

Х. Мацидов, О. Нозимов

ФИЗИКА



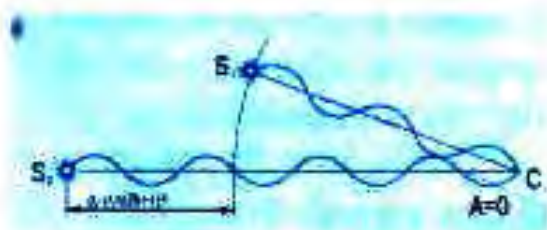
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$$
$$v = \frac{l}{2\pi} \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{l}}$$



Х. Маҷидов, О. Нозимов

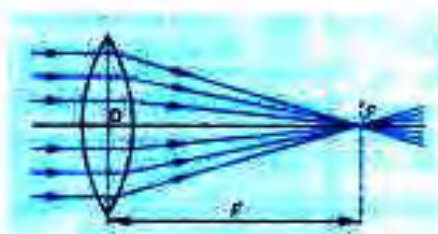
ФИЗИКА

китоби дарсӣ **9**
барои синфи



Лаппиш ва мавҷҳои механикӣ.
Садо

Лаппиш ва мавҷҳои
электромагнитӣ



Оптика. Ҳодисаҳои рӯшноӣ
Моделҳои атом ва ядрои атом



Тавсифи умумии ҷирмҳои
системаи Оғтобӣ

Манзараи Олам

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
ФЕДОРОВ

Издательство «Учебная литература»

2006

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 хонандагон синфҳои 9-уми мактабҳои асосӣ ва таҳсилоти умумӣ истифода мебаранд.

Китоб аз 6 боб ва навиштаҷоти корҳои лабораторӣ иборат аст. Бобҳои I–IV ва навиштаҷоти корҳои лабораториро профессор Ҳ. 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 омӯзиши «Лаппиш ва мавҷҳои электромагнитӣ», боби сеюм ба яке аз қисмҳои физика «Оптика. Ходисаҳои рӯшноӣ», боби чорум ба омӯзиши мавзӯҳои физикаи квантӣ «Моделҳои атом ва ядрои атом», боби панҷум ба омӯзиши «Тавсифи умумии ҷирмҳои системаи Офтобӣ» ва боби шашум ба баёни «Манзараи олам» бахшида шудааст.

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

Дар навиштани китоб кӯшиш ба ҳарч лода шудааст, ки мавзӯҳо ба хонандагон фаҳмо бошанд ва дар бисёр мавридҳо аз овардани исботи формулаҳо даст кашада, 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 хонандагон 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 намоянд ва доир ба истифодаи қонунҳои омӯхташуда дар мавридҳои гуногун малака пайдо намоянд.

Барои як қатор мавзӯҳо намунаи ҳалли масъалаҳо пешкаш карда шудааст, ки онҳо барои тафтиши дараҷаи азхудкунии ходисаҳои омӯхташаванда ва мазмуни физикии онҳо ёри калон мерасонанд. Инчунин барои мустақилона ҳал кардани масъалаҳо ва

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 адабии бузургҳои додашуда дар формула ҳал кардан мумкин аст.

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

Дар охири ҳар боб ҳулосаҳои муҳими он оварда шудааст ва онҳо хонандагон хонда, нуктаҳои асосии мавзӯҳои боби мазкурро ба хотир мегиранд.

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

Ин китобро хонандагон мутолиа намуда, фаҳмида мегиранд, ки чӣ тавр инсоният аз омӯзиши макроолам ба омӯзиши микроолам (олами атом ва ядроҳои он, зарраҳои элементарӣ) ва мегаолам (системаи Офтобӣ, ситораҳо, галактика ва ҳаман Қоинот) мегузарад ва роҳи усулҳои омӯзиши онро ёфта, қонунҳои ҳодисаҳои дар онҳо гузарандаро муқаррар менамояд.

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

Ҳангоми таҳияи китоб аз маводҳои китобҳои дарсини физика ва астрономия барои мактабҳои таҳсилоти умумӣ ва донишқадаҳои донишгоҳҳо, адабиёти илмӣ оммавӣ, маҷаллаҳои рӯзномаҳои дар солҳои охир нашршуда истифода бурда шудааст.

Ба хонандагон барои самарабахш истифода кардани китоб баъзе тавсияҳо медиҳем.

Ҳангоми омӯختани мавзӯҳои кӯшиш намоед, ки мазмуни 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 таърифҳои ба дафтаратон нависед, графикҳо ва нақшаҳои кашинда, таҳлил намоед. Ин ба шумо имконият медиҳад, ки маводҳои таълимиро чуқур аз худ намоед.

Барои боз ҳам амиқтару васеатар аз худ намудани мавзӯҳои ба шумо ҳалли масъалаҳои ёрӣ мерасонад. Ба масъалаҳои, ки ҳалли онҳо нишон дода шудааст, шинос шавед ва масъалаҳои дар машқҳо

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 ҳаман 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 ҳаман мушоҳида ва таҷрибаю корҳои лаборатории дар китоб пешкаш кардашударо иҷро намоед. Барои гузоштани таҷрибаҳои нав доир ба мавзӯҳои гуногун кӯшиш 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.

Ҳаман ин кӯшишҳо 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

Боби I

ЛАППИШ ВА МАВҶҶОИ МЕХАНИКӢ. САДО

1.1. Ҳаракати лаппишноқ

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

Ҷарҳзани ҳисмҳои гуногун ҳаракати такроршаванда ба шумор меравад: гардиши Моҳ дар атрофи Замин, ҳаракати сайёраҳо, ҷарҳзани қисмҳои мошинҳо ва ғайра.

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.

Ҳаракатҳои, ки пас аз фосилаҳои муайяни вақт айнан, ё қариб айнан такрор мешаванд, *лаппиш* меноманд.

Системаҳои, ки лаппиш хӯрда метавонанд, *системаи лаппанда* меноманд (ин гуна система лаппиш нахӯрда низ метавонад).

Масалан, ҳисми ба пружин овезон ё бори дар ресмон овезон дар якҷоягӣ бо Замин системаи лаппанда ба шумор мераванд.

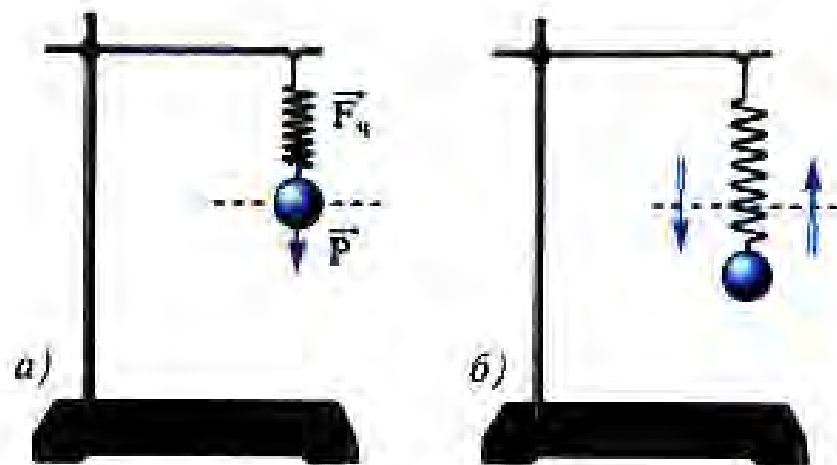
Лаппишҳо дар табиат хеле зиёд ба амал меоянд. Ларзиши шохҳои дарахтон ҳангоми вазиши бод, аргунчаки аз мавқеи мувозинатӣ майлдода шуда, лаппиши дили одам ва ғайраҳо ҳаракатҳои такроршаванда буда, лаппиш ба шумор мераванд. Рӯшноӣ, ки ба мо имконияти диданро медиҳад, табиати лаппишӣ дорад. Атомҳо, ки моддаҳо аз он ташкил ёфтаанд, лаппиш менамоянд.

Лаппишҳо дар амалия таъбиқи васеъ доранд. Лаппишҳо асоси акустика, оптика, электротехника ва радиотехникаро ташкил менамоянд.

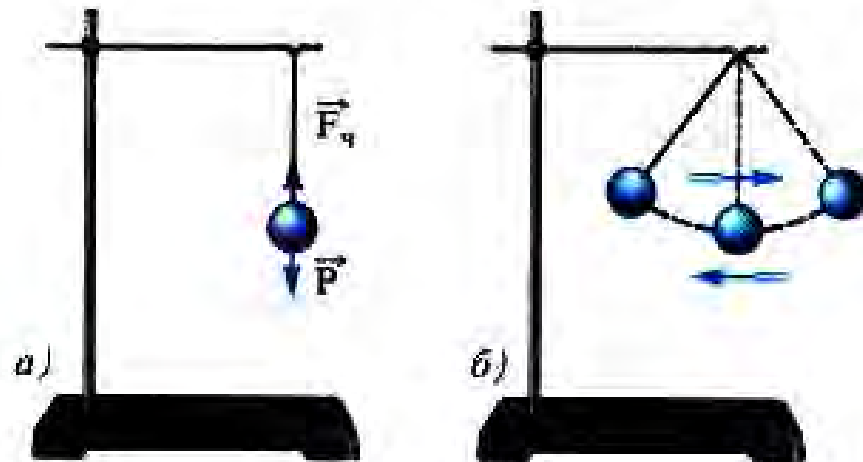
Лаппишҳои озод ва маҷбурии системаҳои лаппанда аз ҳамдигар фарқ доранд. Қувваҳои дар байни ҳисмҳои системаи лаппанда таъсиркунандаро *қувваҳои дохилӣ* меноманд. Қувваҳои ба ҳисмҳои системаи лаппанда аз тарафи ҳисмҳои берунӣ таъсиркунандаро *қувваҳои берунӣ* меноманд.

Лаппишҳо, ки дар системаи лаппанда бо таъсири қувваҳои дохилӣ баъди аз ҳолати мувозинатӣ баровардани он ба амал меоянд, лаппишҳои озод 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 мераванд. Лаппишҳои озодро баъзан *лаппишҳои хусусӣ* низ мегӯянд.



Расми 1.1.1



Расми 1.1.2

Дар расми 1.1.1, *a* қувваи чандирни ҳангоми ёзиши пружин ба вуҷуд оянда \vec{F}_q , қувваи вазнинии ба сакқо таъсиркунанда \vec{P} -ро мувозинат мекунад.

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

Дар расми 1.1.2, *a* қувваи чандирни ҳангоми тарангшавии ресмон ба вуҷуд оянда \vec{F}_q , қувваи вазнинии ба сакқо таъсиркунанда \vec{P} -ро мувозинат мекунад. Ҳангоми сакқоро аз мавқеи мувозинатнаш майл кунонида, сар додан, вай ба чапу рост ҳаракат карда, лаппиши озод менамояд (расми 1.1.2, *b*).

Сакқои дар нӯги ресмон овезонро дар сурати бо таъсири қувваи вазнинӣ лаппиданаш ҳамчун раққосаки оддӣ дида баромадан мумкин аст. Ҷисми ба ресмон овезон ё ба меҳвар (тир) мустаҳкамшударо, ки бо таъсири қувваи вазнинӣ лаппида метавонад, раққосак меноманд. Болған дар меҳ овезон, шохини тарозухон фашангӣ, хаткашаки дар меҳ овезон ва амсоли онҳоро раққосак ҳисоб кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, баъди аз ҳолати мувозинатӣ баровардан системаҳои лаппанда бе таъсири қувваҳои берунии 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 қувваи 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

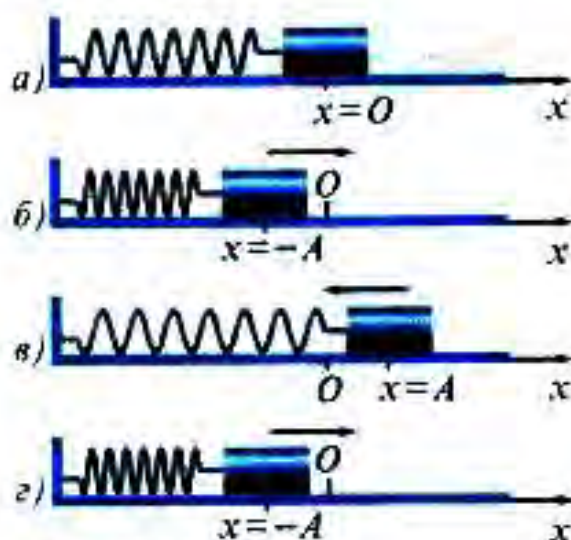
1. Лаппиш гуфта, ҷиро меноманд?
2. Системи лаппанда гуфта, ҷиро меноманд?
3. Дар амалия лаппишхоро дар куҷо истифода мебаранд?
4. Чӣ гуна лаппишхоро лаппишҳои озод меноманд?
5. Чаро лаппишҳои озод хомӯшшавандаанд?
6. Доир ба лаппишҳои озод мисолҳо биёред.

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. Қойивазкунии 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 майлқунии ҷисм аз мавқеи мувозинатиаш амплитуда қиматҳои гуногун гирифта метавонад. Фосилаи вақте ки дар давомии 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 воқиди 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 Ҳертс (Х) чен карда мешавад. Агар ҷисм дар як сония як лаппиши пурраро иҷро намояд, басомади он ба 1 Х баробар мешавад:

$$1 \text{ Х} = \frac{1}{\text{с}}.$$

Инчунин аз воқидҳои басомад, килоҲертс (кХ), мегаҲертс (МХ) ва гигаҲертс (ГХ) истифода мебаранд:

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Лаппишҳо бо кадом бузургҳо таъриф карда мешаванд?
2. Амплитудани 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

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

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

Агар ришта бо саққон овезонаш мавқеи амудӣ дошта бошад, раққосак ором менстад ва ин ҳолат мавқеи мувозинати раққосак мебошад (расми 1.3.1).

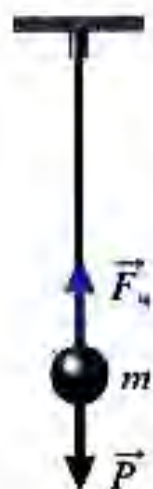
Агар раққосакро то ҳолати A дур бурда, онро сар диҳем, вай ба лаппиш мебарояд (расми 1.3.2).

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}_α таъсир мекунад ва онҳо якдигарро мувозинат менамоянд:

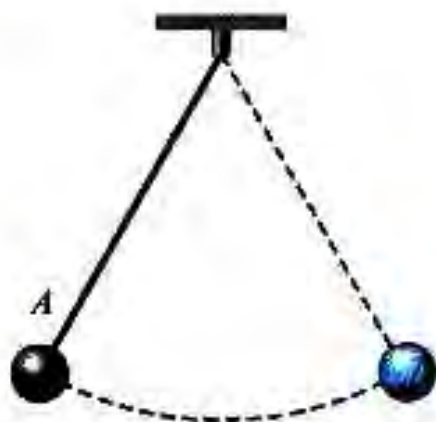
$$\vec{P} + \vec{F}_\alpha = 0. \quad (1.3.1)$$

Агар раққосакро ба кунчи 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.

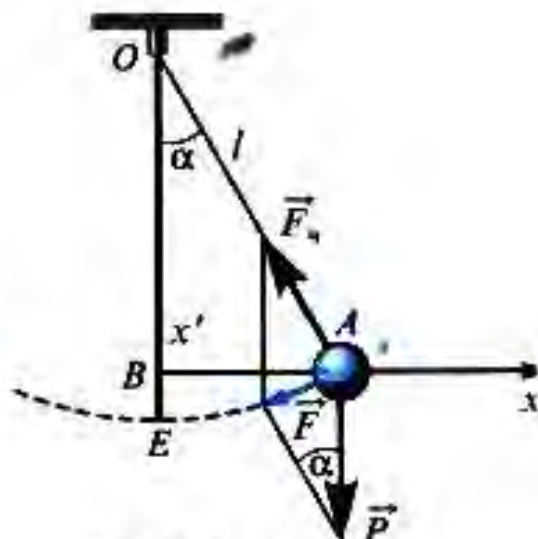
Қувваи натиҷавӣ \vec{F} аз рӯи расандан камони AE равона мешавад. Агар кунчи α хурд бошад, камони AE (роҳи ҳаракати бор) аз нимҳордан AB кам фарқ мекунад.



