо ба поёни умри худ мерасанд ва материяи онҳоро ташкилдиханда шакли навро гирифта, боз аз нав инкишоф меёбад. Олами нав ба ҷои дунёҳои олами коинотие, ки умрашон ба поён расидааст, пайдо мешавад.

Метавон гуфт, ки дар зинаҳои «парвози» вақт боз ҳаёти нав пайдо шуда, ақлу хирад аз нав ба дараҷаи тараққиёти худ расад.

Мо дар Замин истода, ҳаёт ба сар мебарем, вале намедонем, ки дар дигар сайёраҳо инкишофи ҳаёт (агар он вучуд дошта бошад) ва дараҷаи тараққиёти илму техника дар чӣ ҳолат аст.

Қарнҳо мегузаранд, дараҷаи илму техника боз ҳам инкишоф меёбад ва эҳтимол дар ин давра олимони мавҷудияти ҳаётро дар дигар минтақаҳои Олам бо комёбиҳо ва кашфиётҳои нави илмӣ тасдиқ намоянд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Галаи галактикаҳо гуфта, чиро меноманд?
2. Ҳалқашаклии галактикаҳоро фаҳмонед ва онҳо чӣ гуна андоза доранд?
3. Метагалактика гуфта, чиро меноманд?
4. Васеъшавии Коинотро шарҳ диҳед.
5. Афканишоти реликтивӣ гуфта, чиро меноманд?
6. Дар бораи аҳамияти афканишоти реликтивӣ маълумот диҳед.
7. Тадқиқотҳои илмӣ Олам дар шароитҳои имрӯза чӣ зарурият дорад?

МАШҚ

1. Дар спектри Галактика хати сурхи серияи Балмер бо дарозии мавҷи $\lambda_0 = 656,3$ нм ҳамчун рӯшноии дарозии мавҷаш $678,6$ нм шинохта мешавад. Галактика бо кадом суръат аз мо дур шуда истодааст? (Ҷавоб: $v = 10^7$ м/с)
2. Доимии Ҳабблро $H = 75$ км/с · Мпс қабул карда, масофа то дигар галактикаҳоро муайян кунед. Галактика аз мо бо суръати $v = 10^3$ км/с дур мешавад. (Ҷавоб: $13,3$ Мпс)
3. Ба чашми мушоҳидачӣ Галактика чӣ тавр намоён мешавад, агар он дар ягон нуқтаи ҳамвории галактикӣ, ки аз марказ начандон дур аст, ҷойгир бошад.

Зиёда аз 95%-и массаи тамоми моддаҳои қайҳониро ситораҳо ташкил медиҳанд ва онҳо элементҳои басо муҳими Коинот ба шумор мераванд.

Дар натиҷаи омӯзиш ва таҳлили спектрашон ситораҳо ба классҳои *O, B, A, F, G, C, K, S, M* ҷудо карда шудаанд.

Ситораҳои классии *M*-ро ситораҳои сурх меноманд ва ҳарорати онҳо ба 3000°C мерасад. Азбаски ҳарорати ин гуна ситораҳо нисбат ба ҳарорати ситораҳои дигар паст аст, онҳоро ситораҳои хунук низ меноманд.

Ситораҳои классии *G* ранги зард доранд ва ҳарорати онҳо то 6000°C мерасад.

Ранги ситораҳои классии *A* сафед буда, ҳарораташон ба 10000°C баробар аст. Ситораҳои классии *O* бошад, ба ҳарорати хеле баланд, 50000°C соҳибанд.

Ситораҳо аз мо дар масофаҳои хеле дур воқеанд. Баъзеи онҳо аз Офтоб ниҳоят калон бошанд ҳам, дар ин гуна масофа хеле хурд менамоянд.

Ситораҳое, ки ҷуфтияташон бо мушоҳидаҳои телескопӣ муайян карда мешаванд, кӯшаситораҳои назарӣ (визуалӣ) номида мешаванд.

Ситораҳое ҳастанд, ки баъзан тобишашон ногаҳон афзуда меравад ва бузургии ситорагашон то 7^м–8^м зиёд мешавад. Ин гуна ситораҳоро ситораҳои нав меноманд.

Ситораҳои нонамоёне ҳастанд, ки ногаҳон таркида, дар ҷараёни афканишот оҳиста-оҳиста ба мисли ситораҳои нав хомӯш мешаванд. Ҳангоми афканишоти максималиашон равшании онҳо назар ба равшании Офтоб даҳҳо маротиба зиёд мешавад. Эҳтимол афканишоти ногаҳонии онҳо дар натиҷаи таркиши ядрогӣ ба амал омада бошад. Чунин ситораҳоро ситораҳои навтарин меноманд.

