

Физика пәнінен
оқу-әдістемелік кешені

дайындаған Молдахаликова А.В.

Мазмұны

Теориялық материал

1 Бөлім. Механика.....	2
2 Бөлім. Жылу физикасы.....	19
3 Бөлім. Электр және магнетизм.....	25
4 Бөлім. Электромагниттік тербелістер.....	32
5 Бөлім. Электромагниттік толқындар.....	36
6 Бөлім. Оптика.....	40
7 Бөлім. Салыстырмалы теорияның элементтері.....	48
8 бөлім. Кванттық физика.....	50
9 Бөлім. Нанотехнология және наноматериалдар.....	53
10 бөлім. Космология.....	56
Зертханалық жұмыстар.....	58
Аралық бағалау.....	69
Тарау бойынша есептер.....
Негізгі формулалар, тұрақты шамалар.....

1 Бөлім. Механика

1.1 Кинематика. Механикалық қозғалыстың көмегімен сипаттамалары. Қозғалыс түрлері

Дәрістің мақсаты: Физика мен техника арасындағы байланысты көрсету. Қозғалыстың негізгі түрлерін көрсету.

Дәріс жоспары:

Кіріспе. 1. Материялдық нүктенің кинематикасы

2. Материялдық нүктенің динамикасы

Классикалық механиканың физикалық негіздері

Классикалық механика немесе Ньютон механикасы денелердің немесе дене бөлшектерінің бір-біріне қатысты орын ауыстыруын оқиды. Механиканы екі бөлімге бөлуге болады: кинематика мен динамикаға.

Кинематика қозғалысты қамтамасыз ететін себептерді еске алмайтын дене қозғалысын оқиды.

Динамика қозғалыстың сипатына қарай (денелердің өзара әсерлесумен) себептермен байланысты дене қозғалысын оқиды.

Егер кей бір дененің қозғалысын қарастырамыз десек, онда ол қандай денелер қатысты біз оны қарастырамыз екенің көрсету керек. Одан басқа бұл қозғалысты қарастыру үшін уақытты да анықтау керек.

Бір-біріне қатысты қозғалмайтын денелер және қозғалыс уақытты өлшейтін жиынтығы қатысты қарастырылған дене қозғалысы *санақ жүйені* құрады.

Қозғалысты сандық ұсыну үшін мүмкіндік алу үшін санақ жүйені құратын денелермен кейбір жүйені байланыстыру керек; мысалы: декарт жүйе координаттар.

Материялдық нүктенің кинематикасы.

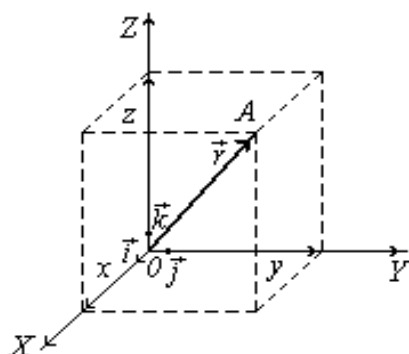
Материялдық нүкте – берілген есептің жартында дененің өлшемдерін ескермеуге болатын денені атайды. Материялдық өз қозғалысы кезінде із қалдырады, оны траектория деп атайды. Траекторияның формасына байланысты түзу сызықты, шеңбер бойымен, қисық сызықты қозғалысты ажыратады.

Жүрілген жол – траекторияның бойымен 1 және 2 нүктелер арасындағы ара қашықтық



Орын ауыстыру - 1 нүктеден 2 нүктеге өткізілген түзу сызық

Материялдық нүктенің қозғалысын жазу үшін үш тәсіл бар: координаттық, векторлық, табиғи.



1) Координаттық тәсіл:

Егер координаталары (X, Y, Z) декарт жүйесімен санақ жүйені салыстырсақ, онда (x, y, z) координаттар көмегімен материялдық нүктенің орнын анықтауға болады. Егер $x(t), y(t), z(t)$ функцияларды білсек, онда қозғалыс траекториясын біз анықтай аламыз.

Векторлық тәсіл:

Бұл жағдайда санақ жүйесінде тек қана санақ басын O нүктесін ғана іріктеу жеткілікті. A нүктенің қалпы \vec{r} векторымен анықталады, оны санақ басынан берілген A нүктеге өткізеді. Осы векторды

\vec{r} радиус-вектор деп атайды. Қозғалыс траекториясы $\vec{r}(t)$ функциясымен анықталады. Осыдан векторлық тәсіл ең тиімді екені көрініп тұр, ол $\vec{r}(t)$ тек қана бір функцияның анықтауын ғана қажет етеді, бірақ уақыттан векторлық функциямен. Как мы видим векторный способ описания движения более экономный, поскольку требует определения одной функцией $\vec{r}(t)$, правда, векторной функции от времени t .