Расми 1.3.1



Расми 1.3.2



Расми 1.3.3

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

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

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

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 бозгардонанда табиати чандирӣ надоштаро қувваҳои *квазичандирӣ* (*чандирмонанд*) меноманд. Дар таҳти таъсири ин қувва раққосак ба лаппиш медарояд:

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

Аз ин ҷо ҳосил менамоем:

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

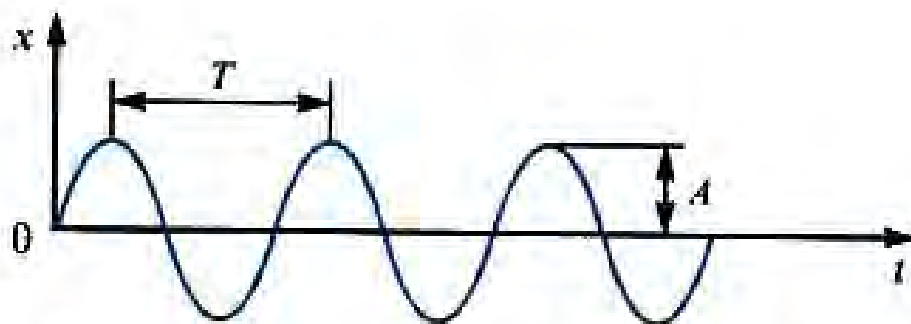
дар ин ҷо k – коэффитсиенти мутаносибӣ буда, *коэффитсиенти қувваи бозгардонанда* номида мешавад. Аломати «-» барои он гузошта шудааст, ки самтҳои қувваи \vec{F} ва ҷойивазкунии раққосак x' мухалифанд. Давр ва басомади лаппиши раққосаки математикӣ аз формулаҳои зерин ҳисоб карда мешаванд:

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

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

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 массан он ва амплитудайи лаппиш (барои амплитудаҳои хурд) вобастагӣ надорад.



Расми 1.3.4

Барри ҷойҳои муайяни рӯи Замин шитоби афтиши озод g қимати собит дорад. Бинобар ин, даври лапиши рақосаки математикӣ танҳо ба дарозии он вобаста мебошад.

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

Дар расми 1.3.4 графיקи лапиши рақосаки математикӣ оварда шудааст.



Расми 1.3.5

Чунин графико худӣ қисми лапанда «сохта» метавонад. Барои ин ба қисми лапанда олоти лапишсабткунандаро пайваст намуда, дар пешаш навори когазро ҷой медиҳем (расми 1.3.5). Рақосакро ба лапиш дароварда, навори когазро амудан ба самти лапишҳо бо суръати собит мекашем. Дар рӯи когаз графיקи лапиши рақосак ҳосил мешавад. Ин график вобастагии координатан лапиши рақосакро аз вақт ифода намуда, синусоидаро ташкил менамояд ва он мавқеи қисми лапандаро барои лаҳзаҳои гуногун вақт нишон медиҳад.

Дар графיקи расми 1.3.4 давр ва амплитудан лапиш нишон дода шудааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

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

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶО

1. Дар вақти баробар як раққосаки математикӣ 50 маротиба, дуюмаш 30 маротиба мелалпад. 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:

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

Дар ин ҷо $T_1 = \frac{l_1}{n_1}$, $T_2 = \frac{l_2}{n_2}$ мебошад. Бинобар ин, барои $\frac{l_1}{l_2}$ ҳосил менамоем: $\frac{l_1}{l_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2}$.

Аз шарти 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 шарти масъала:

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

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

2. Раққосаки математикӣ дарозии 2,5 м бо амплитудан 10 см мелалпад. Даври лаппиши раққосакро муайян намоед.

Дода шудааст: **Ҳал.** Даври лаппиши раққосаки математикӣ аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$l = 2,5 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$T - ?$$

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

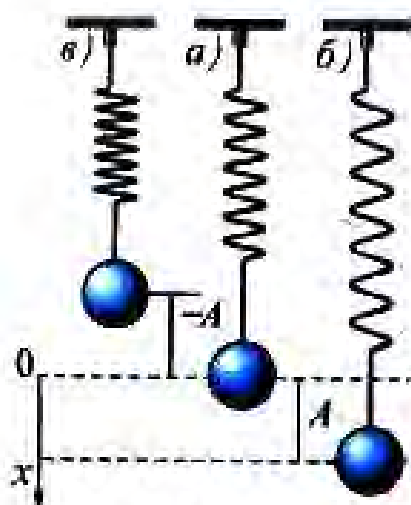
Қиматҳои ададиро гузошта, даври лаппиши раққосакро ҳисоб мекунем:

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

Ҷавоб: $T = 3,14 \text{ с}$.

1. Раққосаки дарозияш 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 дарозияш 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 овекташударо дида мебароем (расми 1.4.1).

Барои ҳолати *a* қувваи ҷандирии ҳангоми кашидашавин 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 мувозинати бор $x = 0$ мебошад.

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

Дар ин маврид қувваи ҷандирии ба вучудодада \vec{F}_q аз қувваи вазнинӣ \vec{P} қалон 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 пружин фишурда мешавад ва ба бор қувваи ҷандирии бавучудодадан $-\vec{F}_q$ 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 дуҷуми бор, ки аз ҷама чихат 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 қисми 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 квадратӣ аз массаи бори овехташуда мутаносибии роста буда ва ба сахтии пружин мутаносибии 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 системан 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 системан 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 қисм, 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 суммаи 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

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

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

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Бори дар пружин оғозон чӣ гуна ҳаракат мекунад?
2. Табдилҳои энергияро ҳангоми лаппиши бори дар пружин оғозон 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 МАСЪАЛАҶО

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

Дода шудааст:

$$A = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$$

$$\nu = 5 \text{ Ҳ}$$

$$t = 2 \text{ с}$$

$$S = ?$$

Ҳал. Дар як лаппиши пурра саққо масофаи $S_1 = 4A$ -ро тай мекунад. Масофаи дар давоми 2 с тай кардаи саққо баробар аст:

$$S = nS_1 \tag{1}$$

Дар ин ҷо n – шумораи лаппишҳои саққо аст.

Барои муайян кардани n аз ифодаи даври лаппиш истифода мекунем:

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

$$\text{Аз ин ҷо } n = \nu t. \tag{2}$$

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

$$S = \nu t S_1 = 4\nu A t. \tag{3}$$

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: $S = 0,4 \text{ м}.$ 15

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

Дода шудааст:

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$t = 16 \text{ с}$$

$$n = 20 \text{ лаппиш}$$

$$m = ?$$

Ҳал. Даври лаппишн 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: $\left(\frac{t}{n}\right)^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$.

Аз ин ҷо барои ҳисоб намудани массан бор ҳосил мекунем:

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

Ҷавоб: $m = 4 \text{ кг.}$

МАШҚ

1. Бори массааш 400 г дар пружини сахтиаш 250 Н/м овезон кардашуда мелаппад. Амплитудани 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

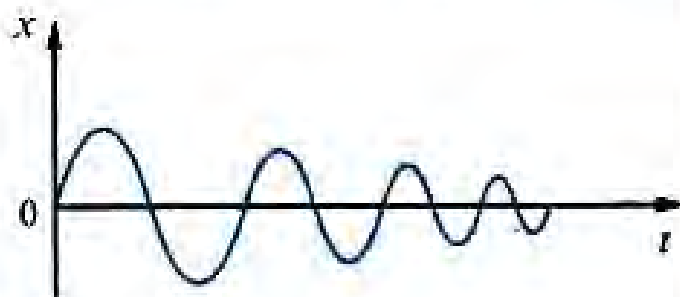
Чӣ тавре ки дар параграфи 1.1 кайд гардид, лаппишҳои озод ҳомӯшшавандаанд. Дар ҳақиқат ҳам, дар шароити воқеии заминӣ ягон ҳаракат аз таъсири қувваи соиш эмин намебошад. Қувваи соиш ҳамеша муқобили ҳаракат таъсир дорад ва кори он манфӣ аст.

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

Ҳамин тарик, лаппишҳои ҳомӯшшаванда лаппишҳои озеанд, ки амплитудаашон бо гузашти вақт кам шуда меравад. Ҳар қадаре, ки

қувваи соиш калон бошад, амплитудани лаппишҳо зудтар кам мешаванд.

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



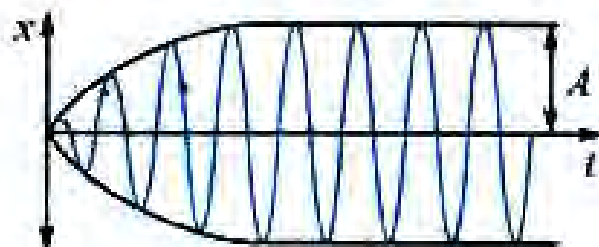
онҳо басомади лаппиши хусусӣ номида мешаванд. Басомади лаппиши механикии хусусии ҷисми лапанда бо андозаи геометрӣ ва ҳосияти ҷандирини ҷисм муайян карда мешавад.

Барои ҳомӯш нагардидани лаппиш ба системаи лапанда бо қувваи даври тағйирёбанда таъсир намудан лозим аст. Дар ин маврид басомади лаппиши система аз андоза ва ҳосияти ҷисми лапанда вобаста набуда, балки аз басомади тағйирёбии қувваи берунӣ вобаста мебошад.

Дар таҳти таъсири қувваи даври тағйирёбанда амплитудан лаппиш собит мондан мегирад.

Лаппишҳое, ки бо таъсири қувваи даври тағйирёбандаи берунӣ ба амал меоянд, лаппишҳои маҷбурӣ номида мешаванд.

Агар ҷисми оромбуда дар таҳти таъсири қувваи даври тағйирёбанда ба лаппиши маҷбурӣ сар кунад, амплитудан он аз сифр то қимати муайян зиёд мешавад ва дигар тағйир намеёбад. Дар расми 1.5.2 тағйирёбии амплитудан лаппиши маҷбурӣ вобаста ба вақт оварда шудааст.



Расми 1.5.2

Масалан, таҳкурсии, ки ба он ҳаракатдиҳанда маҳкам карда шудааст, лаппиши маҷбурӣ мекунад, ки басомади он бо шумораи гардишҳои ҳаракатдиҳанда дар ҳар соня муайян карда мешавад ва аз андозаи таҳкурсии вобастагӣ надорад. Мембранан микрофон лаппиши маҷбурӣ мекунад, ки бо басомади садои ба он додашуда муайян карда мешавад. Лаппиши сӯзани мошини дарздӯзӣ низ лаппиши маҷбурӣ ба шумор меравад.

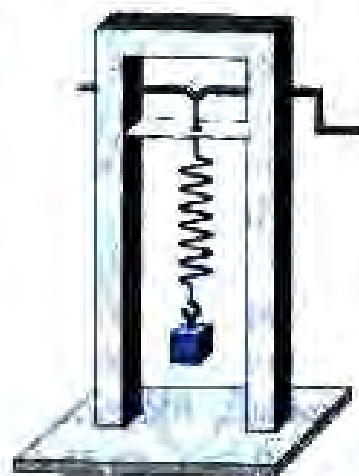
Амплитудан лаппишҳои маҷбурӣ ба тағйироти басомади қувваи берунӣ (қувваи маҷбуркунанда) вобастагии калон дорад. Барои тасдиқи фикри боло таҷрибаи зеринро дида мебароем (расми 1.5.3). Дар ҷои ҷамидагии мила раққосаки пружинӣ овехта шудааст.

Поёнтар аз мила лавҳае шинонида шудааст, ки сӯроҳӣ дорад ва он ба раққосак имконият медиҳад, ки танҳо болою поён ҳаракат намояд.

Миларо бо ягон басомади собит (доимӣ) гардиш медиҳем, яъне ба раққосаки пружинӣ бо қувваи даври тағйирёбанда таъсир менамоем. Раққосаки пружинӣ бо басомади хусусии ν_0 лаппиши маҷбурӣ менамояд.

Ҳангоми ба басомади қувваи маҷбуркунанда наздик шудани басомади хусусии лаппишҳои раққосаки пружинӣ амплитудан лаппишҳо якбора меафзоянд.

Дар мавриди басомади қувваи маҷбуркунанда баробари басомади лаппишҳои

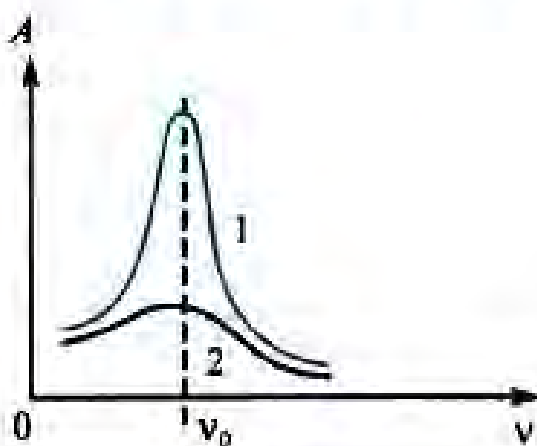


Расми 1.5.3

хусусии раққосақ шудан амплитудани лаппишҳои маҷбурӣ аз ҳама калон мешавад. Ба афзоиши минбаъдан басомади қувваи маҷбуркунанда амплитудани лаппишҳои раққосақ кам мешавад.

Ҳодисаи якбора афзудани амплитудани лаппишҳои маҷбурӣро ҳангоми ба басомади лаппиши қувваи маҷбуркунанда ν баробар гардидани басомади хусусии системаи лаппанда ν_0 резонанс меноманд. Аз лотинӣ *резонанс* маънои ҳамоҳанг, акси садоро дорад.

Дар расми 1.5.4 вобастагии амплитудани лаппишҳои маҷбурӣ аз басомади лаппишҳои қувваи маҷбуркунанда нишон дода шудааст. Аз расм дида мешавад, ки ҳангоми $\nu = \nu_0$ шудан амплитудани лаппиши маҷбурӣ ба қимати калонтарин соҳиб мегардад ва резонанс ба амал меояд. Бо афзоиши қувваи соиш қимати максимуми



Расми 1.5.4

амплитудани лаппиш хурд мешавад (расми 1.5.4, қачини 2). Дар ин расм қачини 2 ба мавриди зиёд будани қувваи соиш мувофиқ меояд.

Сабаби ба амал омадани резонанс дар он аст, ки ҳангоми мувофиқ омадани басомадҳо ҳам қувваи чандирӣ дар худни системаи лаппанда ва ҳам қувваи маҷбуркунанда ҳамоҳангона ба ҳамон як тараф таъсир мекунанд, он гоҳ таъсири онҳо зам мегардад ва амплитудани лаппиши маҷбурӣ афзоиш меёбад.

Агар қувваи маҷбуркунанда суст бошад ҳам, афзуншавии амплитударо ба амал меорад, чунки ин қувваи суст дар ҳар давр ба қувваи чандирӣ дар система амалкунанда зам мешавад.

Ҳодисаи резонанс фойданок буда метавонад, чунки дар мавриди зарурӣ (бо таъсири қувваи хурд ҳам) амплитудани лаппишро зиёд кардан мумкин аст. Резонанс дар табиат, илм ва техника аҳамияти калон дорад. Масалан, сохти асбобҳои басомадсанҷ, вибраторҳои зичкунандаи бетон, қувватфизоҳои сигналҳои хурд, суръатфизоҳои резонансии зарраҳои элементарӣ (бунёдӣ) ва ғайраҳо ба ҳодисаи резонанс асос карда шудааст.

Инчунин, ҳодисаи резонанс зарарноку хавфнок шуданаш мумкин аст. Ҳангоми сохтани чархбол, ҳавопаймоҳо, киштиҳо, мошини механизмҳо ва сохтмони заводу фабрикаҳо, ки дар онҳо дастгоҳҳо ҷой дода мешаванд, ҳодисаи резонанс бояд ба эътибор гирифта шавад. Масалан, лаппишҳои танаи чархбол бояд бо басомаде ба амал ояд, ки аз басомади чархзании парраҳои чархбол фарқи калон дошта бошад, вагарна лаппишҳои танаю болҳо ба резонанс дучор гардида, боиси ба фалокат дучор гардидани чархбол мегардад.

Ҳангоми аз болои кӯпрукҳо ҳамоҳангона қадамзанон гузаштани аскарон, дар натиҷаи ба амал омадани резонанс ҳангоми баробар гардидани басомади қадамгузори аскарон бо басомади хусусии лапшиши кӯпрук, мумкин аст, ки кӯпрук хароб гардад. Бинобар ин, барои пешگیری 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 вазнини шишаҳои тирезаҳои хона ба лапшиш даромада, садо мебароранд, чунки дар ин маврид басомади хусусии лапшишҳои шишаҳои тиреза ба басомади лапшишҳои бино, ки дар натиҷаи ҳаракати мошин ба амал меояд, баробар гардида, резонанс ҳосил мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна лапшишҳоро ҳомӯшшаванда менаманд?
2. Лапшишҳои маҷбурӣ чи тавр ба амал меоянд?
3. Резонанс чист? Амплитудаи лапшиш ҳангоми резонанс ба қувваи соиш чӣ гуна вобастагӣ дорад?
4. Дар бораи аҳамият ва зарари резонанс маълумот диҳед.