Ҳамаи сайёраҳои хурду калон, астероидҳо, кометаҳо, метеороҳо ва ҷангу ғубори байни сайёравӣ системаи Офтобиро ташкил медиҳанд.

Замин дар якҷоягӣ бо системаи Офтобӣ ба системаи ситорагӣ дохил мешавад, ки онро Галактикаи мо меноманд.

Ҳангоми набудани Моҳ ва софу беғубор будани осмон дар он манзараи тасмамонанди равшанро, ки шумораи ниҳоят зиёди ситораҳоро дарбар дорад, дидан мумкин аст.

Ҳамин манзараи равшани васеъгии нобаробар доштаро, ки аз як қисми осмони ситоразор то қисми дигари он тӯл кашидааст Роҳи Қаҳқашон меноманд.

Даврае, ки хати марказии роҳи Қаҳқашонро ифода мекунад, экватори Галактикӣ номида мешавад. Он нисбат ба экватори гунбази фалак кунҷи 62°-ро ташкил медиҳад.

Дар Галактика ситораҳоро дидан мумкин аст, ки бо ҳам хеле наздик ва зич ҷойгир шудаанд. Ин гуна ҳолати ҷамъоҷамъи намоёншавии ситораҳоро галласитораҳо (ё тароқуми ситорагӣ) меноманд.

Бо мақсади муайянкунии миқдори ситораҳо дар қисмҳои гуногуни Галактика мафҳуми зичии ситорагӣ, яъне миқдори ситораҳо дар

воҳиди ҳаҷми Галактика қабул карда шудааст. Ба сифати воҳиди ҳаҷм 1 пс^3 қабул гардидааст. Мувофиқи ҳисобкуниҳо дар ҳудуди ба Офтоб наздик дар 1 пс^3 то $0,12$ ситора ҷойгир шудааст ва масофаи байни онҳо ба $2 \text{ пс} = 2 \cdot 31 \cdot 10^{12} = 62 \cdot 10^{12} \text{ км}$ баробар аст.

Ҳаракати Офтоб ва ситораҳо дар Галактика ба ҳаракати сайёраҳои системаи Офтобӣ монанд мебошад, вале дар ин ҷо ҳамвори ҳаракат ба меҳвари чархзании Галактика перпендикуляр аст.

Суръати чархзании онҳо аз марказ ба тарафи канор аввал зиёд шуда, дар мавзеи системаи Офтобӣ то 240 км/с мерасад ва минбаъд он кам шуда меравад.

Офтоб ва ситораҳои, ки минтақаи канориро ташкил медиҳанд, тақрибан дар 200 млн сол 1 маротиба дар атрофи Галактика давр мезананд, ки онро соли галактикӣ меноманд.

Дар Коинот ғайр аз Галактикаи мо галактикаҳои дигар низ вуҷуд доранд.

Миқдори зиёди галактикаҳо дар ҷамъоҷамъӣ галаи галактикаҳоро ташкил медиҳанд. Галаи галактикаҳои наздиктарин аз мо тақрибан дар масофаи 20 млн пс воқеанд.

Ситораҳои галактикаҳои дидашаванда ва галаи галактикаҳо дар якҷоягӣ Метагалактика номида мешаванд ва он онҳо қисми Коиноти беоҳирро ташкил медиҳанд.

Дар Метагалактика мувофиқи қонуни Ҳаббл (астрономи амрикоӣ), галаи ситораҳо аз мо ба ҷама тараф дур шуда рафта истодаанд. Ин гуна ҷараёни аз ҳам дуршавии галактикаҳо ва ситораҳои онҳо тамоми Коинотро фаро гирифтааст ва чунин васеъшавиро васеъшавии Коинот меноманд.

Нахустмоддаҳои галактикаҳоро тавлидкунанда ҳанӯз миллиардҳо сол пеш аз пайдошавии галактикаҳо дар ҳолати авҷу хурӯҷи реаксияҳои термоядрӣ буданд. Афканишоти он ба дараҷаи ниҳой баланд буд. Энергияи ин афканишот ба намуди фотонҳо ба фазои атроф хориҷ мешуд. Баъди чунин афканишоти калон нахустмоддаи васеъ мешавад. Дар ҷараёни васеъшавӣ элементҳои кимиёӣ ва баъдтар галактикаҳо ситораҳо ва сайёраҳо пайдо шудаанд.

Агарчи манбаи ин афканишот кайҳо ҳомӯш шуда бошад ҳам, афканишоти он то имрӯз ба мо омада истодааст. Ин гуна афканишотро афканишоти реликтивӣ меноманд.