Осы екі тәсіл арасындағы байланысты анықтау үшін X, Y, Z осьтері бойынша бағытталған $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ сәкес үш бірлік –орт векторларды енгіземіз. Сонда, суреттен көрініп тұрғандай,

$$\vec{r} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k},$$

Ал \vec{r} радиус-вектордың модулі мынаған тең болады

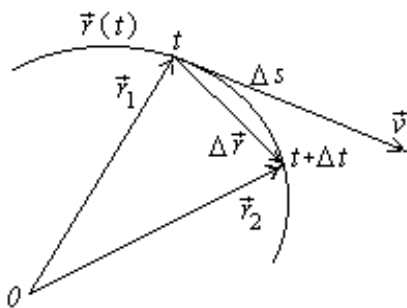
$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

3) Табиғи тәсіл:

Материалдық нүктенің қозғалысын табиғи тәсілі бойынша жазған кезде материалдық нүктенің траекториясын білу керек.

Онда материалдық нүктенің қалпы уақыттын әр бір мезетінде $s(t)$ жүрілген жолдың функциясымен беріле отырады.

Материалдық нүктенің қисық сызықты қозғалыс кезіндегі жылдамдығы



Материалдық нүкте $\vec{r}(t)$ траектория бойымен қозғалатынын болсын және ол t уақыт мезетінде r_1 радиус-векторымен жазылатын 1 нүктеде орналасқан болсын. Келесі жақын $t + \Delta t$ уақыт мезетін қарастырайық. Бұл уақыт мезетінде материалдық нүкте 2 нүктеде орналасқан болады, және оның

қалпы r_2 радиус-векторымен жазылады. Сонда $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ Δt уақыт мезетіндегі

материалдық нүктенің орын ауыстыруы болады да, $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ шама траекторияның $1 \rightarrow 2$

участкесіндегі орташа жылдамдығын ұсынады. Лездік жылдамдықты \vec{v} $t \rightarrow 0$ кезіндегі шек арқылы табамыз, яғни \vec{r} радиус-векторының тұындысы сияқты.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}} \text{ - материалдық нүктенің қисық сызықты қозғалыс}$$

кезіндегі жылдамдық.

Суреттен \vec{v} жылдамдық траекторияның жанамасы бойынша бағытталғанын көруге болады. Осыдан әрі $\Delta t \rightarrow 0$ $\Delta r \rightarrow \Delta s$ кезінде жылдамдықтың модулі жүрілген жолдың уақыт бойынша алынған туындысына тең екені шығады.

$$v = \frac{ds}{dt} \text{ -}$$

жылдамдықтың модулі..

Қандай да болсын вектор сияқты \vec{v} жылдамдық векторын да проекция арқылы өрнектеуге болады.:

$$\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k} \quad - \text{жылдамдық векторының модулі.}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Материалдық нүктенің қисық сызықты қозғалыс кезіндегі үдеуі.

Механикада қозғалыстың тағы бір маңызды сипаттамасы – үдеуі деп аталатын енгізіледі, яғни \vec{v} жылдамдық векторының уақыт бойынша тез өзгеретіндігін сипаттайтын шама:

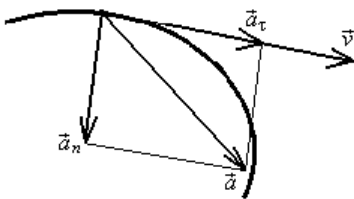
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}} \quad - \text{қисық сызық қозғалыс кезіндегі материалдық нүктенің қозғалысы.}$$

\vec{v} Жылдамдықтың анықтамасын ескере отырып, \vec{a} - үдеуі дегеніміз \vec{r} радиус-векторының уақыт бойынша алынған екінші ретті туындысы аталады (екі нүкте екінші ретті туынды дегенді білдіреді). Үдеуді координаталық ұсыныспен жеңіл байланыстыруға болады:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k} \quad - \text{үдеуі векторының модулі.}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

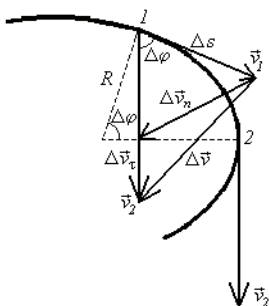
Үдеуді табиғи тәсіл бойынша ұсынуға ең тиімді екен.



Жалпы жағдайда қисық сызықты қозғалыс \vec{a} үдеуі \vec{v} жылдамдыққа кейбір бұрыш жасай бағытталады. \vec{a} векторды екі вектордың қосындысы мен ұсынуға болады, яғни бір вектор жылдамдық вектор бойымен, яғни жанама бойымен, ал екіншісі траекторияға осы нүктеге нормаль бойымен $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$.