1.6. Мавҷи механикӣ

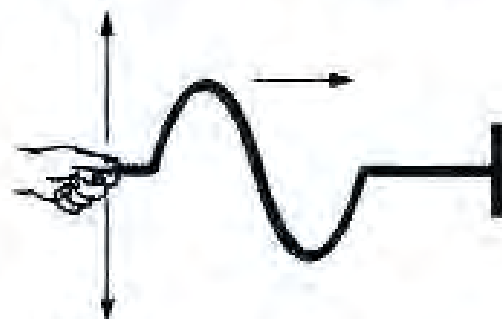
Агар лапшиши қисм дар муҳити ҷандир (об, ҳаво, пружин, аргамчин, қисмҳои сахт ва ғайра) ба вуҷуд ояд, ё қисми лапшиш қисми ин муҳитро ташкил наояд, зарраҳои ба қисм ҳамсоии муҳит ба лапшиш медарояд ва лапшиш дар муҳит паҳн мешавад.

Паҳншавии лапшишро дар муҳитҳои ҷандир мавҷ менаманд.

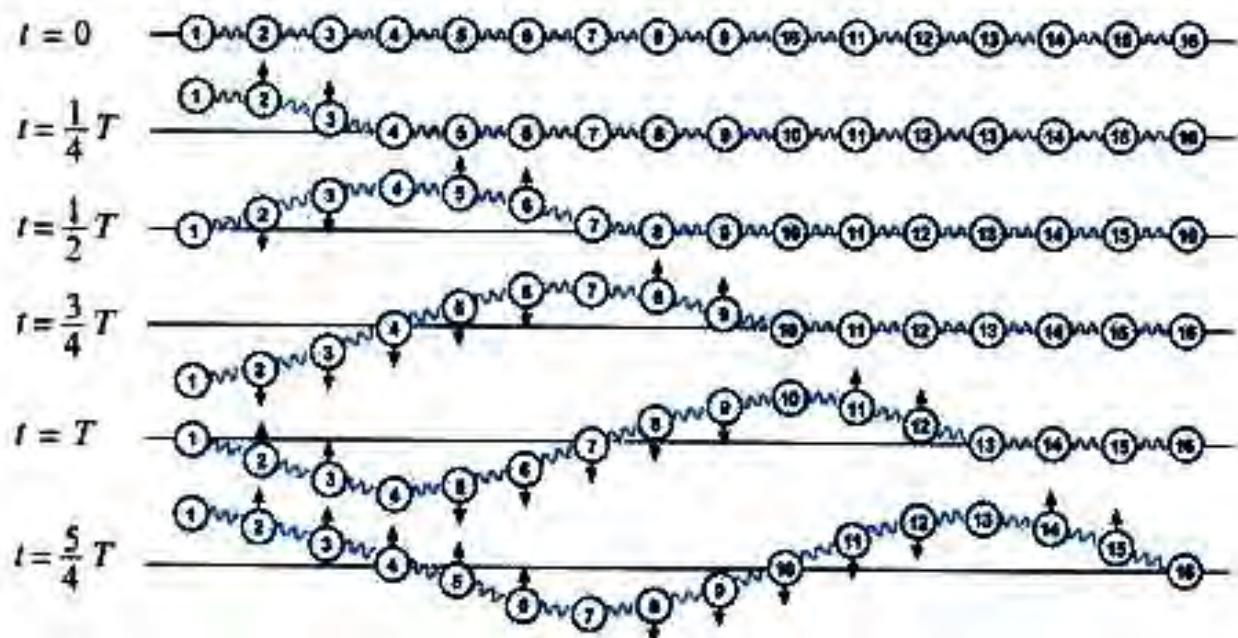
Масалан, ҳангоми сангро ба оби ором партофтани санг обро ба ларзиш медарорад ва лапшиш дар об паҳн гардида, мавҷро ба вуҷуд меорад. Расмони дарозии як нӯташ басташударо алвонҷ диҳем, он гоҳ қад-қади он мавҷ паҳн мешавад (расми 1.6.1).

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

Масалан, ҳангоми вазидани шамол дар майдони надаравидаи алафзор дар натиҷаи лапшиши алафҳо ҳаму рост шудани онҳо мавҷ дар алафзор паҳн мешавад, вале пояҳои алаф аз ҷои худ бечо 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 кашаи сар диҳем, он гоҳ пружине, ки сакқочаи 1-ро бо сакқочаи 2 мепайвандад, кашаи мешавад ва қувваи чандирӣ ба вуҷуд меояд. Дар таҳти таъсири ин қувва сакқочаи 2 ба лаппиш мебарояд.

Дар натиҷа пружини дигар таъйиқ ёфта (деформатсия шуда), сакқочаи 3 ба лаппиш мебарояд ва лаппиш ба сакқочаҳои дигари занҷир кӯчонида мешавад. Ҳамаи сакқочаҳо дар мавқеи мувозинатии худ бо даврҳо ва амплитудаҳои якхела лаппиш мекунанд, 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 амплитудани 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 мавҷеи мувозинат то мавҷеи болотарин расидани сакқои 1 сакқоҳои 2 ва 3 ба лаппидан сар мекунад. Ҳангоми ба мавҷеи мувозинат баргаштани сакқои 1 сакқоҳои 4–6 ва гайраҳо ба лаппиш мебароянд.

Сакқои 1 як лаппиши пурраро баъди муддати вақти ба як даври лаппиш T баробар анҷом медиҳад. Сакқои 2 лаппиши пурраи худро баъди сакқои 1 ва сакқои 3 лаппиши пурраи худро баъди сакқои 2 ва гайраҳо ба охир мерасонад.

Сакқои 13 баъди як даври лаппиши сакқои 1 ба лаппиш мебарояд. Ҳамин тариқ, баъди муддати вақти ба як даври лаппиш T баробар лаппиш то сакқои 13 рафта мерасад, яъне сакқои 13 лаппиши якуми худро дар лаҳзае сар мекунад, ки сакқои 1 ба лаппиши дуюм 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.

Сакқоҳое, ки аз ҳамдигар дар масофаҳои λ , 2λ , 3λ , 4λ ва гайра воқеанд, ҳаракаташон ба якдигар монанд мешавад: онҳо дар як вақт боло мераванд, дар як вақт аз мавҷеи мувозинат мегузаранд, дар як вақт поён мебароянд, дар як вақт лаппиши навбатии худро анҷом медиҳанд ва лаппиши ояндаашонро оғоз мекунад.

Яъне дарозии мавҷ ба масофаи байни ду нуқтаи ба якдигар наздиктарине (дар занҷири сакқоҳо), ки як ҳел ҳаракат мекунад ва аз мавҷеи мувозинат як ҳел дурӣ доранд, баробар аст. Ба ин намуд ҳосилшавӣ ва паҳншавии мавҷҳо дар ҳисмҳои 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:

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

Бинобар он, аз (1.7.2) навиштан мумкин аст:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \quad \text{ё} \quad v = \lambda \nu. \quad (1.7.4) \quad 21$$

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

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

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

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Мавч дар сатҳи оби қул бо суръати 6 м/с паҳн мешавад. Агар дарозии мавч 3 м бошад, давр ва басомади лаппишхоро муайян намоед.

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

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

T - ? *Басомади лаппишро муайян менамоем:*

$$\begin{array}{l} \nu - ? \\ \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \text{ с}} = 2 \text{ Х.} \end{array}$$

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

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

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

$$\begin{array}{l} n = 20 \text{ лаппиш} \\ t = 10 \text{ с} \end{array} \quad \vartheta = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

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

$$\begin{array}{l} \vartheta - ? \\ \vartheta = \frac{\lambda n}{t}; \quad \vartheta = \frac{1,2 \text{ м} \cdot 20}{10 \text{ с}} = 2,4 \text{ м/с.} \end{array}$$

Ҷавоб: $\vartheta = 2,4 \text{ м/с.}$

МАШҚ

1. Дар уқёнус дарозии мавчи ҳосилгардида ба 270 м ва даври он ба 13,5 с баробар аст. Суръати паҳншавии мавчро муайян кунед. (*Ҷавоб:* 20 м/с)
2. Заврақ дар мавчи бо суръати 1,5 м/с паҳншуда лаппиш меҳӯрад. Масофаи наздиктарини байни ду дўнгии мавч 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 мавч ба 12 м баробар будааст. Ғайр аз ин, вай ҳисоб кард, ки дар давоми 75 с аз наздаш 16 тегаи мавч гузаштааст. Суръати паҳншавии мавч 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 сахт ба назар мерасад. Дар занҷири сакқоҳо мавҷро ба тарзи дигар низ ҳосил кардан мумкин аст.

Агар сакқон якумро ба сӯи чап ё рост кашида сар диҳем (расми 1.8.1), он ба лаппиш медарояд 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.

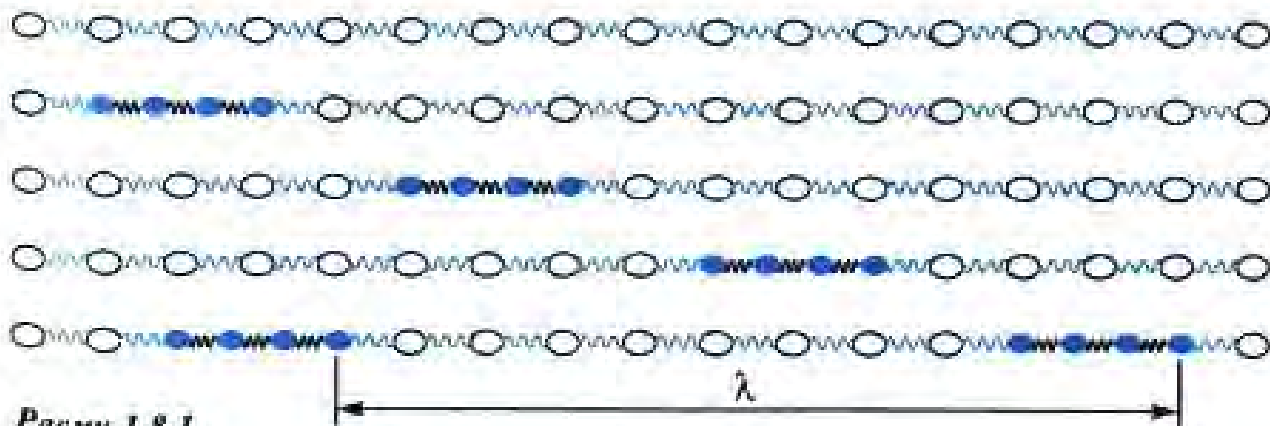
Мавҷҳое, ки дар онҳо самти лаппишҳои зарраҳои муҳит ба самти густариши мавҷ мувофиқ меояд, мавҷҳои тӯлӣ номида мешаванд.

Ҳосилшавини мавҷ дар пружини фишурда ё дарозкардашуда, мавҷҳои садогӣ дар ҳаво, дар дӯлаҳои асбобҳои нафасӣ мавҷҳои тӯлӣ ба шумор мераванд. Мавҷҳои тӯлӣ дар ҳисмҳои сахт, 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 хамихову дӯнгиҳо пайдо мешаванд. Масофаи байни ду дӯнгӣ ё ду хамин ҳамсоя ба дарозини мавҷ баробар мебошад. Ҳангоми ба вуҷуд омадани мавҷи тӯлӣ шакли занҷири сакқоҳо тағйир намеёбад, аммо дар он чафсу тунукшавиҳо ба амал меояд. Масофаи байни ду чафсшавиҳо ё ду тунукшавиҳои ҳамсоя низ ба дарозини мавҷ баробар аст.

Ҳамин тариқ, ба самти мавҷҳои арзӣ дӯнгиҳою хамиҳо ва ба самти мавҷҳои тӯлӣ чафсшавиҳою тунукшавиҳо густариш меёбанд.

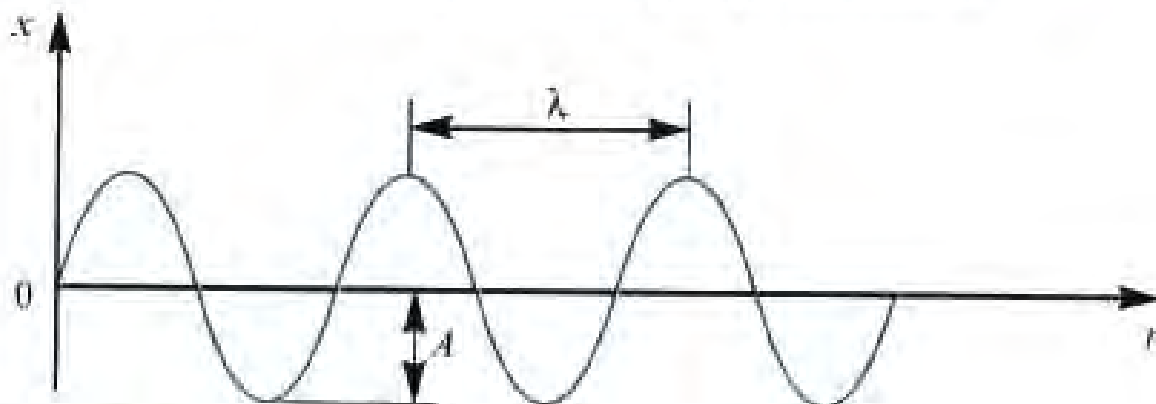
Ҳангоме, ки мавҷ мухитро пурра фаро мегирад, ҳамаи зарраҳои муҳит мелаппанд.



Расми 1.8.1

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

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



Расми 1.8.2

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна мавҷоро мавҷҳои арзӣ меноманд?
2. Чӣ гуна мавҷоро 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 дўнгиҳою хамиҳо шумораи дарозии мавҷро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

1.9. Инъикос ва шикасти мавҷҳо

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

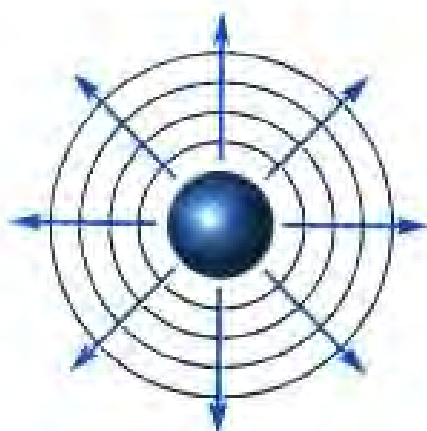
Муҳите, ки ба ҳама самт хосиятҳои якхела дорад, *муҳити изотропӣ* меноманд. Ҷои геометрии нуқтае, ки дар ягон лаҳзаи вақт лапшиш омада мерасад, *фронти мавҷ* номида мешавад.

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.

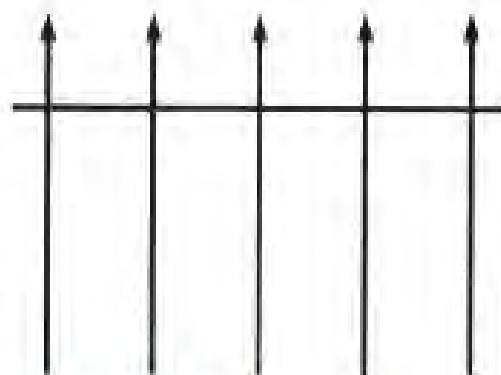
Ҳамин тариқ, дар муҳити изотропӣ нурҳо ба фронти мавҷ нормалӣ мебошанд. Агар маркази лапшиш беохир дур бошад, фронти мавҷ ба ҳамворӣ мубаддал мегардад (расми 1.9.2).

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



24 Расми 1.9.1

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



Расми 1.9.2

Инъикос ва шикасти мавҷҳо ба қонунҳои муайян иттибот мекунад.