Таҳлили афканишоти реликтивӣ нишон медиҳад, ки зичии моддаҳои онвақта нисбат ба зичии моддаҳои имрӯза миллионҳо маротиба зиёд будааст.

Омузиши васеъшавии Коинот ва масъалаи «Оё Коинот минбаъд фишурда мешавад ё не?» мавзӯи муҳими космология ба шумор меравад ва нисбати он имрӯзҳо олимони корҳои илмӣ-тадқиқотӣ бурда истодаанд.

Қарнҳо мегузаранд, дараҷаи илму техника ба сатҳи баланди тараққиёти худ мерасад ва эҳтимол олимони дар ин давра мавҷудияти ҳаётро дар дигар минтақаҳои Олам бо кашфиётҳои нави илмӣ тасдиқ намоянд.

КОРҶОИ ЛАБОРАТОРӢ

Омузиши лаппиши раққосаки пружинӣ

Мақсади кор: муайян кардани давр, басомад, амплитудаи лаппиш, сахтии пружина ва санчидани формулаи даври лаппиши раққосаки пружинӣ.

Асбоб ва лавозимот: маҷмӯи борҳо, динамометр, пружин, штатив, сониясанҷ ё соат, ҷадвали андозадор.

МУҚАДДИМА

Раққосаки пружинӣ (пружини бордор) ҳангоми ҳаракат лаппиш менамояд. Майлкунии калонтарини ҷисми лаппандаро аз мавқеи мувозинатӣ амплитудаи лаппиш A меноманд. Фосилаи вақте, ки дар давоми он раққосак як лаппиши пурра иҷро мекунад, даври лаппиши раққосак T номида мешавад. Даври лаппиши раққосаки пружинӣ ба решаи квадратӣ аз массаи бори овеzon кардашуда m мутаносиби роста буда, ба сахтии пружина k мутаносиби чаппа мебошад:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (1)$$

Даври лаппиши раққосакро дар таҷриба аз ифодаи зерин муайян менамоянд:

$$T = \frac{t}{n}, \quad (2)$$

дар ин ҷо t -муддати вақте, ки дар давоми он раққосак мелаппад, n -шумораи лаппишҳои он мебошанд.

Даври лаппиши раққосак бо басомади лаппиши он ν чунин вобастагӣ дорад:

$$T = \frac{1}{\nu}. \quad (3)$$

ТАРТИБИ ИҶРОИ КОР

1. Дар қапаки штатив ҷадвали андозадорро маҳкам намоед.
2. Ба нуғи болои штатив ба воситаи қапаки дигар пружинро овед.
3. Ба пружин бор овехта, аз рӯи дарозшавии он x ва вазни бор P сахтии пружинро аз формулаи $k = P/x$ муайян намоед.
4. Борро аз ҳолати мувозинатӣ бароварда, шумораи лаппишҳо ва вақти баамалони ин лаппишҳоро ба ҳисоб гирифта, аз формулаҳои (1) ва (2) давр ва басомади лаппишро ҳисоб кунед. Таҷрибаро якчанд маротиба такрор намуда, қиматҳои миёнаи давр ва басомади лаппишро ёбед.
5. Аз формулаи $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, массаи бор ва сахтии пружинро дониста, даври лаппиши раққосаки пружиниро ҳисоб кунед. Аз рӯи қимати даври лаппиш басомади лаппиши раққосаки пружини $\nu_{\text{ҳис}}$ -ро муайян намоед.

6. Натиҷаи ҳар ду ҳисобкуниҳоро муқоиса намуда, ҳатоҳои мутлақ ΔT ва нисбӣ $E = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\%$ -ро муайян намоед.
7. Натиҷаҳои ҷенкуниҳо ҳисобкуниҳоро дар ҷадвали зерин нависед.

Рақами тартибии озмоиш	Вазни бор, Н	Дарозии пружина, м	Саҳтии пружина, $\frac{H}{M}$	Даври лаппиш, с аз формулаи (1)	Даври лаппиш, с аз формулаи (2)	Басомад, $\frac{1}{с}$	Ҳатои мутлақ, с	Ҳатои нисбӣ, %

8. Аз рӯи натиҷаҳои бадастоварда ҳулосаҳои ҳудро дар дафтаратон қайд намоед.

САВОЛҲОИ САНЧШИ

1. Раққосаки пружинӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Даври лаппиши раққосаки пружинӣ гуфта, чиро меноманд?
3. Даври лаппиши раққосаки пружиниро тавассути кадом формулаҳо муайян кардан мумкин аст?
4. Даври лаппиш бо басомади лаппиш чӣ гуна вобастагӣ дорад?
5. Ҳатоҳои мутлақ ва нисбии ҷенкуни гуфта, чиро меноманд?