Осы үдеудің екі құраушысы мынадай аттар алады: \vec{a}_τ - тангенциаль үдеу, \vec{a}_n - нормаль үдеуі.

Енді \vec{a}_τ және үшін анықтамалар беруге кірісеміз. Ол үшін $\vec{r}(t)$ траекторияны кескіндеміз және тағы екі жақын уақыт t және $t + \Delta t$ мезетті аламыз.



Осы t_M уақыт мезетінде материалдық нүкте 1 нүктеде орналасқан және оның жылдамдығы v_1 тең болған, ал $t + \Delta t$ – уақыт мезетінде 2 нүктеде және оның жылдамдығы v_2 болған. За время Δt уақыт мезетін жылдамдық векторы сан жағынан да бағыты жағынан да өзгереді. $\Delta \vec{v}$ анықтау

үшін \vec{v}_2 векторды I нүктеге орналастырамыз, және $\Delta \vec{v}$ -ні , $\Delta \vec{v}_n$ және $\Delta \vec{v}_\tau$ векторлар қосындысы ретінде ұсынуға болады. Бұл кезде $\Delta v_\tau = v_2 - v_1$ жылдамдықтың модулі.

$$\Delta \vec{v} = \Delta \vec{v}_\tau + \Delta \vec{v}_n.$$

Үдеудің анықтамасы бойынша :

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_\tau}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_n}{\Delta t} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n.$$

Құрылыстан , $\Delta v_\tau = \Delta v$ және и модуль вектора \vec{a}_τ векторының модулі жылдамдық векторының модулінен уақыт бойынша алынған туындысы болып шығады,яғни $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ - қисық сызық қозғалыс кезіндегі тангенциал үдеуі.

\vec{a}_n векторының модулін табу үшін, қосымша мынадай құрылыс жасаймыз I және 2 нүктелерден траекторияға нормаль өткіземіз және $1-2$ траекторияның жеткілікті аз бөлігін радиусы R шеңбердің доғасы деп есептейміз. Сонда $\Delta s = R\Delta\varphi$, осыдан мынау шығады

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta s}{R} .$$

$\Delta\varphi$ бұрышты біле отырып , $\Delta \vec{v}_n$ векторының модулін табуға болады :

$$\Delta v_n = v_1 \Delta\varphi = \frac{v_1 \Delta s}{R}$$

Векторының анықтамасына оралып a_n ,табамыз

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_1 \Delta s}{R \Delta t} = \frac{v^2}{R}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

- қисық сызықты қозғалыс кезіндегі нормаль ,

мұндағы R - траектория қисығының радиусы .

Екі жағдайды қарастырайық:

Материалдық нүктенің шеңбер бойымен бірқалыпты қозғалысы : $v = const$.

Сонда тангенциаль үдеуі нольге тең және толық үдеуі нормаль үдеуге тең, яғни центрге тартық үдеуіне тең:

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0; a = a_n = \frac{v^2}{R}$$

Материалдық нүктенің түзу сызықты қозғалысы:

Бұл жағдайда траекторияның қисықтық радиусы шексіздікке тең болады да, нормаль үдеуі нольге тең болады. Толық үдеуі тангенциаль үдеуге тең болады да, қозғалыс бағытымен бағытталады :егер $a > 0$, қозғалыс бағытымен по направлению движения, егер $a < 0$, қозғалыс бағытына қарсы бағыт бойымен бағытталады.

$$R = \infty \Rightarrow a_n = \frac{v^2}{R} = 0$$

$$a = a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

Қатты дененің айналмалы қозғалыстың кинематикасы

Абсолюттік қатты дене деп берілген есептің шарты бойынша деформациясын ескермеуге болатын денені атайды. Қатты дененің қандай да болсын қозғалысын екі негізгі түрге жіктеуге болады:-ілгерілемелі және айналмалы.

Ілгерілемелі қозғалыс –қозғалыстағы денемен байланысты қандай да болсын түзу сызық өзіне өзі параллель болып қалатын қозғалыс.

Айналмалы қозғалыс – дененің барлық нүктелері шеңберлер сызатын және олардың центрлері *айналу осі* деп аталатын бір түзудің бойында жататын қозғалыс.