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

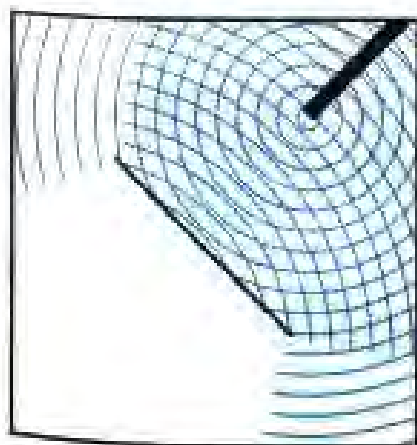
Мавҷҳои ба сатҳи пеши лавҳа афтанда аз он инъикос гардида, ба самти муқобил паҳн мегарданд. Мавҷҳои аз лавҳа инъикосшударо мавҷҳои ба он афтанда ҳосил менамоянд. Мавҷҳои инъикосшуда шакли қамонҳои марказонидашударо доранд ва дар якҷоягӣ бо мавҷҳои афтанда дар пеши сатҳи лавҳа манзараи тӯрмонандро ҳосил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

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

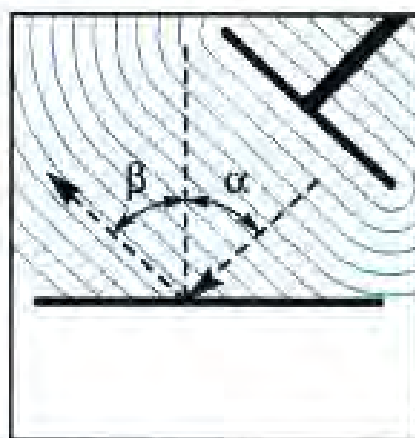
Қуҷи байни нури афтида ва перпендикуляри ба нуқтаи афтиши нур ба сатҳи лавҳа фурувардашуда α , қуҷи афтиши нур ва қуҷи байни нури инъикосшуда ва ин перпендикуляр β қуҷи инъикоси нур номида мешаванд.

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

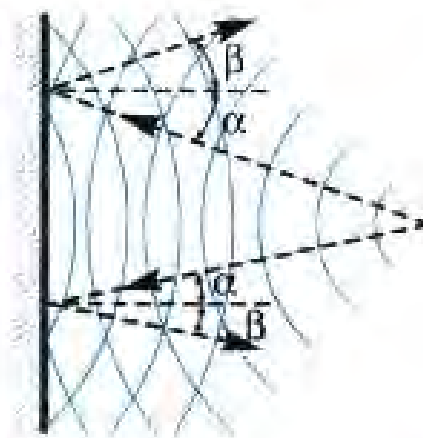
Мувофиқи расми 1.9.4 нури афтида, нури инъикосшуда ва перпендикуляре, ки дар нуқтаи афтиши нур фуруварда шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд.



Расми 1.9.3



Расми 1.9.4



Расми 1.9.5



Расми 1.9.6

буда ва барои ҳар як нуқта 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 дилҳоҳ, аз он ҷумла, мавҷҳои садогӣ ва рӯшноигӣ низ иҷро мешавад. Масалан, дар мавриди ба мамониат бархӯрдани мавҷҳои садо он инъикос меёбад ва акси он шунида мешавад. Дар қӯҳҳо 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 афтида дар сарҳади ду муҳит шикаста, равишашро тағйир медиҳад. γ – кунҷи шикасти нур номида мешавад. Мувофиқи қонуни шикасти мавҷҳо:

1) нури афтида, нури шикаста ва перпендикуляри ба нуқтаи 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 дуҷум нисбат ба якекум низ меноманд.

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

мувофиқан нишондиҳандаи шикасти

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

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



Расми 1.9.7

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

Инъикос ва шикасти барои мавҷҳои рӯшноӣ ба таври аёнӣ ҳеле ҳуб мушоҳида карда мешавад. Дастаи борикӣ рӯшноиро ба лавҳаи шишагин гафс равона намуда, дар сарҳади ҳаво ва шиша дар як вақт инъикос ва шикасти рӯшноиро мушоҳида менамоем (расми 1.9.7).

САВОЛҶО 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 гузариш меёбад, чӣ тавр муайян карда мешавад?
8. Нишондиҳандаи шикасти мутлақ чист?

1.10. Мавҷҳои садо

Мавҷҳои чандирӣ, ки дар ғуши одаму ҳайвонот эҳсосоти шунавой ҳосил мекунанд, мавҷҳои садо номида мешаванд. Фасли физикаеро, ки ҳодисаҳои садоиро меомӯзад, *акустика (садошиносӣ)* меноманд. Садоҳо ҳеле зиёданд. Масалан, овозҳои одам, парандагон, раъду барқ, асбобҳои мусикӣ, ғурӯси нақлиётҳои гуногун садо ба шумор мераванд.

Ғушҳои инсон садоҳои басомади лаппишашон аз 16 Х (Херте) то 20000 Х-ро мешунавад. Лаппиш ва мавҷҳои дар ин ҳудуди басомадҳо хобандаро мувофиқан лаппиш ва мавҷҳои садоӣ меноманд. Садоҳои басомадашон аз 16 Х камро *инфрасадо* (аз лотинӣ – *поёинӣ*), аз 20000 Х то 10^8 Х-ро *ултрасадо* (аз лотинӣ – *зиёда, бузург*) ва аз 10^8 Х то 10^{10} Х-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, пардан онро ба лаппиш мебарорад. 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 ҳуб паҳн мекунанд. Ҷисмҳои эластикӣ



Расми 1.10.1

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

Садо дар ҷисмҳои сахт ба намуни мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ ва дар моеъҳо ва газҳо ба намуни 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 вуҷуд меоянд (расми 1.10.3).

Дар моддаҳои гуногун садо бо суръатҳои гуногун паҳн мешавад. Чунки суръати паҳншавии садо аз зичӣ, хосиятҳои 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 равшани 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 кӯли 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

Мухит (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 хархела 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 садоӣ чӣ гуна басомадҳо доранд?
4. Чӣ гуна садоҳоро инфрасадо меноманд?
5. Ултрасадо ва гиперсадо 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 афрӯзиши барқ шунид. Разряди ба вучудомада 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 вучудомада аз формулаи суръат истифода мебарем:

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

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 пастигарини мардона ба 4,3 м ва барои овози баландтарини заиона ба 25 см мерасад. Басомади лапшиши ин овозхоро ёбед. Суръати садо дар ҳаво ба 340 м/с баробар аст.

Дода шудааст:

$$\lambda_1 = 4,3 \text{ м}$$

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

$$v = 340 \text{ м/с}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

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

$$v = \lambda \nu.$$

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

Қиматҳои ададиро гузошта, ҳисоб мекунем:

$$v_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{340 \text{ м/с}}{4,3 \text{ м}} = 79 \text{ Х}; \quad v_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{340 \text{ м/с}}{0,25 \text{ м}} = 1360 \text{ Х.}$$

Ҷавоб: $v_1 = 79 \text{ Х}; v_2 = 1360 \text{ Х.}$

МАШҚ

1. Ҳангоми парвоз хомӯшак бештар пар мезанад, ё мағас?
2. Масофа то монеее, 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 афрӯзиш шунида шуд. Масофаи байни мушоҳидачӣ ва тӯпро муайян намоед. Суръати садо дар ҳаво ба 340 м/с баробар аст. (Ҷавоб: 6800 м)

1.11. Тавсифҳои садо

Мо садоҳои мусиқӣ ва галогуларо аз ҳамдигар фарқ менамоем.

Садо, ки эҳсосоти форамро ба вучуд меорад, садои мусиқӣ номида мешавад.

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

Садо, ки эҳсосоти нофорамро 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.

Лапшиши ҷисмҳои дар фосилаҳои баробари вақт ба амал оянда (тори асбоби мусиқӣ, камертон) садои мусиқиро ва лапшиши ҷисмҳои дар фосилаҳои нобаробари вақт баамалоянда (вагонҳои

поезд) галогуларо ҳосил мекунанд. Галогула аз садоҳои басомадашон ҳархела иборат мебошад.

Муқаррар намудани фарқи садоҳои мусиқӣ ва галогула хеле душвор мебошад, чунки ҳамон як садо барои як одам садои мусиқӣ ва барои шахси дигар галогула ба шумор меравад.

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

Тавсифҳои асосии садо интенсивият (ϵ 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 ҳуштак, 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 тариқ, басомади лаппиши мавҷи садогӣ оҳанги садоро муайян менамояд. Камертонҳо мавҷҳои садогӣ 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 ҳамон қадар пасттар мешавад.

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

Баландии садо ба интенсивияти мавҷи он вобаста аст, аммо ба гуфайли ба басомадҳои гуногун ҳиссиёти якхела надоштани гӯшҳои инсон ин вобастагӣ хеле мураккаб мебошад. Дар ҳудуди аз 700 то 6000 Х 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 Х ҳамчун ҳудуди стандартӣ қабул шудааст. Интенсивияти калонтарине, ки гӯши инсон дардро ҳис накарда, ҳамчун садо қабул менамояд, ҳудуди *дардҳискуний* номида мешавад. Ин ҳудуд барои басомадҳои гуногун фарқ менамояд. Ин ҳудуд дар басомади $6 \cdot 10^3 \text{Х}$, ба $0,1$ Вт/м^2 ва барои басомадҳои пасту баланд то 10 Вт/м^2 баробар мешавад.

Ҳамин тарик, хиссиёти узвҳои шунавоии инсон аз ҳудуди шунавоӣ то ҳудуди дардхискунии тағйир ёфта метавонад.

Лаппишҳои мураккаби садогиро ба лаппишҳои алоҳидаи даврии басомадашон муайян ҷудо кардан мумкин аст. Маҷмӯи ин басомадҳо спектри садои ташкил менамоянд. Басомади хурдтарини ин спектрро *басомади асосӣ* ν_0 ё *тони асосӣ* (аз юнонӣ – *шиддат*) меноманд.

Маълум мешавад, ки тони садо ба басомади он вобаста аст. Чӣ қадаре ки басомади асосӣ калон бошад, дараҷаи тон ҳамон қадар баланд мешавад. Тонҳои ба тони асосӣ қаратиро ($2\nu_0$, $3\nu_0$, $4\nu_0$, ...) *обертонҳо* (аз латинӣ – *балой*) меноманд.

Тавсифи дигари садо тембр (аз фаронсавӣ – *тобшии обу ранг*) ё оҳанги он ба шумор меравад. Агар садоҳои мусиқӣ тони асосии якхела дошта, вале обертонҳои гуногун (спектрашон хархела) бошад, он гоҳ онҳо бо тембрашон фарқ мекунанд.

Нисбати басомади ду садо дар мусиқӣ *ҳудуд* (интервал) номида мешавад. Агар ҳудуди ду садо ба ду баробар бошад, онҳо октавро ба вучуд меоранд.

Садоҳои мусиқӣ ба 8 октава тақсим мешаванд. Ҳар як октава ба 7 тонҳои асосӣ тақсим мешавад: до, ре, ми, фа, сол, ля, си.

Садоҳои мусиқӣ алифбо доранд, ки онро *нота* меноманд. Бо ин алифбо ҳаман садоҳои мусиқӣ навишта мешаванд.

Ин алифбо баландии садо ва давомнокии онро нишон медиҳад. Басомади ҳар як нотаи дилхоҳи ягон октава аз ҳамон ҳел нотаи октаваи ҳамсоя 2 маротиба фарқ доранд. Масалан, басомади нотаи «ля» октаваи дуҷум 160 Х, басомади нотаи «ми» октаваи сеҷум 320 Х мебошад.

Умуман, тембри садо бо таркиб, амплитудани обертонҳо, хосиятҳои системани лаппанда, масалан, садошардан одамон муайян карда мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом намудҳои садо аз ҳамдигар фарқ менамоянд?
2. Чӣ гуна садоҳоро садоҳои мусиқӣ меноманд?
3. Ғалогула чист?
4. Манбаъҳои садоҳои мусиқӣ ва ғалогуларо номбар намоед.
5. Садо бо кадом бузургиҳо тавсиф дода мешавад?
6. Интенсивияти садо гуфта, чиро меноманд?
7. Интенсивияти садо ба шакли математикӣ чӣ тавр ифода ва бо кадом воҳид чен карда мешавад?
8. Садоҳои пастоҳанг ва баландоҳанг гуфта, чӣ гуна садоҳоро меноманд? Оҳанги пок чист?
9. Баландии садо аз кадом бузургиҳо вобаста мебошад?
10. Тембри садо гуфта, чиро меноманд?

1.12. Акси садо

Мавҷи садоӣ низ ҳангоми гузариши худ дар сарҳади муҳитҳои гуногун инъикос меёбад. Сабаби инъикосёбии мавҷи садоӣ дар он аст, ки лаллӣҳои мавҷи садоӣ дар сарҳади муҳитҳо ба зарраҳои муҳити дуюм дода мешавад. Дар натиҷа ҳуди он зарраҳо ба манбаи нави мавҷҳои садоӣ табдил меёбанд, ки онро мавҷи сонавӣ (дубора) меноманд. Ин мавҷҳои дубора на танҳо дар муҳити дуюм, балки дар муҳити якум низ паҳн мешаванд ва мавҷи инъикосшударо ба вуҷуд меоранд.

Ба ҳодисаи инъикоси садо ҳодисаи дигар – акси садо (эхо) алоқаманд аст: садо аз манбаъ то сарҳади муҳити дуюм расида, аз он инъикос гардида, боз ба ҷои пайдоиши худ омада мерасад, бинобар он, гӯши шунаванда ин садоро ду маротиба мешунавад.

Ин ҳодисаро ҳангоми сайру гашт дар кӯҳсорҳо садо баровардани рафиконамон мо ҳело хуб мушоҳида менамоем ва овози баровардашударо ду бор мешунавем. Садо чандин бор инъикос ёфта метавонад. Маҳз гурриши барқ аз ҳамин сабаб ба амал меояд. Аз ҳодисаи акси садо дар амалия барои муайян кардани масофа то предметҳои гуногун ва ошкор кардани мавқеи онҳо истифода мебаранд.

Агар аз ягон манбаи садоафкан садои баровардашуда дар роҳи худ ба садди (садд – *сарҳади муҳитҳо*) бархӯрда инъикос ёбад, муддати вақтро аз лаҳзаи бароварда шудани садо то омада расидани садои инъикосёфта чен намуда, масофаи тайкардан садоро муайян менамоем. Садо дар муддати вақти ченкардашуда масофаи $2S$ -ро тай мекунад (S – масофаи байни манбаи садоафкан ва мавқеи садд аст). Суръати садо ϑ -ро дониёта, масофаи S -ро аз ифодаи зерин муайян менамоем:

$$2S = \vartheta t \quad \text{ё} \quad S = \frac{\vartheta t}{2}.$$

Аз ин формула масофаро аз манбаи садо то садди инъикоскунанда муайян кардан мумкин аст.

Қайд кардан лозим аст, ки садо аз манбаъ ба ҳама равишҳо гузариши меёбад ва садои инъикосёфта аз ҳар сӯ омада метавонад, бинобар ин, барои аниқ муайян кардани масофаи байни манбаи садо ва садди инъикоскунанда самти ҷойгиршавни саддро дониётан лозим аст. Барои баргараф кардани ин душворӣ на аз садои муқаррарӣ, балки аз ултрасадо истифода бурдан беҳтар мебошад.

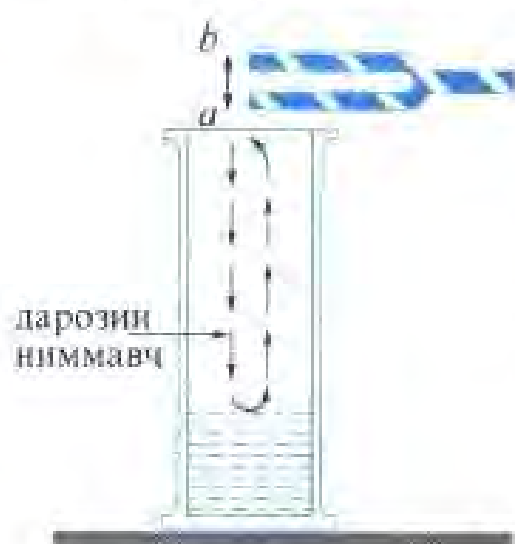
САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Чӣ гуна садоро садои инъикосшуда меноманд?
2. Аз ҳодисаҳои акси садо дар амалия чӣ гуна истифода мебаранд?
3. Аз акси садо истифода намуда, чӣ тавр масофаро то ҷисми инъикоскунанда муайян менамоем?