Ҷен кардани суръати мавҷҳои сатҳӣ

Мақсади кор: омӯхтани усули ҷенкунии суръати мавҷҳои сатҳӣ.

Асбоб ва лавозимот: зарфи чоркунҷашакли деворҳояш паст, саққои хурд, соати ақрабаки сониясанҷдор ё сониясанҷ, ҷадвал ё тасмаи ҷенақдор.

МУҚАДДИМА

Густариши лаппишҳоро дар муҳит мавҷ меноманд. Мавҷҳои арзӣ ва тӯлиро аз ҳамдигар фарқ менамоянд. Ҳангоми густариши мавҷҳои арзӣ заррачаҳои муҳит нисбат ба равиши густариши мавҷ нормалӣ мелаппанд. Дар мавҷҳои тӯлӣ заррачаҳои муҳит нисбат ба равиши густариши мавҷ параллел мелаппанд.

Густариши мавҷ ба хусусияти эластикӣ муҳит вобаста мебошад.

Мавҷҳои арзӣ дар муҳитҳое ҳосил мешаванд, ки дар онҳо деформатсияи пешравӣ ба амал меояд. Деформатсияи пешравӣ танҳо дар ҷисмҳои сахт ба амал омада метавонад. Бинобар ин, мавҷҳои арзӣ дар моеъ ва газҳо ҳосил нагардида, танҳо дар ҷисмҳои сахт ба вуҷуд меоянд.

Мавҷҳои тӯлӣ дар ҳисмҳои, ки дар онҳо деформатсияи кашидашавӣ ва фишурдашавӣ ба вуҷуд меояд, ҳосил мешаванд. Ин гуна деформатсия дар ҳисмҳои сахт, моеъҳо ва газҳо ба амал меоянд, бинобар ин, мавҷҳои тӯлӣ дар ин муҳитҳо ҳосил мешаванд.

Дар моеъҳо нави маҳсули мавҷ – мавҷи сатҳӣ ҳосил мешавад ва суръати паҳншавии он тавассути қувваи кашиши сатҳӣ муайян карда мешавад. Суръати паҳншавии мавҷҳои сатҳӣ чандон калон нест ва он ба осонӣ ҳен карда мешавад.

Суръати гузариши мавҷ ϑ бо дарозӣ λ ва даври он T чунин алоқамандӣ дорад:

$$\vartheta = \frac{\lambda}{T}.$$

ТАРТИБИ ИҶРОИ ҚОР

1. Дар зарфи чоркунҷашакли деворҳои паст об резед.
2. Дар миёнаҳои зарф сакҳои хурдро ба об партофта, мавҷ ҳосил намоед.
3. Вақти паҳншавии мавҷ t -ро то девори зарф ҳен кунед.
4. Таҷрибаро якчанд маротиба такрор карда, қимати миёнаи вақти паҳншавии мавҷро ҳисоб кунед.
5. Массофа аз нуқтаи пайдоиши мавҷ то девори зарф L -ро ҳен кунед.
6. Суръати паҳншавии мавҷ ϑ -ро аз формулаи $\vartheta = \frac{L}{t}$, ҳисоб намоед.
7. Натиҷаҳои ҳенкунӣ ва ҳисобкуниро дар ҷадвали зерин нависед:

Рақами тартибии озмоиш	t , с	t_m , с	L , м	ϑ , м/с
1				
2				
3				

8. Барои ҳар як ҳенкунӣ ҳаҷҳои мутлақ ва нисбиро ҳисоб кунед.

САВОЛҲОИ САНҶИШӢ

1. Мавҷ гуфта, ҷиро меноманд?
2. Чӣ гуна мавҷҳоро аз ҳамдигар фарқ менамоянд?
3. Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ дар чӣ гуна муҳитҳо ҳосил мешаванд?
4. Чӣ гуна мавҷҳоро мавҷҳои сатҳӣ меноманд.
5. Суръати мавҷ бо дарозӣ ва даври он чӣ гуна вобастагӣ дорад?

ОМУҲТАНИ ҲОДИСАИ ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Мақсади қор: дар таҷриба омуҳтани ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ.

Асбоб ва лавозимот: миллиамперметр, манбаи ҷараён, ғалтакҳои дилақдор, магнитҳои рост ва қамоншакл, қалиди электрикӣ, симҳои пайвастанда.