Қатты дененің айналысы оған t уақыт кезінде дененің бұрылған $\varphi(t)$ бұралу бұрышымен жазылады. Дененің белгілі бір φ бұрышқа бұрылуын, ұзындығы φ -ге тең бөлік көмегімен, ал бағыты бұрылыс жасалатын ось бағытымен сәйкес келетін мен беруге болады. Бұрылыс бағыты және оны кескіндейтін бөлік *оң винт ережесімен* байланысқан, яғни бөлік бағыты сондай болу керек, қандай оған қарағанда сағат тілшенің жасалатын бұрылысындай. Шекті бұрыштарға бұрылуы параллелограмм ережесі бойынша емес қосылады сондықтан да олар векторлар болмайды. Және өте аз $\Delta\varphi$ бұрыштарға бұрылыс кезінде басқаша болады. Бұл кезде екі бірдің соңынан бір $\Delta\varphi_1$ және $\Delta\varphi_2$ бұрылыс жасалған кезінде $\Delta\varphi_3$ бұрылыс сияқты дененің әр бір нүктелері осындай орын ауыстыруларын қамтамасыз етеді, $\Delta\varphi_3$ бұрылыс $\Delta\varphi_1$ және $\Delta\varphi_2$ ден параллелограмм ереже бойынша қосындысынан анықталатындай, яғни өте азғантай бұрылыстар $\vec{\Delta\varphi}$ векторлар сияқты қарастыруға болады және біздің жағдайда

$$\vec{\Delta\varphi_3} = \vec{\Delta\varphi_1} + \vec{\Delta\varphi_2}.$$

Векторлық шаманы еңгіземіз

$$\vec{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta\varphi}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} - \text{айналмалы қозғалыстың бұрыштық жылдамдығы,}$$

мұндағы Δt - $\Delta\varphi$ бұрылыс жасалатын уақыт. Бұрыштық жылдамдық ω 1 секунд ішінде радиан өлшем бірлігімен өлшенеді $[\omega] = 1 \text{ радиан/с} = 1 \text{ с}^{-1}$.

Бұрыштық жылдамдық $\vec{\omega}$ дене айналмалы қозғалыс жасайтын айналмалы осі бойымен бағытталады оң винт ережемен анықталатын бағыт бойынша. Бұрыштық жылдамдықтың модулі мынаға тең $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$.

Тұрақты бұрыштық жылдамдықпен жасалатын айналыс *бірқалыпты айналыс* деп аталады. Егер айналыс бірқалыпты болса, онда $\omega = \frac{\varphi}{t}$, мұндағы φ - t уақыт мезетіндегі айналыстың шекті

бұрышы. Бір қалыпты айналмалы қозғалысты *айналу периоды* мен сипаттауға болады- T – дененің бір толық айналысқа кеткен уақыт, яғни дене бұл уақытта 2π бұрышқа бұрылады. Сонда

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ осыдан } T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Бірлік уақыт ішіндегі айналыс саны айналыс жиілігі деп аталады n :

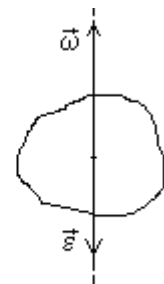
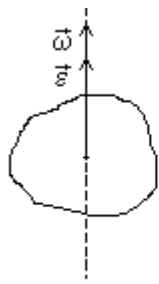
$$n = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi n - \text{бұрыштық жылдамдықтың айналыс жиілігімен байланысы.}$$

Вектор $\vec{\omega}$ вектор дененің ось айналасында жылдамдықтың өзгерісімен сонымен бірге кеңістікте айналу осінің айналуымен өзгере алады. Δt уақыт өткен соң $\vec{\omega}$ вектор

$\Delta\vec{\omega}$ өсімшесін алатын болсын. Бұрыштық жылдамдықтың уақыт өтуіне сәйкес өзгерісі бұрыштық үдеуі деп аталатын шамамен сипатталады және мынамен анықталады:

$$\vec{\varepsilon} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} - \text{айналатын дененің бұрыштық үдеуі.}$$

Бұрыштық үдеуі ε 1 с^{-2} - тағы радианмен өлшенеді, яғни $[\varepsilon] = 1 \text{ радиан/с}^2 = 1 \text{ с}^{-2}$.



үдемелі қозғалыс

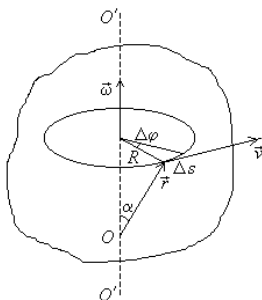
- кемімелі қозғалыс

Егер айналу осі қозғалыссыз болса, онда бұрыштық үдеуі айналу осі бойымен бағытталады. Бұл кезде екі жағдай мүмкін болады:

бірқалыпты және бірқалыпты айнымалы қозғалыстардың кейбір жағдайларында түзу сызықты қозғалыстың түзу сәйкес келетін сызықты ілгерілемелі қозғалысымен аналогиясын өткізуге болады.