1.13. Резонанси садой

Ҳодисаи резонансро барои лаппишҳои садой низ мушоҳида кардан мумкин аст. Резонанси лаппишҳои садоиро *резонанси садой* меноманд. Ҳосилшавни резонанси садоиро дар камертон дида мебароем. Камертон худ ба худ садои бисёр суст мебарорад, чунки масоҳати бо ҳаво дар тамосбудаи шохаҳои он хурд аст, бинобар он, дарзиши шохаҳои он миқдори хеле кам зарраҳои ҳаворо ба лаппиш меорад. Одатан пояи камертон дар болои қуттичаи ҷӯбине маҳкам карда мешавад ва он ҳамчун асбоби ҳосилкунандаи резонанс (резонатор) хизмат мекунад. Қуттичаи ҷӯбинро тавре интиҳоб менамоенд, ки басомади лаппишҳои хусусии он ба басомади мавҷҳои садои афкандан камертон баробар бошад. Дар натиҷаи рӯй додани резонанс деворҳои қуттӣ низ бо басомади камертон ба лаппиш мебарояд ва дар натиҷа лаппишҳои амплитудаш 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, гижжак 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 садонардаҳо ҳосил гардида ро пурзӯр мекунад.



Расми 1.13.1

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

Зарфи цилиндрии баландкадро (баландиаш қариб 50 см) гирифта, дар болои он камертонро ба лаппиш мебарорем. Ба зарф об рехта истода, дар баландии муайяни сатҳи об якбора баландшавни овози камертонро мещунавем, яъне резонанси садой ба амал меояд ва дар ин вақт басомади лаппиши суғуни ҳавои болои об ҳангоми рехтани он ба басомади лаппиши ҳоси камертон баробар мешавад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Резонанси садой гуфта, чиро меноманд?
2. Дар камертон чӣ тавр лаппишҳои резонансиро 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 муқаррарин садоианд, аммо гушҳои одам онҳоро чуи садо ҳис намекунанд. Инфрасадо татбиқи амалӣ надорад. Мувофиқи тадқиқотҳои олимони моҳиҳо инфрасадоро мешунавад ва филяҳо гӯе 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 кристаллини кварсӣ ташкил менамояд ва он ҳосияти аҷиб дорад.

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

Иро 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 кашндашавӣ дучор гардида, ба лаппиш мебарояд. Дар ин вақт аз он дар муҳити иҳотакардашуда лаппишҳои ултрасадоӣ паҳн мегардад.

Дар замони ҳозира ултрасадои басомадаш то миллиард Ҳерте ҳосил карда мешавад. Барои ҳосил кардани ултрасадо аз титанати барий истифода бурдан мувофиқ аст. Ултрасадо бо ёрии генераторҳои магнитоэлектрикӣ низ ҳосил карда мешавад. Баъзе металлҳо (ба монанди оҳан) ва пайвастиҳои онҳо ҳангоми магнитнокшавӣ ҳосиятҳои худро тағйир медиҳанд ва ин ҳосияти онҳоро магнитоэлектрикӣ меноманд.

Агар милаи оҳанро ба даруни ғалтаки сими изолятсия дошта (рӯйпуш дошта) ҷой диҳем ва ғалтакро ба манбаи ҷараёни тағйирёбанда пайваст намоем, мила ба таври давраи магнитнок ва бемагнит мешавад ва ба лаппиш мебарояд. Ҳангоми баланд кардани басомади ҷараёни тағйирёбанда мила ба муҳити атроф ултрасадо паҳн мекунад.

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

Бо ёрии ултрасадо ҷой киштиҳои зернобӣ, сангҳои зернобӣ, чуқуриҳои баҳрҳо, тарҳи тағйир баҳрҳо ва ғайраҳоро муайян менамоянд (расми 1.14.1).

Аз ултрасадо барои санҷидани хусусиятҳои акустикӣ сохтмонҳо (толорҳои консертӣ ва лексионӣ) истифода мебаранд. Дар тахти



Расми 1.14.1

таъсири ултрасадо микроорганизмҳо мемиранд.

Ин хусусияти ултрасадоро баҳри безарар кардани об, шир, маҳсулотҳои хӯрокаи ва ғайра истифода мебаранд.

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

Аз ултрасадо барои дар тани беморон ошкор соختани варамҳо, тағйироти

шакли андозаи баъзе узвҳои бадан, муқаррар кардани хусусиятҳои беморӣ ва муолиҷаи бемориҳо истифода мебаранд.

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

Делфинҳо ва кӯршапаракҳо локаторҳои ултрасадогии ғавқуллода муқаммал доранд. Делфин дар оби тира импульсиҳои ултрасадоии фиристодани худро баъди аз предметҳо ё сайди инъикос ёфтани онҳо қабул карда, роҳи худро муайян мекунад. Кӯршапарак дар шаби тор гушҳои худро ба ҷои ҷашми истифода карда, ба монанди бар нахӯрда, озодона парвоз менамояд. Басомади лапшиши ултрасадоӣ аз ҷониби кӯршапарак 25000–50000 Ҳ мебошад.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Ултрасадоро ҷӣ тавр ҳосил менамоянд?
2. Ҳодисаи пезоэлектрикӣ гуфта, ҷиро меноманд?
3. Магнитостриксиа гуфта, ҷиро меноманд?
4. Аз генераторҳои магнитостриксионӣ ва генераторҳои пезоэлектрикӣ бо кадом мақсад истифода мебаранд?
5. Аз ултрасадо дар техника, саноат ва тиб ҷӣ тавр истифода мебаранд?

ҲУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Ҳаракате, ки пас аз фосилаҳои муайяни вақт айнан ё қариб айнан тақрор мешавад, лапшиш ном дорад. Системае, ки лапшида метавонад, системаи лапшида ном дорад. Лапшишҳо асоси акустика, оптика, электротехника ва радиотехникаро ташкил менамоянд.

Лаппишҳои озод ва маҷбурии системаҳои лаппандаро аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Лаппишҳоеро, 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 амплитудаи 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 амплитудаи лаппиши маҷбурий якбора меафзояд.

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

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

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.

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

Гӯши одам танҳо мавҷҳои басомади лаппишашон аз 16 Ҳ то 20000 Ҳ-ро чун мавҷҳои садоӣ ҳис мекунанд. Мавҷҳои садоӣ басомадашон аз 20000 Ҳ зиёдро мавҷҳои ултрасадо ва мавҷҳои садоӣ 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 омӯзиши 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, радиолокатиҷа, телефон, телеграф, компютерҳо, интернет ва ғайраҳо ба таври васеъ истифода бурда мешавад.

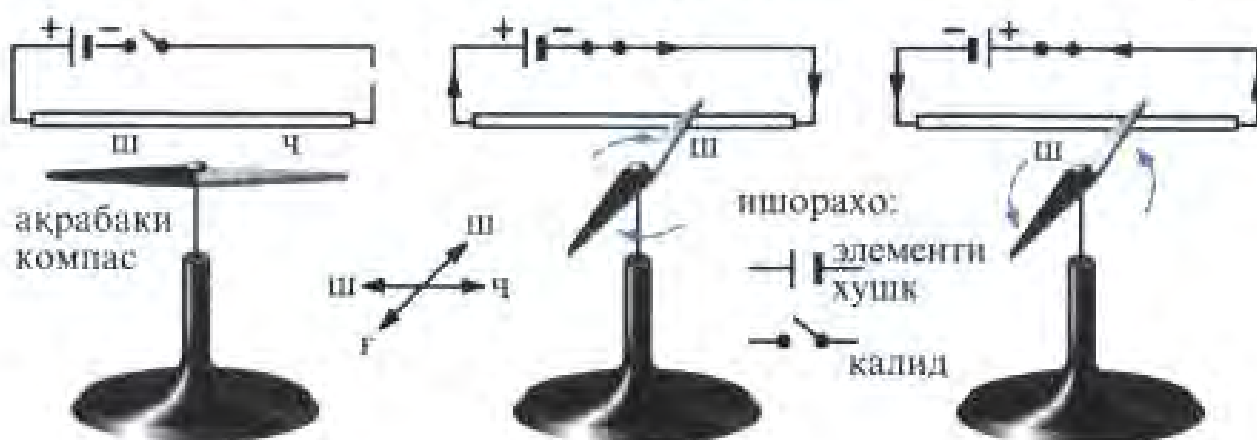
Барои организми инсон низ лаппишҳои электромагнитӣ роли калон мебозанд. Аз рӯи лаппишҳои электрикӣ ҳолати саломатии кори дил ва майнаи одамро духтурон муайян менамоянд. Рӯшноӣ низ чун лаппишҳои аз лаппишҳои электромагнитӣ иборатбуда мавҷи электромагнитӣ ба шумор меравад.

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 омӯзиши онҳоро 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 электрикӣю магнитӣ ба ҳамдигар алоқаи зич доранд.

Физиқи англис Майкл Фарадей аз таҷрибан 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 электрикӣро кашф намуд ва ин ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ном дорад.

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

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

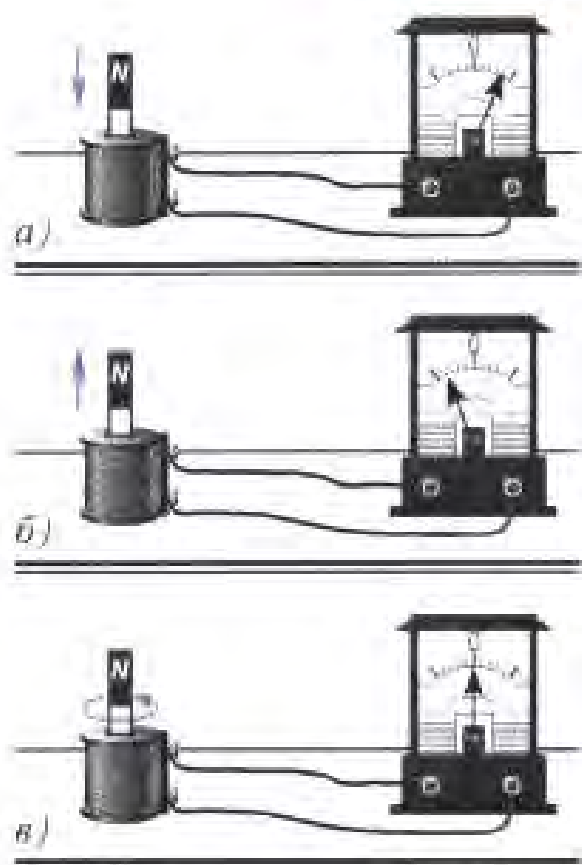


Майкл Фарадей (1791–1867) – физиқи бузурги англис, дар тараққиёти таълимот дар бораи ҳодисаҳои электромагнитӣ роли хеле калон бозидааст. Ӯ ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ва қонунҳои электролизро кашф намудааст. Фарадей аввалин бор мафҳумҳои майдони электрикӣ ва магнитиро дохил кардааст. Фикрҳои аввалин дар бораи вобастагии ҳодисаҳои электрикӣ, магнитӣ ва рӯшноӣ 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 галтаки хурд акрабаки галванометр ба яъ тараф ва ҳангоми қатъ кардани қараён, кам кардани он ва аз дохили галтаки калон баровардани галтаки хурд ба тарафи муқобил майл менамояд.

Таҷрибаи сеюм. Галтаки ноқили мулоими даҳҳо печак доштарс дар назди магнит гузошта, онро ба галванометр пайваст мекунем (расми 2.2.3). Ҳангоми фишурдан ва дароз намудани галтаи галванометр бузургии қараёни индуксионии равишхояш муқобилро нишон медиҳад. Аз ин таҷрибаҳо Фарадей ба ҳулосае омад, ки қараёни индуксионӣ ҳангоми печакҳои галтакро бурида гузаштани ҳаҷҳои магнитии шумораашон тағйирёбанда ба вуҷуд меояд.

Таҷрибаи якум. Нӯтҳои сими галтакро ба галванометр пайваст намуда, ба он магнити доимӣ бо суръати калон дохил карда мешавад (расми 2.2.1).

Ҳангоми ба галтак дохил кардан ва аз он баровардани магнит акрабаки галванометр майл намуда, бузургии қараёни индуксиониро нишон медиҳад.

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

Таҷрибаи дуюм. Галтаки хурдак ба даруни галтаки калон гузошта мешавад (расми 2.2.2). Галтаки калон ба галванометр ва галтаки хурд ба манбаи қараён ба воситаи реостат пайваст карда мешавад.

Ҳангоми пайваст кардан ва қатъ кардани қараён, зиёд ва кам кардани он бо ёрии реостат, нисбати ҳамдигар қойивазкунонидани галтакҳо майлкунии акрабаки галванометр ба амал меояд.

Ҳангоми пайваст кардани қараён, афзудани он ва ба галтаки

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

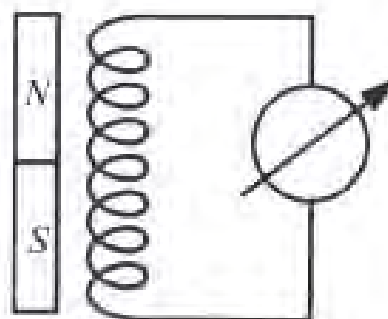
Дар таҷрибаҳои Фарадей ҷараёни индуксионӣ таъхи ҳангоми тағйирёбии сели магнитии печакҳои ғалтакро бурида гузаранда ба амал меояд.

Ҳангоми дар дохили ғалтак ҷарҳ занонидаи 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 вуҷуд меорад, ки дар давоми вақти тағйирёбии сели индуксияи магнитӣ мавҷудияти худро нигоҳ медорад.

Қашфи ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ яке аз муваффақиятҳои ҳеле намоёни илми нимаи аввали асри XIX ба шумор меравад. Он алоқамандии байни ҷараёни электрикӣ ва майдони магнитиро ба ҷуррагӣ муқаррар ва таракқиёти электротехникаю радиотехникаро таъмин намуд.

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



Расми 2.2.3

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

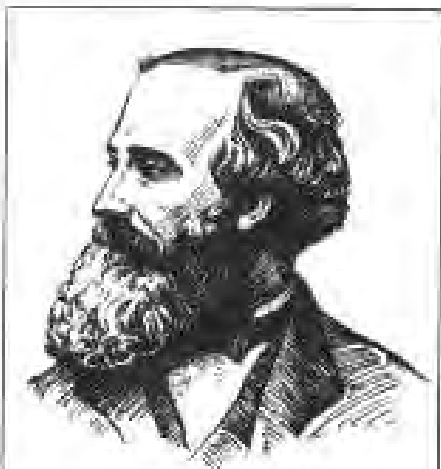
1. Дар бораи таҷрибаҳои Фарадей маълумот диҳед ва нақшаи онҳоро кашед.
2. Ҷаро ҳангоми дар дохили ғалтак ором будани магнит ҷараёни индуксионӣ ҳосил намешавад?
3. Сабаби дар ғалтакҳо ҳосилшавии ҷараёни индуксионӣ аз чӣ иборат аст?

2.3. Майдони электромагнитӣ

Ҷи 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 гирдиҷ меноманд. Майдонҳои электрикӣю магнитӣ бефосилаанд ва ба ҳамдигар робитаи зич доранд.

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



Чеймс Клерк Максвелл (1831–1879) – олим гениалии англис. ӯ назарияи майдони электромагнитиро ба вуҷуд овард ва назарияи электромагнитии рӯшноиро кор карда баромадааст.

Ҳамин тарик, майдони электрикиро дар баробари зарядҳои электрикӣ инчунин майдони магнитии тағйирёбанда низ ба вуҷуд меорад.

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

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

ихотақунанда пайдошавии майдони тағйирёбандаи электрикӣ мегардад ва ҳар гуна тағйирёбии майдони электрикӣ боиси дар фазои ихотақунанда 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 лапшиҳои электромагнитиро дар фазо мавҷи электромагнитӣ меноманд.

Мавҷҳои электромагнитӣ мавҷҳои арзӣ мебошанд.

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

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

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

Дар ин ҷо c – суръати паҳншавии мавҷи электромагнитӣ,

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Майдони электрикиро чӣ ҳосил мекунад?
2. Майдони магнитиро чӣ ҳосил мекунад?
3. Майдони гирдпеч гуфта, чӣ гуна майдонро меноманд?
4. Майдони электрикиро гайр 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.

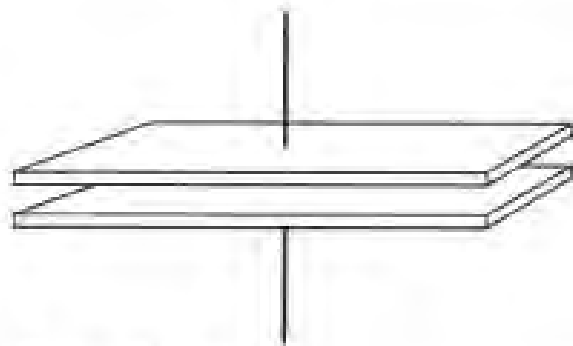
2.4. Контури лаппиш

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 хангоми ба воситаи нокили спиралшакл (печдор) безаряд кардани банкаи лейденӣ сиҳҳои пӯлодини дилаки дар дохили он буда ба равишҳои ҳархела магнитнок мешаванд.