МУҚАДДИМА

Ҳодисаи индуксияи электромагнитиро соли 1831 физики англис М. Фарадей кашф намуд. М. Фарадей дар таҷрибаҳои худ аниқ намуд, ки ҳангоми тағйирёбии сели магнитии майдони магнитии печакҳои ғалтакро бурида гузаранда ҷараёни электрикӣ (ҷараёни индуксионӣ) ҳосил мешавад. Бо тағйирёбии равиши майдони магнитӣ равиши ҷараёни индуксионӣ низ тағйир меёбад.

ТАРТИБИ ИҶРОИ КОР

1. Миллиамперметрро ба ғалтак васл намоед.
2. Магнитро бо суръати калон ба ғалтак дохил намуда, майлқунии ақрабаки миллиамперметрро қайд намоед.
3. Магнитро аз ғалтак бо суръати калон бароварда, майлқунии ақрабаки миллиамперметрро қайд намоед.
4. Пунктҳои 2 ва 3-ро барои қутби дигари магнит иҷро намоед.
5. Ғалтаки дуюмро дар назди ғалтаки якум тавре гузоред, ки онҳо ҳаммехвар бошанд.
6. Ба ҳардуи ғалтак дилакҳои оҳанинро дохил намоед ва ғалтаки дуюмро ба воситаи калид ба манбаи ҷараён васл кунед.
7. Калидро кушодаву баста, майли ақрабаки миллиамперметрро мушоҳида кунед.
9. Аз таҷрибаҳои гузаронидаатон хулосаҳои баровардаатонро ба дафтаратон нависед.

САВОЛҲОИ САНҶИШӢ

1. Индуксияи электромагнитӣ чист?
2. Қадом вақт ҷараёни индуксионӣ ҳосил мегардад?
3. Самти ҷараёни индуксионӣ аз чӣ вобаста аст?

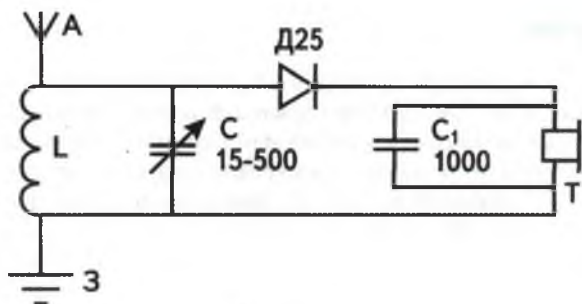
Васл кардани қабулқунаки оддитарини мавҷҳои радио

Мақсади кор: васл кардани радиоприёмники оддитарин, қабул кардан ва шунавонидани мавҷҳои радио.

Асбоб ва лавозимот: конденсатори ғунҷоишаш тағйирёбанда ($15\text{--}50\text{ нФ}$), ду ғалтакҳои контурӣ барои мавҷҳои миёна ва дарози радио, диоди нимноқили Д 25, телефон ва конденсатори ғунҷоишаш 1000 нФ .

МУҚАДДИМА

Радиоприёмники оддитаринро радиоприёмникҳои детекторӣ низ меноманд (расми кл. 1). Радиоприёмники оддитарин аз ғалтаки контурӣ, конденсатори ғунҷоишаш тағйирёбанда, диоди нимноқилӣ, конденсатори ғунҷоишиш доимӣ ва телефон иборат аст.



Расми кл. 1

ТАРТИБИ ИҶРОИ КОР

1. Аз рӯи нақшаи расми кл. 1 радиоприёмники оддитаринро васл намоед.
2. Ба нақша антенна пайваст карда, онро бо Замин васл намоед.
3. Радиоприёмникро барои қабули мавҷҳои дароз омода созед, барои ин дастаки конденсатори ғунҷоишаш тағйирёбандаро оҳиста-оҳиста тоб диҳед ва телефонро ба ғушатон монда, садои ҳамаи ҳудуди мавҷҳои дарозро шунавед.
4. Дар нақша ба контури лаппиш ғалтакро барои қабули мавҷҳои миёна васл карда, садои ин мавҷҳоро шунавед.

САВОЛҲОИ САНҶИШӢ

1. Чӣ гуна мавҷҳоро мавҷҳои садоӣ меноманд?
2. Радиоприёмники соддатарин аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Диоди нимноқилӣ дар радиоприёмники оддитарин чӣ гуна ролюро мебозад?

Ҷенкунии масофаи конунии линзаи ҷамъкунанда

Мақсади кор: муайян кардани масофаи конунии линзаи ҷамъкунанда.

Асбоб ва лавозимот: мизи оптикӣ, лампаи электрикӣ, предмет, экран, линзаи барҷаста (ҷамъкунанда).

МУҚАДДИМА

Масофаи конунии линзаи ҷамъкунанда F аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (1)$$

Дар ин ҷо d – масофа аз линза то предмет, f – масофа аз линза то тасвири предмет мебошад.