Ілгерілемелі қозғалыс	Айналмалы қозғалыс
$a = 0$	$\varepsilon = 0$
$v = const$	$\omega = const$
$s = vt$	$\varphi = \omega t$
-----	-----
$a = const$	$\varepsilon = const$
$v = v_0 + at$	$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$
$s = v_0 t + at^2/2$	$\varphi = \omega_0 t + \varepsilon t^2/2$

Айналатын дененің кейбіреулері әр түрлі сызықтық \vec{v} жылдамдықтарына ие болады. Нүктелерінің әр біреулері өз бағытын үздіксіз өзгертіп отырады. v жылдамдықтың шамасы дененің айналудың жылдамдығымен ω және қарастырылып тұрған нүктенің айналу осіне дейінгі қашықтығымен R анықталады. Кейбір Δt өте аз уақыт мезетінде дене $\Delta\varphi$ бұрышына бұрылған болсын. Осыдан R қашықтықта орналасқан нүкте $\Delta s = R\Delta\varphi$ жол жүріп өтеді. Нүктенің сызықтық жылдамдығы мынаған тең болады:



$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} R \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = R \frac{d\varphi}{dt} = R\omega,$$

яғни $v = \omega R$. (1)

Енді \vec{v} және $\vec{\omega}$ векторларын байланыстыратын өрнекті табамыз. Қарастырылып тұрған дене нүктенің қалпын \vec{r} радиус-вектормен анықтаймыз. Суретте көрсетілгендей, $R = r \sin\alpha$, және (1) формула мынадай түрге келтіріледі $v = \omega r \sin\alpha$,

Осыдан мынау шығады:

$$\vec{v} = [\vec{\omega} \vec{r}] - \text{қатты дене үшін сызықтық және бұрыштық үдеулердің байланысы.}$$

Айналатын дененің бірыңғай нүктесінің үдеуін мына қосынды түрде ұсынамыз $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$. a_n нормаль үдеуі мынаған тең болады:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R .$$

a_τ тангенциаль үдеуі мынаған тең болады $a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d\omega}{dt} R = \varepsilon R .$

a толық үдеуі мынаған тең болады:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} .$$

Бакылау сұрақтары

1. Материалдық нүкте дегеніміз не? Неге механикада мұндай үлгіні енгізеді?
2. Санақ жүйесі дегеніміз не?
3. Вектор орын ауыстыру дегеніміз не?
4. Қандай жылдамдықты бірқалыпты айнымалы және ілгерілемелі қозғалыс деп атаймыз?
5. Орташа үдеуге және орташа жылдамдыққа, лездік жылдамдық және лездік үдеуге анықтама беріңіз? Олардың бағыттар қандай?
6. Тангенциалды үдеу, нормальді үдеудің анықтамасын беріңіз? Олардың модулдері қандай?
7. Нормальді үдеудің әсерінсіз қозғалыс бола ма? Тангенциалды үдеуіңіз? Мысал келтіріңіз?
8. Бұрыштық жылдамдықтың және бұрыштық үдеудің анықтамасын беріңіз? Олардың бағыттарын қалай анықтайды?
9. Сызықтық және бұрыштық шамалардың арасындағы байланысты атап көрсетіңіз?
10. Қандай санақ жүйесі инерциалды деп атайды?
11. Неге санақ жүйесі Жермен байланысты, яғни қатан түрде айтқанда инерциалды емес?

1.2 Динамика. Классикалық механиканың заңдары

Дәрістің мақсаты: Ньютон заңдарын қарастыру

Дәріс жоспары:

1. Динамика.
2. Ньютон заңдары.

Динамика қозғалыстың сипатына қарай (денелердің өзара әсерлесумен) себептермен байланысты дене қозғалысын оқиды.

Классикалық механиканың негізінде 1687 ж Ньютонмен тұжырымдалған үш заң жатады.

Ньютонның бірінші заңы: *кез келген дене өзінің тыныштық күйін немесе бірқалыпты және түзу сызықты қозғалысын басқа денелер әсер еткенге дейін сақтайды..*

Ньютонның бірінші заңы барлық санақ жүйелерде орындала бермейді. Ньютонның бірінші заңы орындалатын санақ жүйелері *инерциалды санақ жүйелері* деп аталады. Инерциальдық санақ жүйелері өте көп. инерциалды санақ жүйесіне қатысты түзу сызықты және бірқалыпты (яғни, тұрақты жылдамдықпен) қозғалатын қандай да болсын жүйе де инерциалды болады.

Тәжірибелер көрсеткендей центрі Күн мен дәл келетін санақ жүйелері , оның осьтері жұлдыздарының сейкес іріктеп алынған болған бағыт бойынша бағытталса, оны *гелиоцентрленген санақ жүйе* деп атайды.