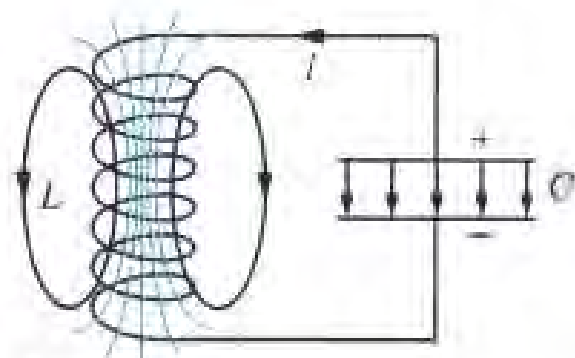
Конденсатор гуфта, ду нокилро меноманд, ки аз якдигар бо каботи диэлектрикии ба қадри кофӣ тунук ҷудо мебошанд. Нокилҳои таркибдиҳандаи конденсаторро рӯяҳо ё пӯшаҳои конденсатор меноманд.

Конденсатори ҳамвор аз ду лавҳаи якхелаи параллелне 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 сакҳои металлиро пайваст намуда, хангоми безарядшавии конденсатор шарораи байни 43



Рисми 2.4.1



Рисми 2.4.2

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

Ҳамин тариқ, таҷрибаҳои Савар ва Федерсен ба вуҷуди лапшиҳои электрикӣ тасдиқ намуданд.

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

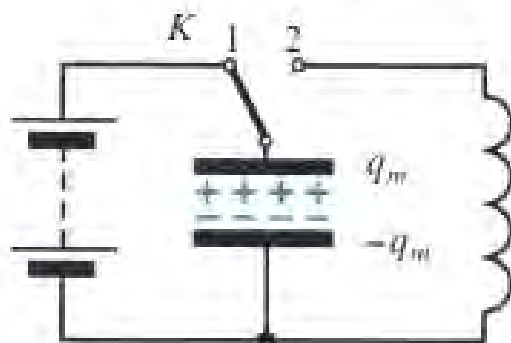
Аз контури лапшиш барои ҳосил кардани лапшиҳои электрикӣ истифода мебаранд.

Ҳосилшавии лапшиҳои электрикӣ дар контур дида мебароем.

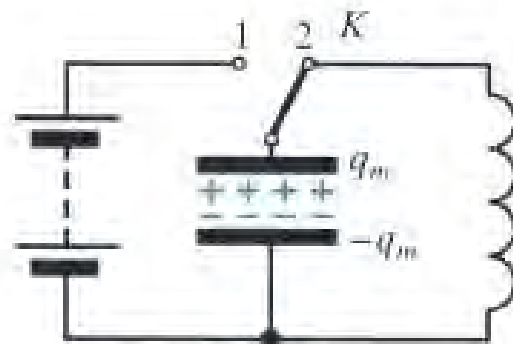
Конденсаторро бо ёрии калиди K ба батарея пайваст намуда, заряднок менамоем (расми 2.4.3).

Дар ин лаҳза конденсатор ба энергияи электрикӣ қалонтарин соҳиб мешавад. Ин ҳолати контур ба ҳолати раққосаки аз мавқеи мувозинатӣ майлқунонидашуда (расми 2.4.5, *a*; раққосак энергияи потенциалӣ қалонтарин 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 вуҷуд меорад.

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



Рисми 2.4.3



Рисми 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 электрикӣ конденсатор ба максимум – қимати қалонтарини 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 электрикӣ конденсатор ба энергияи майдони магнитии ғалтак табдил меёбад.

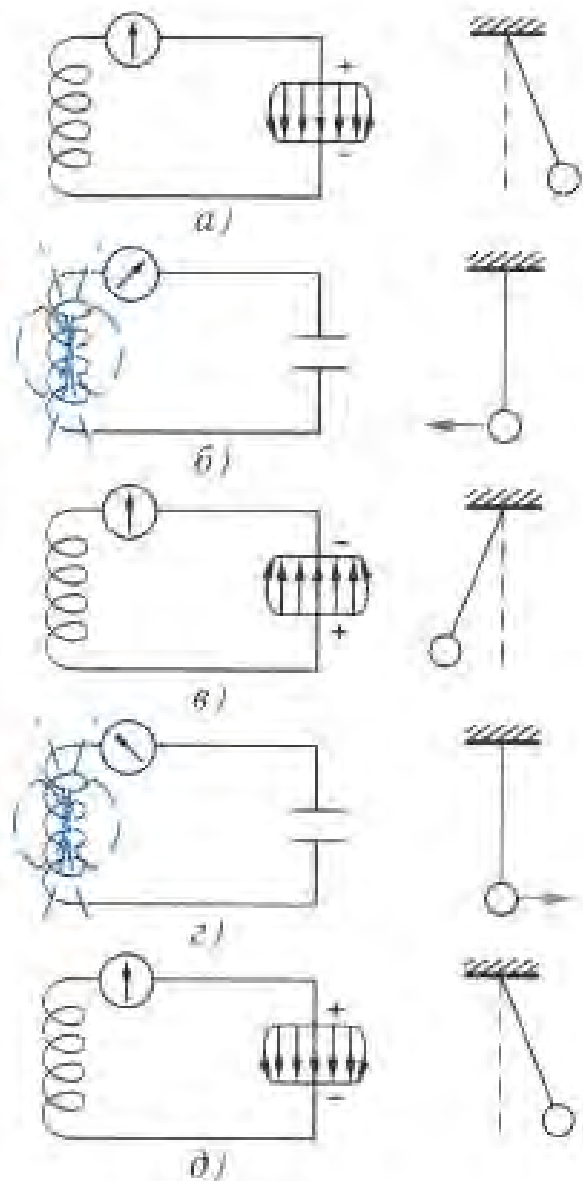
Баъди ин конденсатор боз аз нав заряднок мешавад ва система ба ҳолати аввала бармегардад (расми 2.4.5, д). Дар ин вақт энергияи майдони магнитии ғалтак ба энергияи майдони электрикӣ конденсатор табдил меёбад.

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

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

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

Дар радиотехника лапшишҳои электромагнитии басомадашон дар ҳудуди аз якчанд миллион Ҳерте то якчанд миллиард Ҳерте хобандаро истифода мебаранд.



Расми 2.4.5

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Ҳосилшавии лаппишҳои электрикиро кӣ 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 рақосаки математикӣ чӣ гуна монандӣ дорад?
6. Лаппиши электромагнитӣ гуфта, чиро меноманд?
7. Дар радиотехника чӣ гуна лаппишҳои электромагнитиро истифода мебаранд?

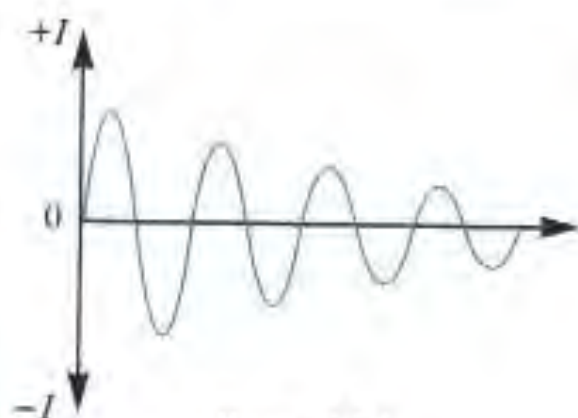
2.5. Лаппишҳои электромагнитии озод дар контур

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 пайваस्तкунандан 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



Расми 2.5.1

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 хомӯшшавандан электрикиро лаппишҳои озоди электрикӣ меноманд.

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

Заряднокшавии конденсатор ба аз вазъияти мувозинат дур шудани рақосак монандӣ дорад. Лаппиши электрикӣ озод бо лаппишҳои озоди механикӣ 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 электрикӣ хомӯшшаванда меноманд?
4. Барои чӣ дар контури лаппиш лаппишҳои электромагнитӣ хомӯш мегарданд?
5. Лаппиши хомӯшшавандаи электромагнитиро ба таври графикӣ тасвир кунед.
6. Лаппишҳои электрикӣ озод гуфта, чиро меноманд?

2.6. Давр ва басомади лаппиши электромагнитии озод

Муддати вақте, ки дар давомии он шиддат дар лавҳаҳои конденсатор ё чараён дар галтаки 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 X (Херте) қабул карда шудааст. Воҳиди басомад (X) ба шарафи физики олмон Херте номгузор шудааст.

САВОЛҶО 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 ҳомӯшнашаванда татбиқи амалии ҳеле 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 сээлектрода кашф карда шуд, ки он асоси радиотехникаи муосир мебошад.

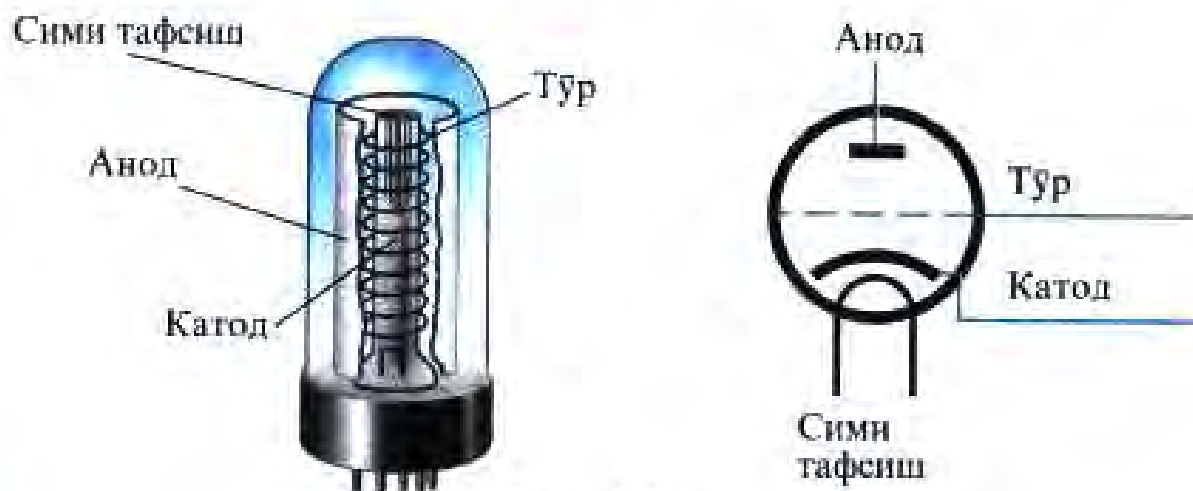
Сохт ва нақшаи лампаи электронии сээлектрода дар расми 2.7.1 нишон дода шудааст.

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

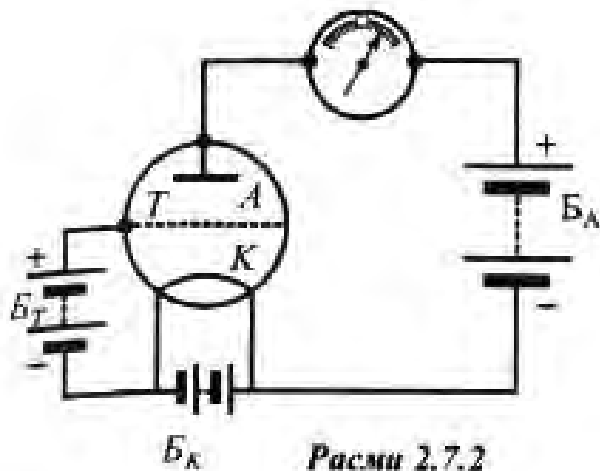
Ҳавои дохили зарфи шишагӣ кашида шудааст, яъне электродҳои лампа дар вакууми баланд ҷойгир мебошад.

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

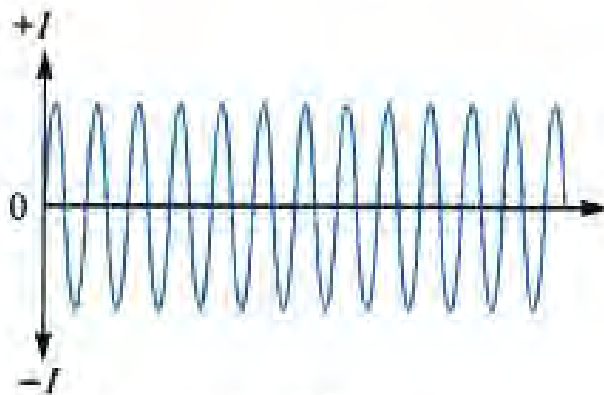
Дар байни тӯр ва катод бо ёрии батареяи ёридиҳандаи B_T ин ё он шиддатро ҳосил намуда, шиддати анодиро тағйир навода, ҷараёни анодиро тағйир додан мумкин аст.



Расми 2.7.1



Рисми 2.7.2



Рисми 2.7.3

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

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

Дар расми 2.7.3 графיקи лаппишҳои хомӯшнашаванда нишон дода шудааст.

Ҷараёнҳои, 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 амплитудаяи лаппиш бо гузаштани вақт собит мебошад.

Лаппишҳои электромагнитии амплитудашон собитро, ки аз ҳисоби энергияи берунаи ба таври даврӣ додешаванда дар контури лаппиш ба амал меояд, лаппишҳои маҷбурӣ меноманд.

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

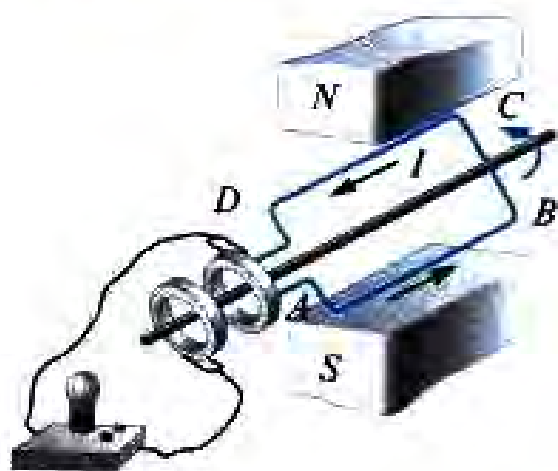
Барои ҳосил намудани лаппишҳои маҷбурӣ ба ҷои лампаи электрони селлектрода транзисторро низ истифода мебаранд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

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

2.8. Ҷараёни электрикии тағйирёбанда

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



Расми 2.8.1

Ҷараёни электрикӣ, ки дар шабакаҳои равшаникунондаи биноҳои истиқоматӣ, заводу фабрикаҳои истифода бурда мешавад, ҷараёни электрикии тағйирёбанда мебошад ва он аз лаппишҳои мачбурии хомӯшнашаванда иборат аст. Дар ҷараёни электрикии тағйирёбанда қувваи ҷараён ва шиддат ба таври давраӣ тағйир меёбад. Басомади ҷараёни тағйирёбандае, ки дар нерӯгоҳҳои барқии қумхурии 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.

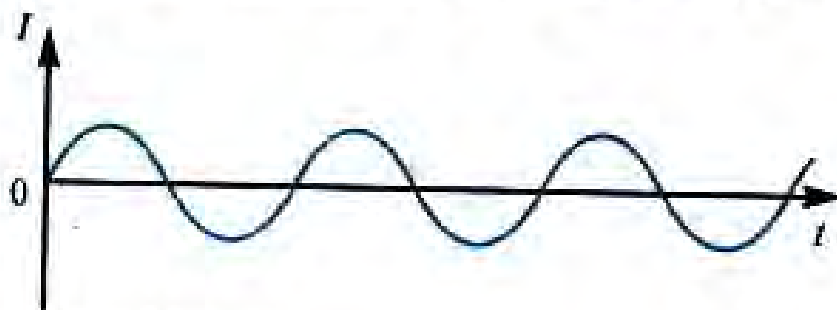
Барои ҳосил намудани ҷараёни электрикии тағйирёбанда ҷарҳзани контури $ABCD$ -ро дар майдони магнитии доимӣ ва якҷинса дида мебароем (расми 2.8.1).

Бигузур контур бо суръати кунҷии доимӣ ($\omega = const$) ба муқобили ақрабаки соат ҷарҳ занад.

Дар ин маврид дар асоси ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ дар ноқилҳои AB ва CD ҷараёни индуксионӣ ҳосил мешавад, ки равиши он аз рӯи қоидаи дастӣ рост муайян карда мешавад. Барои муайян кардани самти ҷараёни индуксионӣ дастӣ ростро тавре мегузорем, ки ҳатҳон 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 хурдани



50 Расми 2.8.2



Расми 2.8.3

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

Ҷараёни тағйирёбанда лапшиши маҷбурӣ ба шумор меравад. Бинобар ин, ҳаман тавсифҳои лапшишҳо барои ҷараёни электрикии тағйирёбанда низ истифода бурда мешаванд.