ТАРТИБИ ИЧРОИ КОР

1. Асбоб ва лавозимотро аз рӯи тартиби $л$ – лампа, $п$ – предмет, $л$ – линза, $э$ – экран дар болои мизи оптикӣ чойгир кунед. Экранро дар охири мизи оптикӣ гузоред.
2. Лампаро фурузон кунед ва чои линзаро тағйир дода, тасвири хурдшуда ва аниқи предметро дар экран ҳосил кунед. Масофаҳои d ва f -ро чен кунед. Масофаи конунии линзаро аз формулаи (1) ҳисоб кунед.
3. Пункти 2-ро барои як чанд мавқеҳои экран иҷро намоед.
4. Пунктҳои 2 ва 3-ро барои тасвири калонкардашудаи предмет низ иҷро кунед.
5. Натиҷаҳоро дар чадвали зерин нависед:

	Раками тартибии озмонш	d , м	f , м	F , м
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

САВОЛҲОИ САНЧШИ

1. Рафти нурҳоро дар линзаи ҷамъкунанда тасвир кунед.
2. Кадом вақт дар линзаи барҷаста тасвири мафҳум ҳосил мешавад?
3. Чӣ тавр линзаи калонконунро аз намуди беруниаш фарқ мекунад?

Мушоҳидаи интерференсия ва дифраксияи рӯшноӣ

Мақсади кор: мушоҳидаи интерференсия ва дифраксияи рӯшноӣ.

Асбоб ва лавозимот: лавҳаҳои шишагӣ – 2 дона, лампаи мӯяки тафсишаш рост, штангенсиркул, асбоби мактабӣ, панҷараи дифраксионӣ, пораи капрон ё батист (матоеи сунъии капронмонанд).

МУҚАДДИМА

Интерференсия ва дифраксияи рӯшноӣ ҳодисаҳоеанд, ки ҳосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ мекунанд. Интерференсияи рӯшноӣ ҳангоми болои ҳам ҳобидани ду мавҷи рӯшноии когерентӣ мушоҳида карда мешавад. Манзараеро, ки ҳангоми интерференсияи рӯшноӣ ба амал меояд, манзараи интерференсионӣ меноманд. Манзараи интерференсионӣ аз максимуму минимумҳои интерференсионии пай дар пай чойгиршуда иборат аст.

Ҳангоми аз монетаҳою сӯроҳҳои андозаашон ба дарозии мавҷи рӯшноӣ тартиби якхеладошта ё аз он хурдбуда гузаштани рӯшноӣ ҳодисаи дифраксия ба амал меояд. Манзараеро, ки ҳангоми дифраксияи рӯшноӣ мушоҳида карда мешавад, манзараи дифраксионӣ меноманд.

Манзараи дифраксионӣ низ ба монанди манзараи интерференсионӣ аз максимуму минимумҳои пай дар пай ҷойгиршудаи рӯшноӣ иборат аст. Аз рӯшноии сафед манзараҳои интерференсионӣ дифраксионӣ рангоранг ҳосил мешавад.

ТАРТИБИ ИҶРОИ КОР БАРОИ МУШОҲИДАИ ИНТЕРФЕРЕНСИЯИ РҶШНОӢ

1. Лавҳаҳои шишагиро нағз тоза карда, рӯи ҳам гузored ва бо панҷаҳоятон фишор диҳед.
2. Лавҳаҳоро дар рӯшноии инъикосёфта дар фони торик мушоҳида кунед (лавҳаҳоро тавре ҷойгир кунед, ки дар сатҳи онҳо аз тирезаҳо ё деворҳои сафед партави дурахшон ҳосил нашавад).
3. Бинед, ки бо тағйир додани фишор шакл ва мавҷеи тасмаҳои интерференсионӣ ҳосилшуда чӣ тавр тағйир меёбанд.
4. Манзараи интерференсиониро дар рӯшноии гузаранда мушоҳида намоед.
5. Аз мушоҳидаҳо хулосаи баровардаатонро дар дафтаратон нависед.