Әр бір дене өзінің күйін өзгертуге тырысады. Дененің осындай қасиетін *инерттілік* деп атайды. Денелердің немесе өрістерінің сандық сипаттамасына \vec{F} *күш* деп аталатын шама енгізіледі.

Берілген денеге басқа денелер жағынан әсер жасалса, онда дененің жылдамдығы өзгереді. Тәжірибелер көрсеткендей әр түрлі денелерге бірдей әсер тигізілетін кезде , бұл денелердің жылдамдықтарының әр түрлі өзгерістерін туғызады. Осы тәжірибелік фактісін жазу үшін *импульс* немесе *қозғалыс мөлшері* деп аталатын шама енгізіледі.

$$\vec{p} = m \vec{v}.$$

Ньютонаң екінші заңы: Дене импульстің өзгеріс жылдамдығы денеге әсер ететін күштердің геометриялық қосындысына тең:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Осыған дене импульсы үшін өрнекті қоя отырып $\vec{p} = m \vec{v}$, Ньютонаң екінші заңының тағы бір тұжырымдамасын аламыз:

Дене массасының үдеуіне көбейтіндісі денеге әсер ететін күштердің геометриялық қосындысына тең:

$$m \vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i - \text{Ньютонаң екінші заңы.}$$

Егер бір дене 1 екінші денеге 2 белгілі бір \vec{F}_{12} күшпен әсер етсе, онда екінші дене 2 де бірінші денеге 1 \vec{F}_{21} .

Ньютонаң үшінші заңы: Өзара әсерлесетін денелер бір біріне әсер күштері сан жағынан тең де бағыттары жағынан қарама қарс:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} - \text{Ньютонаң үшінші заңы.}$$

Үйкеліс күштері әсер ететін қозғалыстар.

Негізінен үйкеліс күштерді құрғақ және тұтқыр үйкеліс күштер деп бөледі. **Құрғақ беттер арасындағы үйкеліс күштер заңын** (құрғақ үйкеліс) түсіндіретін қанағаттанарлық теория жоқ. Бұл құбылысты жуықтап былай түсіндіруге болады. Дене беті әрқашан тегіс емес, кедір-бұдыр екенін көреміз. Екі дене түйіс-кенде бұл кедір-бұдырлар жергілікті қысымға (әрине, жанасу ауданы бойынша орташа қысымға да) тәуелді деформацияланады. Бұл деформациялар серпімді де, серпімді емес те болуы мүмкін. Динамикада құрғақ үйкелісті ескеру жылдамдыққа қарсы бағытталған үйкеліс күшін ескеруге келіп тіреледі. Бұл ретте тыныштық үйкелістің болуы екі қызық құбылыстың- іркілу және тайғақтау(занос) байқалуына себеп болады.

Серіппе тарапынан түскен әрекет күші нольге тең болмаған жағдайда дененің орта жайдан ауытқып барып тоқтауы және тұрып қалуы **іркілу құбылысы** деп аталады.

Ішкі үйкеліс күшінің шамасы сұйық ағысының v жылдамдығы бір қабаттан екінші қабатқа көшкенде қаншалықты шапшаң өзгеретіндігіне тәуелді және қарастырылып отырған сұйық қабаты бетінің S ауданы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым зор болады. Тұтқырлық- сұйықтар мен газдардың негізгі қасиеттерінің бірі. Тұтқыр сұйық денені орай аққанда жылдамдық артқан сайын ағыстың сипаты өзгеріп, ол құйынды ағысқа айналады. Сұйық орай аққан дененің бетінен бөлініп шыққан сұйық ағындары жеке құйындарға бөлшектенеді.

Француз физигі Г. Амонтон (1663-1705) және Ш. Кулон(1736-1806) тәжірибе жүзінде келесі заңды тұжырымдады: үйкеліс күші нормальді қысымға пропорциональ, содықтан бір дене келесі денеге өз әсерін тигізеді.

$$F_{mp} = k N,$$

мұндағы k -үйкеліс коэффициенті, N - тіреу реакциясының күші.

Үйкеліс күнделікті өмірде және техникада кеңінен қолданады. Үйкеліс күшінің радикалды түрде өзгертуіне тербелмелі сырғанау күшін (шарикті, подшипникті т.б.) қолданады. Тербелмелі сырғанау күші Кулон заңымен анықтайды:

$$\vec{F}_{mp} = \frac{k_k}{r} \vec{N},$$

Мұндағы, r — домаланған дененің радиусы; k_k — арнайы ұзындығы бар, тербелмелі күш коэффициенті. Кулон заңына байланысты тербелмелі сырғанау күшін домаланған дененің радиусына кері пропорционал.