Лапшишҳои шиддатро ба воситаи осциллограф мушоҳида кардан мумкин аст (расми 2.8.2). Агар аз шабака ба лавҳаҳои нуירו дар ҳамвории вертикалӣ тамондиханда шиддати тағйирёбанда диҳем, он гоҳ паҳнкунандаи яқвақта дар экран синусоидаро нишон медиҳад. Графики ҷараёни тағйирёбанда дар расми 2.8.3. нишон дода шудааст.

Дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда аз қимати миёнаи тавонони ҷараён истифода мебаранд:

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

дар ин ҷо \bar{I}^2 – қимати миёнаи квадрати қувваи ҷараён 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 тавонони ҷараёни тағйирёбанда ҳосил мекунем:

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

Бузургии ба решаи квадратии қимати миёнаи квадрати қувваи ҷараён баробарбударо қимати самарабахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда I меноманд:

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

Қимати самарабахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда ба қувваи ҷараёни доимие баробар аст, ки дар ноқил ҳамон миқдор гармӣ ҷудо мекунад, ки онро ҷараёни 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 ҷараёни тағйирёбанда амперметрҳо ва вольтметрҳо қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддатро нишон медиҳанд.

Қимати миёнаи тавонони ҷараёни тағйирёбанда \bar{P} ё тавре ки қабул шудааст, тавонони ҷараёни тағйирёбанда дар асоси қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддат муайян карда мешавад:

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

Яъне тавонони ҷараёни тағйирёбанда ба ҳосили зарби қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддат баробар мебошад.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

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

2.9. Генератори ҷараёни тағйирёбанда

Ҷараёни электрикии тағйирёбандаро бо ёрии генератори ҷараёни 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 гальванӣ, мошинҳои электростатикӣ, термобатаряҳо, батареяҳои офтобӣ ва ғайраҳо дохил мешаванд. Соҳан татбиқи ҳар як намуди генераторҳо гуногун мебошанд. Масалан, аз батареяҳои офтобӣ дар киштиҳои кайҳонӣ истифода мебаранд.

Барои ҳосил намудани ҷараёни 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 соҳти соддатарин генератори индуксионии электромеханикии ҷараёни тағйирёбанда нишон дода шудааст. Ин намуд генераторҳо асосан аз электромагнит ё магнитӣ доимӣ ва рамкаи ҷарҳзананда иборат аст.

Қисми беҳаракати генератор (магнити доимӣ) статор ва қисми ҳаракатноки он (рамкаи симини ҷарҳзананда) 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.

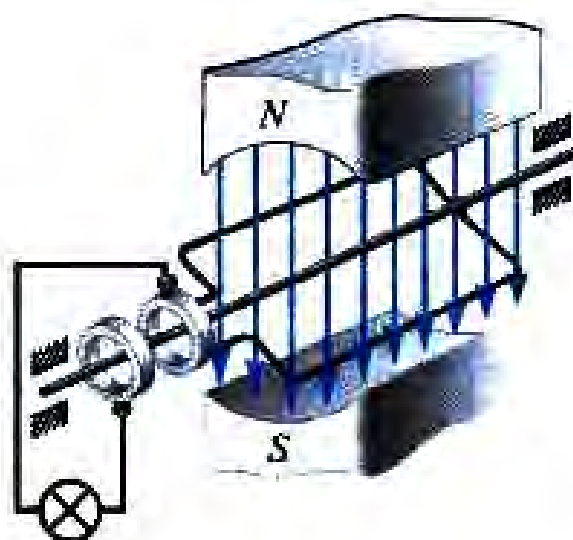
Агар рамкаи симин бо қисми берунаи занҷир пайваст карда шавад, дар занҷир ҷараёни тағйирёбанда ҷорӣ мешавад (лампа фурузон мегардад, расми 2.9.1).

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

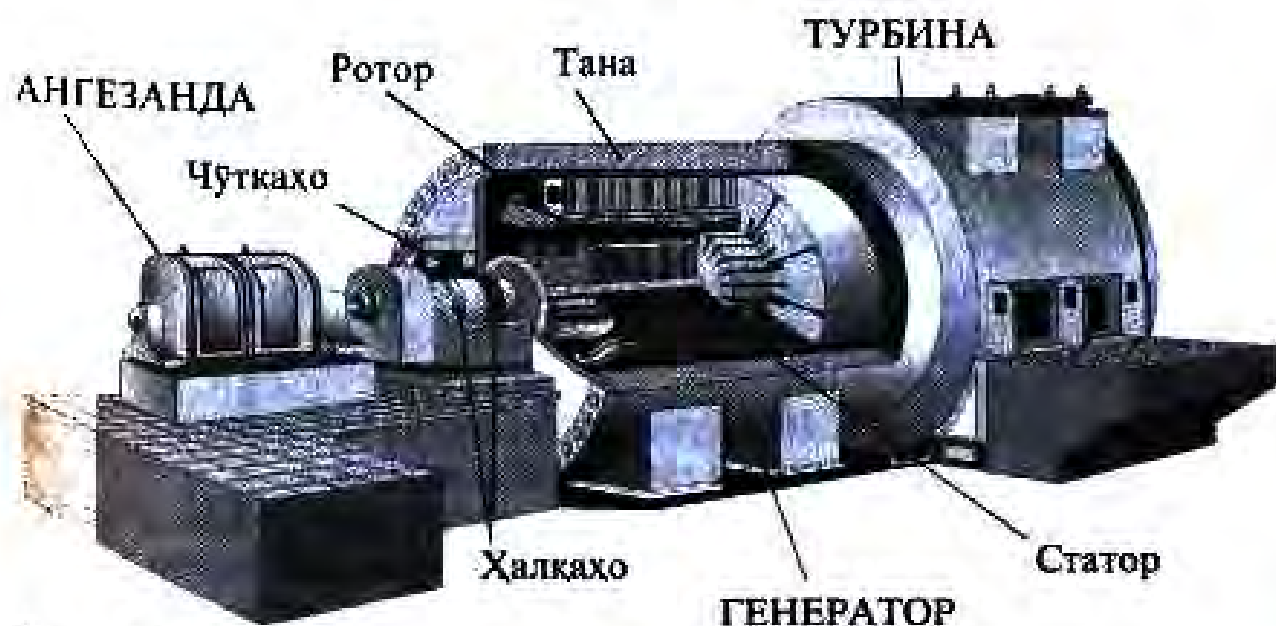
Дар вақти ҳар даври гардиши рамкаи симин қутбияти ҷутқаҳо ду бор тағйир меёбад.

Дар генераторҳои саноатӣ барои ҳосил кардани майдони магнитӣ аз электромагнитҳо истифода мебаранд ва онҳо ҷарҳ зада, вазифаи роторро иҷро мекунанд (расми 2.9.2). Печакҳое, ки дар онҳо ҚЭХ ба вуҷуд меояд дар ноҳаҳои статор ҷойгир шудаанд ва беҳаракатанд. 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 ТАКРОР

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

2.10. Трансформатор

Асбобҳои рӯзгор ва дастгоҳҳои техникӣ 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 чараёни тағйирёбандаро бе тағйири басомад ба шиддати дигари чараёни тағйирёбанда табдил медиҳад, трансформатор (аз калимаи латинӣ *transformare* – табдилдиҳанда) 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 пӯшонида шудааст (расми 2.10.1). Кори трансформатор ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст.

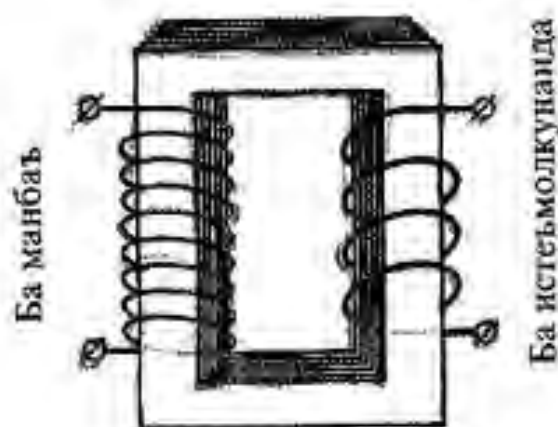
Яке аз ғалтакҳо, ки печан якум ном дорад, ба манбаи шиддати тағйирёбандан U_1 пайваست карда мешавад. Ғалтаки дуюм, ки печан дуюм ном дорад, ба дастгоҳҳо ва асбобҳои энергияи электрикиро истеъмолкунанда васл мегардад ва дар он шиддати табдил додашудан U_2 ҳосил мешавад.

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 чараёни индуксионӣ, кам кардани гармшавӣ ва насӯхтани изолятсияи печаҳои трансформатор дилаки онро аз варақҳои тунуки ферромагнитии аз ҳамдигар бо қабати тунуки лак изолятсия кардашуда месозанд. Дар трансформаторҳои



Расми 2.10.1



Расми 2.10.2

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

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

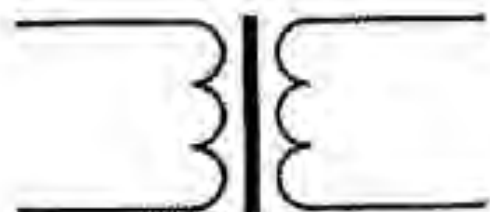
Ҳангоми ба манбаи ҷараёни тағйирёбандаи шиддати U_1 пайвасти намудани печаи якум аз он ҷараёни тағйирёбандаи I_1 ҷорӣ мешавад ва он дар дилак сели магнитии тағйирёбандаро ба вучуд меорад, ки он дар печаҳои якуму дуюм ҚЭХ-ҳои ϵ_1 ва ϵ_2 -ро ҳосил мекунад.

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

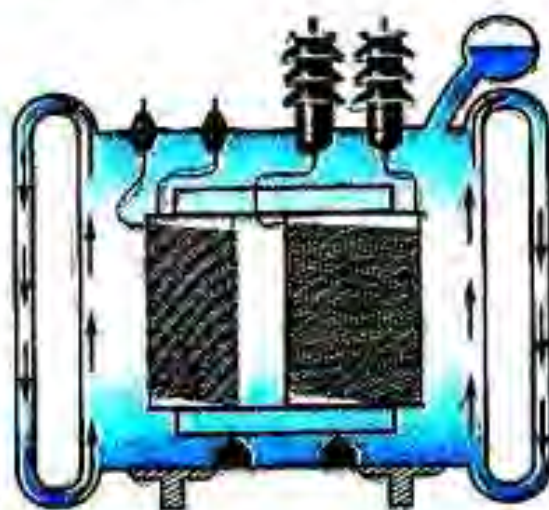
Барои трансформатор нисбати ҚЭХ-ҳо ва нисбати шиддатҳо дар печаҳои он ба нисбати шумораи печакҳои галтакҳои он мутаносиб мебошад:

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

Бузургии K – коэффитсенти трансформатсия ном дорад.



Расми 2.10.3



Расми 2.10.4

Агар $K > 1$ бошад, трансформаторро пасткунанда шиддат ва агар $K < 1$ бошад, трансформаторро баландкунанда шиддат меноманд.

Трансформатор асбоби электрикии содда устувор ва сарфакор ба шумор меравад ва коэффитсенти кори фойданокан ба 99% мерасад.

Агар талафшавии ночизи энергияро дар трансформатор барои гармшавии печаҳо ва дилаки он ба эътибор навишем, он дох мувофики 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 ҳангоми 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 ҷараёнро ҳамон қадар кам мекунем ва баръакс.

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

САВОЛҶО 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. ҚЭҶ-и дар печаҳои трансформатор ҳосилгардида аз чӣ вобаста мебошад?
7. Коэффитсенти трансформатсия гуфта, чиро меноманд?
8. Чӣ гуна трансформаторҳоро баландкунанда меноманд?
9. Дар трансформаторҳо табдилёбии шиддат ба табдилёбии ҷараён чӣ гуна вобастагӣ дорад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Печани якуми трансформатор аз 80 печак ва печани дуюмаш аз 1280 печак иборат аст. Шиддат дар охириҳои печани якум ба 120 В ва қувваи ҷараён дар печани дуюм ба 0,25 А баробар аст. Тавоноии фиданоки 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 печакҳои он ба нисбати шумораи печакҳои ғалтакҳои он мутаносиб мебошад:

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

Тавоноии фиданоки 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 ададиро 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 электрикиро муайян намоед, агар он ба манбаи шиддаташ 220 В пайваст карда шавад ва шиддати табиқилодааш 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 ҷӯб ё мис тайёр накарда, аз ферромагнит тайёр мекунанд?
2. Барои чӣ трансформатор дар ҷараёни доимӣ кор намекунад?
3. Камони электрикӣ бояд дар таҳти шиддати 40 В аланга занад. Барои ҳосил кардани ин шиддат, агар трансформатори печани якумаш 385 печак доштаро ба манбаи шиддаташ 220 В пайваст намоем, печани дуюми он бояд чандто печак дошта бошад? (*Ҷавоб:* $N_2 = 70$ печак)

4. Печай 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 мекунаанд. Вобаста ба намуди табдилдиҳии энергия, нерӯгоҳҳои барқӣ асосан ба шамолий, ҳароратӣ, обӣ ва атомӣ тақсим мешаванд.

Дар нерӯгоҳҳои ҳароратӣ манбаи энергия сӯзишворихои 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 (НБҲ) роторҳои генераторҳо турбинаҳои бугӣ ва газӣ ё ҳаракатдиҳандаҳои дарунсӯз ҷарҳ мезанонанд. Наварди турбина ба наварди генератор саҳт пайваست аст.

Коэффитсиенти кори фойданоки НБҲ то 40% мерасанд, ки ин зиёди энергияи истифоданашударо буги кор иҷро карда бо ҳуд мебарад.

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

Коэффитсиенти кори фойданоки НБҲМ то 60–70% мерасад.

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

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

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

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 Норақ (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 мекунанд.

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, чунки ҳангоми ҷоришавӣ ҷараёни электрикӣ симҳоро гарм мекунанд.


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

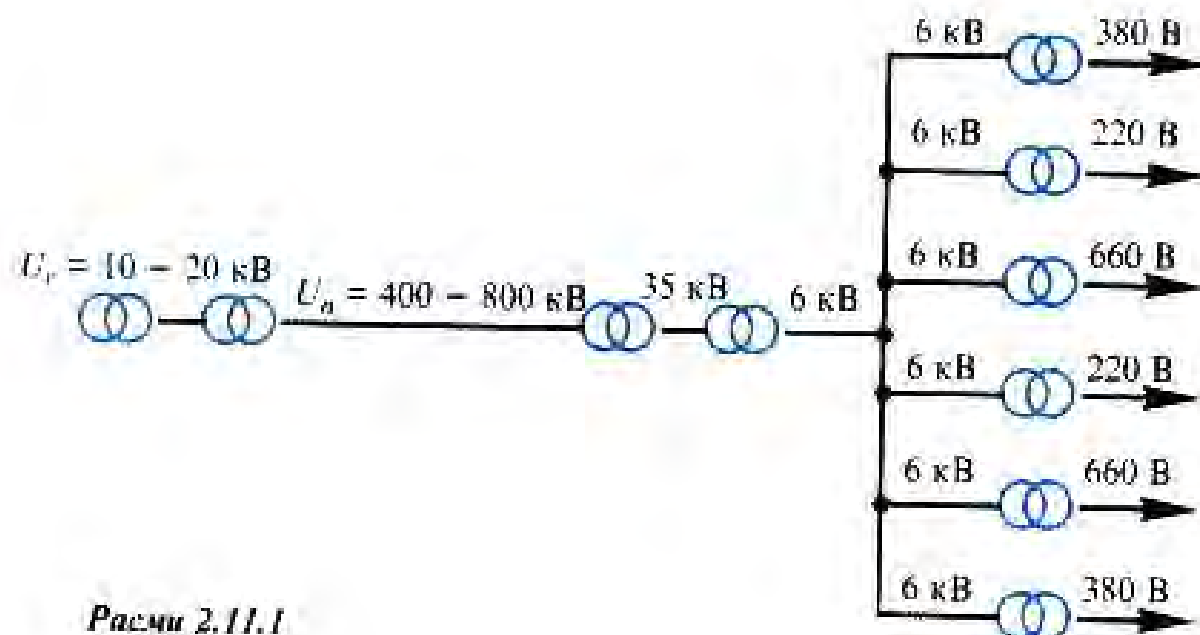
$$Q = I^2 R t,$$

дар ин ҷо R – муқовимати симҳо мебошад.