ТАРТИБИ ИҶРОИ КОР БАРОИ МУШОҲИДАИ ДИФРАКСИЯИ РҶШНОӢ

1. Дар байни лабаҳои штангенциркул тарқиши бараш 0,5 мм ҳосил кунед.
2. Тарқишро ба чашм ҷафстар бо тарзи амудӣ ҷойгир намоед.
3. Ба воситаи тарқиш ба мӯяки фурузони амудӣ ҷойгиршудаи лампа нигариста, аз ҳар ду тарафи мӯяк тасмаҳои спектри дифраксиониро мушоҳида кунед.
4. Бари тарқишро аз 0,5 то 0,8 мм тағйир дода бинед, ки ин ба спектрҳои дифраксионӣ чӣ гуна таъсир мерасонад.
5. Ба ҷои тарқиши штангенциркул порчаҳои капрону батистро гузошта, ҳосилшавии манзараи дифраксиониро мушоҳида намоед.
6. Лампаи фурузонро дар масофаи 3–4 м аз асбоби мактабӣ гузored ва шкалаи сӯрохидори асбобро дар масофаи 50 см аз панҷараи дифраксионӣ ҷой диҳед.
7. Ба воситаи панҷараи дифраксионӣ ва сӯроҳӣ ба лампа нигоҳ кунед ва ҳосилшавии манзараи дифраксиониро мушоҳида намоед.
8. Хулосаҳои мушоҳидаҳо ба дафтаратон нависед.

САВОЛҲОИ САНҶИШӢ

1. Чӣ гуна ҳодисаро интерференсияи рӯшноӣ меноманд?
2. Чӣ гуна ҳодисаро дифраксияи рӯшноӣ меноманд?
3. Барои ҳосилшавии интерференсия чӣ гуна шартҳо зарур аст ва ин шартҳо ҳангоми иҷрои кор чӣ тавр ҳосил мекунанд?
4. Барои ҳосилшавии дифраксия чӣ гуна шартҳо зарур аст?
5. Манзараҳои дифраксионӣ мушоҳидашуда кадом вақт равшантар зоҳир мегардад?

МУНДАРИҶА

Пешгуфтор	3
Боби 1. Лаппиш ва мавҷҳои механикӣ. Садо	6
1.1. Ҳаракати лаппишнок	6
1.2. Амплитуда, давр ва басомади лаппиш	8
1.3. Раққосаки математикӣ	9
1.4. Лаппиши бор дар пружин. Табдили энергияи ҳисм ҳангоми лаппиш	13
1.5. Лаппишҳои маҷбурӣ. Резонанс	16
1.6. Мавҷи механикӣ	19
1.7. Дарозии мавҷ. Суръати паҳншавии мавҷ	21
1.8. Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ	23
1.9. Инъикос ва шикасти мавҷҳо	24
1.10. Мавҷҳои садо	27
1.11. Тавсифҳои садо	30
1.12. Акси садо	33
1.13. Резонанси садоӣ	34
1.14. Ультрасадо ва инфрасадо	35
<i>Ҳулосаҳои муҳимтарини боб</i>	<i>36</i>
Боби 2. Лаппиш ва мавҷҳои электромагнитӣ	38
2.1. Ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ	38
2.2. Таҷрибаҳои Фарадей	40
2.3. Майдони электромагнитӣ	41
2.4. Контури лаппиш	43
2.5. Лаппишҳои электромагнитии озод дар контур	46
2.6. Давр ва басомади лаппиши электромагнитии озод	47
2.7. Лаппишҳои маҷбурӣ	48
2.8. Ҷараёни электрикӣ тағйирёбанда	50
2.9. Генератори ҷараёни тағйирёбанда	52
2.10. Трансформатор	54
2.11. Истеҳсол, нақл ва истифодаи энергияи электрикӣ	58
2.12. Тараққиёти истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон	61
2.13. Тасаввурот дар бораи қабул ва нақли мавҷи электромагнитӣ	63
2.14. Радиоприёмники оддитарин	65
<i>Ҳулосаҳои муҳимтарини боб</i>	<i>68</i>