И.Ньютон аспан денелерінің қозғалысын қарастыра отырып, Кеплердің және динамиканың негізгі заңдарына сүйен отырып бүкіләлемдік тартылыс таңын ашты. И.Ньютонның бүкіләлемдік тартылыс заңын былай тұжырымдалады: материялық нүктелер деп санауға келетін денелер бір-біріне модулі массаларының көбейтіндісіне тура пропорционал, ал ара қашықтығының квадратына кері пропорционал күшпен тартылады.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

мұнда m_1 және m_2 - денелер массалары; r - екі дене арасындағы қашықтық; G -барлық денелерге бірдей гравитациялық тұрақты деп аталатын пропорционалдық коэффициент. Үйкеліс күші әрқашанда тартылыс күші және түзу бағытталған. Сонымен қатар басқа денелерге өз әсерін тигізеді. Күш- вектор, сондықтан векторларға қолданған барлық амалдарды оған да қолдануға болады.

Жердің денені өзіне тартатын күші **салмақ күші** деп аталады. Салмақ күші Жер бетіне жуық орналасқан барлық денелерге әсер етеді. Егер барлық денелер бірдей Жерге құлап түсе бермейтін болса, ол дегеніміз олардың қозғалысын басқа денелер шектейді деген сөз, олардың тіреуіштермен, жіптермен, серіппемен, қабырғамен және т.б. шектелуі мүмкін. Жерге тартылуының әсерінен дененің байланысқа әсер ететін күші **салмақ** деп аталады. Дене салмағы денне тек бірқалыпты үдеумен қозғалған кезде денеге және оған салмақ күшіне басқа өзге күштер әсер еткенде байқалады. Егер денеге күш салмағынан басқа күш әсер етпесе ондай жағдайдағы дене салмақсыздық деп аталады. Сондықтан салмақ күші денеге әрқашанда өз әсерін тигізеді, ал салмақ денеге салмақ күшінен басқа күштер өз әсерін тигізгенде байқалады.

Бақылау сұрақтары

1. Күш дегеніміз не? Оны қалай анықтауға болады?
2. Ньютонның бірінші заңы екінші заңының жалғасы болып табыла ма? Неге?
3. Ньютонның үш заңын тұжырымдап беріңіз? Осы заңдар арасындағы байланысты ашып көрсетіңіз?
4. Үйкелістің физикалық қасиеті қандай? Құрғақ және тұтқыр үйкелістер арасындағы айырмашылық қандай? Тұтқыр үйкелістің қандай түрлерін білесіз?
5. Күштердің байланыссыз принципі неде?

1.3 Табиғат күштер. Механикадағы сақталу заңдары.

Дәрістің мақсаты: Сақталу заңдары универсальды және көптеген есептерді шығаруға көп көмегін тигізетігінде көрсету.

Дәрістің жоспары:

1. Сақталу заңдары және біртекті кеңістік
2. Импульс моментінің сақталу заңдары және изотропты кеңістіктегі байланысы.
3. Механикалық энергия және жұмыс.
4. Толық механикалық энергияның сақталу заңдары.
5. Сақталу заңдарының қолданылуы.

1. Ньютон заңдарына сүйене отырып, классикалық механикадағы есептерді шығаруға болады. Бірақ механикада физикалық шамаларды енгізуге болады, олар уақыт аралығында қандайда бір деңгейде сақталып қалады және оңай, әрі тез талдап, шешуге өз септігін тигізеді. Мұндай физикалық шама үшеу: импульс, энергия, момент импульсі. Сақталу заңдарына байланысты бұл физикалық шамалар кеңістікте және уақытқа байланысты. Материалдық нүктедегі жүйе тұйық болады, егер сыртқы күштері жоқ болған жағдайда немесе бірқалыпты әсер ететін күштер нөлге

тең болғанда: $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$.

Осы жүйеде $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$ - материалдық нүктенің жүйесіндегі импульстің сақталу заңдары

Егер материалдық нүктеде жүйе тұйық болып табылатын болса, онда жүйедегі импульстар қосындысы тұрақты болып қалады яғни уақыт аралығында сақталып қалады.

2. Момент импульсінің сақталу заңы изотропты кеңістік жүйесінде байқалады. Егер материалдық жүйедегі нүкте тұйық болып табылатын болса, онда $\sum_{i=1}^n \vec{M}_i = 0$ тең. Сондықтан оны момент

импульсінің заңы деп атайды. $\vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \dots + \vec{L}_n = \text{const}$ - Материалдық жүйедегі момент импульсінің сақталу заңы

Егер материалдық жүйедегі нүкте тұйық болса, онда жүйедегі момент импульсінің қосындысы тұрақты болып қалады.