Мувофиқи ин формула барои кам кардани миқдори гармии ҷудошуда муқовимати симҳо ва қувваи ҷараёниро кам кардан лозим аст. Барои ҳамин масоҳати буриши қундалангии симҳоро зиёд замудан лозим аст, ин бошад ба афзоиши массаи онҳо оварда мерасонад ва ин ба душвориҳои техникӣ нисбати кашидану овехтани онҳо меорад, инчунин аз ҷиҳати иқтисодӣ нархи симҳои электргузарон гарон меафтад.

Бинобар ин, дар амалия ҳангоми нақли энергияи электрикӣ қувваи ҷараёниро кам менамоянд. Барои собит нигоҳ доштани қавоии ҷараён қувваи ҷараёниро кам намуда, шиддати дар хати нақл зиёд мекунанд.

Барои нақли энергияи электрикӣ ба масофаҳои хеле калон шиддатро садҳо киловольт зиёд менамоянд. Масалан, энергияи электрикии НБО-и Норақ ба заводи алюминии шахри Турсунода бо шиддати 500 кВ нақл карда мешавад. Генераторҳои ҷараёни рағбирёбанда 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 электрнаккунанда аз се ё чор ноқилҳо иборатанд.

Истеъмолкунандагони асосии энергияи электрикӣ саноати чумхурӣ, 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 ҳаман дастгоҳҳо бо ёрии ҳаракатдиҳандаҳои электрикӣ ба кор дароварда мешаванд. Инчунин дар саноат як қисми энергияи электрикӣ барои корҳои технологӣ (кафшеркунӣ, гармкунӣ ва гудохтани металлҳо, электролиз ва ғайраҳо) истифода мешаванд.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Энергияи электрикӣ дар кучо истеҳсол мекунанд?
2. Нерӯгоҳҳои барқӣ чанд намуд мешаванд?
3. Нерӯгоҳҳои барқӣ аз кадом қисмҳо иборатанд?
4. Дар нерӯгоҳҳои барқии ҳароратӣ роторҳои генераторҳо чӣ ба ҳаракат мебарорад?
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 электрикӣ аз нерӯгоҳҳои барқӣ ба истеҳсолкунандаҳо нақл мекунанд?
8. Барои нақли энергияи электрикӣ дар кучо аз трансформаторҳои баландкунанда истифода мебаранд?
9. Энергияи электрикӣ дар кучо истифода мебаранд?
10. Дар рӯзгордорӣ кадом асбобу дастгоҳҳо бо энергияи электрикӣ кор мекунанд, номбар кунед.

2.12. Тараққиёти истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

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

Энергияи электрикӣ нисбат ба дигар намудҳои энергия чунон бартариро дорад:

1) онро бе талафёбии қалон 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 қараёни электрикӣ диққати ҷиддӣ дода шуда истодааст. Дар ҷумҳурӣ нерӯгоҳи пуриктидори барқии обии Норақ, нерӯгоҳҳои барқии обии Сарбанд, Варзоб, Байғозӣ, Помир энергияи электрикӣ истеҳсол мекунанд.

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

Дарёҳои тезқараёни Тоҷикистон манбаи бузурги офаришти нерӯгоҳҳои барқии обӣ ва манбаи тараққибахши саноат ба шумор мераванд.

Нақши нерӯгоҳҳои барқии обӣ дар пешрафти иқтисодиёт ҳале қалон 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, Норақ, Байғозӣ сохта шуданд.

Асоси маҷмӯи пуриктидори гидроэнергетикӣи Тоҷикистонро НБО-и Норақ ташкил мекунанд, ки тавоноии он ба 3000 МВт 61

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

НБО-и Роғун ва Сангтӯда баъди сохтани 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 электрикӣ дар нерӯгоҳҳои барқии гармӣ (азовӣ)-и дар шаҳрҳои Душанбе ва Ёвон буда истехсоли 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 электрикӣ 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 карда истодаанд.

Барои самарабахш истифода бурдани иқтисодии 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, Хинғоб, Сурхоб, Зарафшон, Яғноб, Фои зарур мебошад.

Ояндаи энергетикаи тоҷик хеле бузург аст, чунки иқтисодии энергетикӣ дарёҳои Панҷ, Вахш, Қофарниҳон, Хинғоб, Ғунд, Бартанг, Фои 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-соатро ташкил менамояд.

Ақсарияти минтақаҳои кишварамон талабот ба сохтани нерӯгоҳҳои хурди барқии обӣ доранд. Дарёҳои кӯҳӣ ва тезҷараёни ҷумҳурӣ имконият медиҳанд, ки дахҳо 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 иқтисодӣ хеле нафърасонанду дар муддати кӯтоҳ сохтани авандаанд 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.

САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Энергияи электрикӣ нисбат ба намудҳои дигар энергия чӣ гуна бартарӣҳо дорад?
2. Барои сохтани нерӯгоҳҳои барқии обӣ аз кадом дарёҳо дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурдан мумкин аст?
3. Аввалин нерӯгоҳи барқӣ дар Тоҷикистон кай сохта шудааст?
4. Дар ҷумҳурӣ дар кадом нерӯгоҳҳои ҳароратӣ энергияи электрикӣ истеҳсол карда мешавад?
5. Дар оянда дар ҷумҳурӣ аз ҳисоби кадом намуди нерӯгоҳҳои барқӣ истеҳсоли энергияи электрикӣ зиёд кардан мумкин аст?

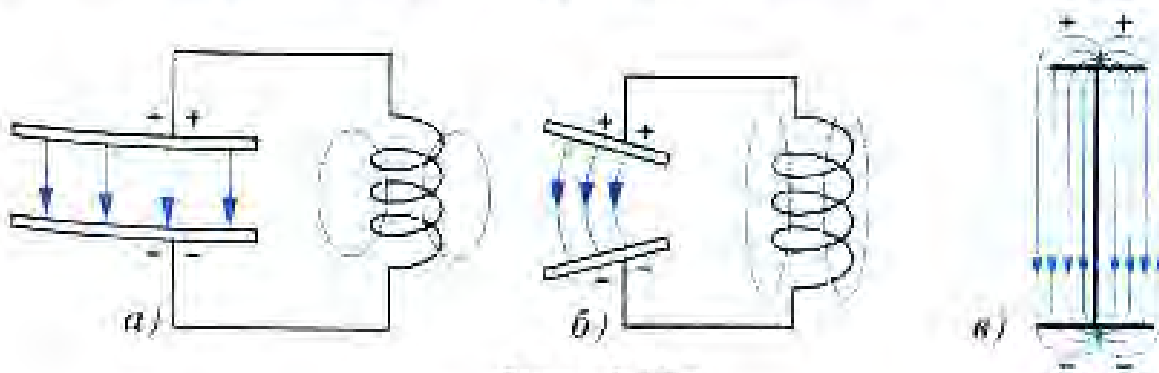
2.13. Тасаввурот дар бораи қабул ва нақли мавҷи электромагнитӣ

Дар контури лаппиш (расми 2.13.1, *а*) майдони магнитии тағйирёбанда асосан дар галтак марказонида шуда, майдони электрикӣ дар байни рӯяхон конденсатор мавҷуд мебошад.

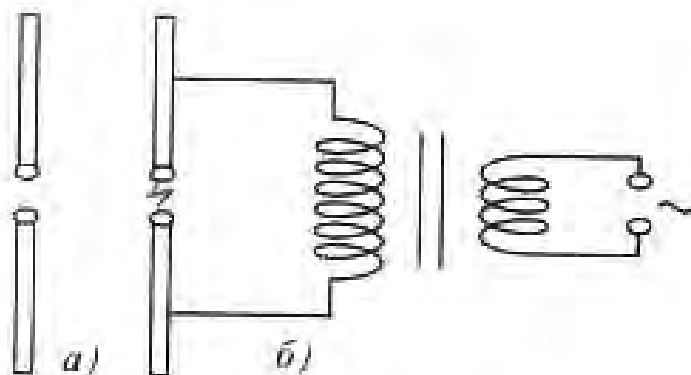
Ин гуна контурро контури пӯшида меноманд ва он қариб мавҷи электромагнитиро дар фазо паҳн намекунад.

Барои ҳосил кардани мавҷҳои электромагнитӣ Ҳерте дастгоҳи оддиро истифода намуд, ки он вибратори Ҳерте ном дорад.

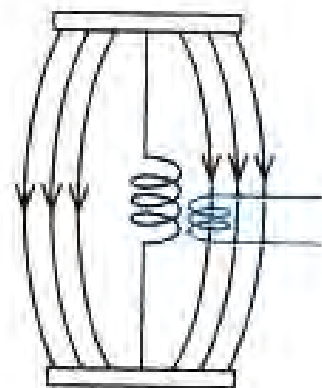
Вибратори Ҳертсро контури кушодаи лаппиш меноманд. Ҳангоми лавҳаҳои конденсаторро аз ҳамдигар дур ва печакҳои галтакро кам кардан аз контури пӯшида контури кушодаи лаппиш ҳосил мешавад (расми 2.13.1, *б*). Яъне контури кушодаи лаппиш аз сими рост иборат мешавад (расми 2.13.1, *в*). Дар вибратори Ҳерте басомади лаппишҳо хеле калон мебошад. Барои дар вибратори Ҳерте барангехтани лаппишҳо симро аз мобайнаш мебуранд ва дар он фосилаи хурди ҳавоӣ ҳосил мешавад (расми 2.13.2, *а*). Ҳангоми ҳарду ноқилро бо манбаи шиддатҳои баланд заряднок намудан (расми 2.13.2, *б*) аз ягон қимати муайяни шиддати байни онҳо сар карда дар байни нӯгҳои ноқилҳо шарора пайдо гардида, занҷир сарбаста мегардад ва дар контури кушод лаппишҳо ба амал меояд.



Расми 2.13.1



Расми 2.13.2



Расми 2.13.3

Ин лапшиҳо ба намуди мавҷи электромагнитӣ дар фазо паҳн мегарданд.

Ҳерте бо ёрии вибратори худ бо ҳамин усул мавҷҳои электромагнитӣ ҳосил намуд. Мавҷҳои электромагнитиро дар вибратори

Ҳерте лапшиши адади ниҳоят калони электронҳои ботартиб ҳаракаткунанда ба вуҷуд меоранд.

Дар замони ҳозира барои дар контури кушод ҳосил кардани лапшишҳои ҳомӯшнашаванда онро ба галтаки контури лапшиши генераторҳои баландбасомад ба таври индуктивӣ алоқаманд менамоянд (расми 2.13.3). Ин имконият мебахшад, ки дар контури кушод лапшишҳои электромагнитӣ бефосила ба амал ояд.

Ҳерте инчунин бо ёрии вибраторҳои дигар, ки сохти онҳо ба вибратори афканандаи мавҷҳои электромагнитӣ монанд буд, қабули мавҷҳои электромагнитиро ба қайд гирифт. Вибратори афканандаи мавҷҳои электромагнитиро антенна менаманд. Мавҷҳои электромагнитӣ аз антенна ба ҳама тарафҳо паҳн мегардад. Ин мавҷҳо ба вибратори қабулкунӣ расида, дар он лапшишҳои электрикӣ ҳосил мекунанд, ки басомадҳои ба басомади мавҷи электромагнитӣ баробар аст. Вибратори қабулкунандаи мавҷҳои электромагнитиро антеннаи қабулкунӣ низ менаманд. Ҳодисаҳои афканишот ва қабули мавҷҳои электромагнитӣ асоси радиоалоқа, кино, алоқаҳои коинотӣ ва ғайраҳо ро ташкил менамоянд.



Ҳенрих Ҳерте
(1857–1894) – физики барҷастаи олмон. Ӯ соли 1886 аввалин шуда, дар таҷриба мавҷи электромагнитиро ҳосил кардааст. Мавҷҳои электромагнитиро тадқиқ карда, Ҳерте монандии ҳосиятҳои асосии мавҷҳои электромагнитӣ ва мавҷҳои рӯшноиро муқаррар кард. Корҳои Ҳерте исботи таҷрибавии дуруст будани назарияи майдони электромагнитӣ, аз он ҷумла, назарияи электромагнитии рӯшноӣ мебошад. Соли 1886 Ҳерте бори аввал ҳодисаи фотоэффектро мушоҳида кардааст.

САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

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 вучуд 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 бозғимоди кайдкунии мавҷҳои электромагнитиро пешниҳод намуд ва онро барои радиоалоқа истифода бурд.

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

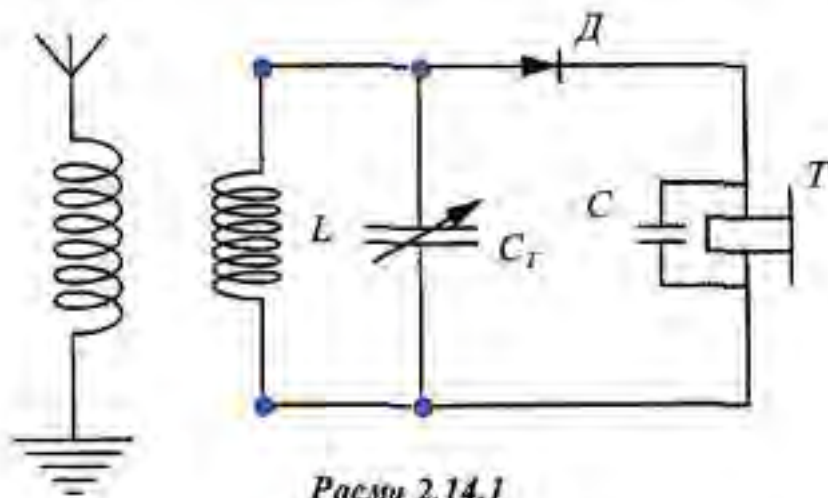
Барои навиштани хабарҳои додасуда соли 1896 А.С. Попов дар радиоприёмники худ аз дастгоҳи телеграфӣ истифода намуд. Ӯ барои қабули мавҷҳои электромагнитии дарознашон муайян аз ҳодисаи резонанс истифода бурд.

Дар радиоприёмникҳо мавҷи электромагнитии аз стансияҳои радио афкандаро қабул намуда, аз он маълумоти додасударо 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 ба 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).

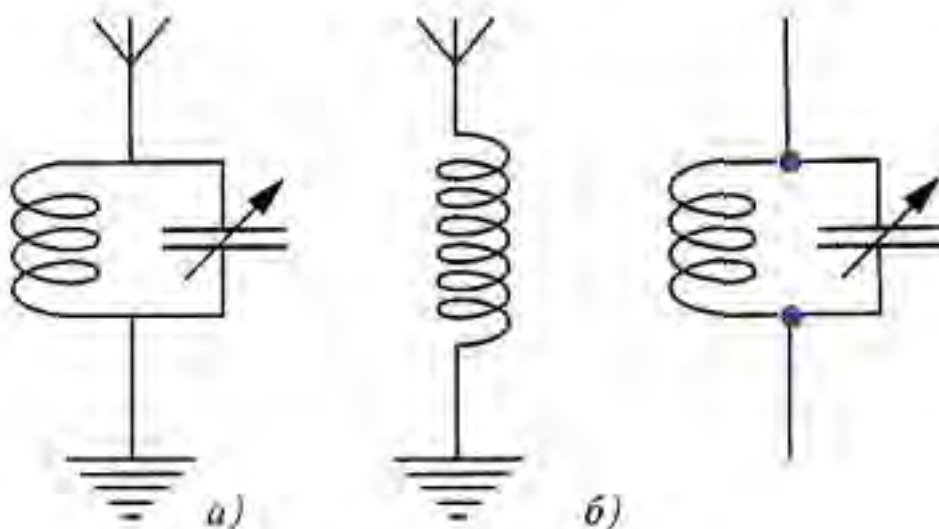
Радиоприёмники соддатарин аз контури лапшиши бо антенна алоқаманд ва контури аз детектору телефон тарғибёфта иборат аст. Радиоприёмникҳои соддатаринро инчунин радиоприёмникҳои детекторӣ низ меноманд.

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 лапшиш ё бевосита (расми 2.14.2, а), ё ба таври индуктивӣ (расми 2.14.2, б) алоқаманд менамоянд.

Лапшишҳои басомадашон гуногуни дар антенна баамалоянда дар ғалтаки контур L лапшишҳои хеле зиёди басомадашон гуногунро бедор менамоянд.

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



Расми 2.14.2