4.3. Сохти атом	147
4.4. Таҷрибаи Резерфорд	148
4.5. Қабатҳои электронӣ	150
4.6. Нурафкании атомҳо	152
4.7. Спектрҳо	153
4.8. Кашфи ҳодисаи радиоактивияти баъзе моддаҳо	156
4.9. Алфа-, бета-зарраҳо, гамма нур	157
4.10. Таркиби ядрои атом	160
4.11. Протонҳо ва нейтронҳо	161
4.12. Изотопҳо	162
4.13. Изотопҳои атоми гидроген	163
4.14. Коҳиши радиоактивӣ	163
4.15. Қоидаҳои кучиш	165
4.16. Реаксияи ядрой	168
4.17. Порашавии ядроҳои вазнин	170
4.18. Реактори атомӣ	173
4.19. Якшудани ядроҳои сабук	177
4.20. Зарраҳои элементарӣ	179
4.21. Табдилоти зарраҳои элементарӣ	184
4.22. Нурҳои кайҳонӣ	185
4.23. Истифодаи энергияи ядрой	187
<i>Хулосаҳои муҳимтарини боб</i>	190
Боби 5. Тавсифи умумии ҷирмҳои осмонӣ.	
Системаи Офтобӣ. Мавзӯи астрономия	193
5.1. Бурҷҳо	195
5.2. Харитаи ситораҳо (хатҳо ва нуқтаҳои кураи осмон) ..	198
5.3. Тавсифи умумии сайёраҳо	203
5.4. Шакл, андоза ва массаи Замин	206
5.5. Моҳ – радифи табиӣ Замин	209
5.6. Сайёраҳои гурӯҳи Замин	212
5.7. Офтоб ситораи наздиктарин	215
5.8. Тавсифи умумии ҷирмҳои хурди системаи Офтобӣ ..	220
5.9. Системаи Офтобӣ маҷмӯи ҷисмҳоеанд, ки пайдоиши умумӣ доранд	227
5.10. Телескопҳо ва татбиқи онҳо	232
5.11. Тақвим	234
<i>Хулосаҳои муҳимтарини боб</i>	237
Боби 6. Манзараи Олам	240
6.1. Олами ситораҳо	240
6.2. Галактикаи мо	246
6.3. Манзараи Олам (Коинот)	249
<i>Хулосаҳои муҳимтарини боб</i>	252
Корҳои лабораторӣ	254

Боби 3. Оптика. Ҳодисаҳои рӯшноӣ	70
3.1. Манбаҳои рӯшноӣ	70
3.2. Ростхатта паҳншавии рӯшноӣ.	
Пайдоиши соя ва нимсоя	72
3.3. Гирифти Офтоб ва Моҳ	74
3.4. Чен кардани суръати рӯшноӣ	76
3.5. Сели рӯшноӣ	77
3.6. Қувваи рӯшноӣ	78
3.7. Равшанӣ	79
3.8. Қонунҳои равшанӣ	80
3.9. Инъикоси рӯшноӣ	82
3.10. Қонунҳои инъикоси рӯшноӣ	83
3.11. Инъикоси оинавӣ ва диффузӣ	85
3.12. Оинаи ҳамвор ва тасвир дар он	86
3.13. Оинаи куравӣ	88
3.14. Сохтани тасвир дар оинаҳои куравӣ	89
3.15. Шикасти рӯшноӣ	92
3.16. Қонуни шикасти рӯшноӣ	94
3.17. Нишондиҳандаи шикасти муҳит	95
3.18. Рафти нурҳо дар призма	98
3.19. Инъикоси пурраи рӯшноӣ	99
3.20. Спектр	102
3.21. Тасаввурот дар бораи нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш	105
3.22. Ранги ҷисмҳо	107
3.23. Табиати мавҷии рӯшноӣ	108
3.24. Интерференсияи рӯшноӣ	109
3.25. Дифраксияи рӯшноӣ	114
3.26. Линзаҳо	117
3.27. Масофаи қонунии линза	118
3.28. Сохтани тасвир дар линзаҳо	119
3.29. Формулаи линзаи тунук	122
3.30. Асбобҳои оптикӣ	125
3.30.1. Чашм	125
3.30.2. Айнак	127
3.30.3. Суратгирак	129
3.30.4. Микроскоп	131
3.30.5. Дурбин	133
3.30.6. Телескоп	134
3.30.7. Пурбин	135
Ҳулосаҳои муҳимтарини боб	137
Боби 4. Модели атом ва ядрои атом	140
4.1. Ҳодисаи фотоэффект ва татбиқи он	140
4.2. Фотоэлементҳо	145

Ҳамид Мачидов
Отаҷон Нозимов

ФИЗИКА

Китоби дарсӣ барои синфи 9

Гуруҳи нашрӣ:

Мусаххех Б. Мирзоев
Муҳаррири техникӣ Д. Курбонов
Выпускающий редактор Н.Г. Калинина
Верстка: С.Ю. Смолева
Обложка: А.С. Мисюк

**Издательский дом «Федоров» благодарит за участие
и помощь в подготовке учебника издательство
Благотворительного фонда «Сарпараст» (Душанбе)**

Ба чопаш 01.03.2006 имзо шуд.
Андозаи қоғаз 60x90 1/16. Қоғазӣ офсетӣ.
Гарнитурани Times New Roman Тj. Чопи офсетӣ.
Ҳаҷм 17 ҷузъи чопии аслӣ
(16,5 ҷузъи чопии – матн; 0,5 ҷузъи чопии – суратҳои ранга).
Адади нашр 130 000. Фармоиши рақами 16282.
Отпечатано в ОАО «Саратовский полиграфический комбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.