3. Материалдық объектінің бір күйден екінші күйге көшкенде жұмыс істеу қабілетін **энергия** деп айтамыз. Табиғатта жұмыс істеу салдарынан материя қозғалысының формасы бір түрден екінші түрге өзгеріп отырады. Материалдық жүйенің қандай формада қозғалуына байланысты энергия да әр түрлі болады. Мысалы: механикалық, ішкі, электромагниттік т.б.

Энергия мен жұмыс ұғымдары бір-бірімен тығыз байланысты. Күштің орын ауыстыру бойымен бағытталған құраушысы неғұрлым көп, әрі күш түскен нүкте алысырақ жылжыса, онда ол шама соғұрлым үлкен болады. Бұл шама физикада **жұмыс** деп аталады. $dA = dE$.

Энергияның және жұмыстың өлшем бірлігі: $[W]=1$ Дж.

Механикалық энергияның екі түрі болады: кинетикалық және потенциалдық. F күші әсер ететін

Бір күштің әсерінен қозғалған материалдық нүктенің немесе дененің жылдамдығы өзгеріп отырады. Түсірілген күштің істеген жұмысы дененің жылдамдығының өзгеруіне байланысты. Бұл байланыс материалдық нүктенің **кинетикалық энергиясы** деп аталатын физикалық шама арқылы өрнектеледі. F күші әсерінен қозғалған материалды нүктені қарастырайық.

Жұмыс осы күштің материалдық нүктедегі кинетикалық энергиясын ұлғайтады. Аз мөлшердегі кинетикалық энергиян қарастырайық.

$$dW = dA = \vec{F} d\vec{r} = F_S ds = ma_\tau ds = m \frac{dv}{dt} ds = mv dv.$$

dW табу барысында Ньютонның екінші заңы қолданады. $F_S = ma_\tau$, сонымен қатар материалдық нүктенің жылдамдық модулі мынаған $\frac{ds}{dt} = v$ тең. Сонда dW мынадай түрде өрнектеуге болады.

$$dW = d\left(\frac{mv^2}{2}\right) \Rightarrow W = \frac{mv^2}{2} -$$

- материалдық нүктедегі кинетикалық энергияның қозғалысы.

$mv = p$ тең екенің біле отырып, осы мәнді m -ге көбейтіп және бөлсе, онда мынадай тұжырымдаманы алуға болады. $W = \frac{p^2}{2m}$ - материалдық нүктедегі кинетикалық және потенциалдық энергияларның байланысы. Абсолютті қатты денені материалды нүкте ретінде қарастыруға болады. Элементарлі массанын m_i сызықтық жылдамдығы мынаған тең $v_i = \omega r_i$, мұндағы r_i - массаның арақашықтығы. Ал элементарлі массанын кинетикалық энергиясын келеі теңдеуді арқылы шешіледі.

$$W_i = \frac{m_i v_i^2}{2} = \frac{m_i r_i^2 \omega^2}{2}$$

Айнымалы қатты дененің кинетикалық энергиясы кинетикалық энергиядан және оның бөлшектерінен тұрады.

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = \frac{1}{2} \omega^2 \sum_{i=1}^n m_i r_i^2, \quad I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

, где I - Қатты денің момент инерцисы .

Сонымен қозғалмайтын осынен айналатын кинетикалық энергиясы

мынаған тең. $W = \frac{I\omega^2}{2}$ **айнымалы қатты деннің кинетикалық энергиясы.**

Потенциалды энергия денелердің немесе олардың бөлшектерінің өзара орналасуы кезіндегі жұмыс қорымен өлшенеді.

$$dA = -dU - \text{жұмыс потенциал энергияның кемуіне тең.}$$

Кинетикалық және потенциал энергияның қосындыларына тең физикалық E шаманы толық механикалық энергия деп атайды.

$$E = W + U - \text{дененің толық механикалық энергиясы}$$

4. Дифференциалды потенциал энергия dU мынаған тең:

$$dU = -dA = -\vec{F} d\vec{r}.$$

\vec{F} күші— консервативті күш болса және басқа сыртқы күштер әсер етпесе, онда

$$dE = dW + dU = 0 \Rightarrow E = W + U = \text{const}, \text{ дененің толық механикалық энергиясы сақталып қалады.}$$

Механикалық жүйеде денеге тек консервативті күш әсер ететін болса, ондай жүйе **консервативті жүйе** деп аталады. **Консервативті жүйеде толық механикалық энергия тұрақты болып қалады.**

Жүйенің тағы бір түрін атап кетуге болады. Ол—**диссипативті жүйе**. Диссипативті жүйеде басқа энергия түрлерінің әсер етуінің барысында механикалық энергиясы бірте-бірте азая береді. Бұл құбылысты диссипациялы энергия деп атайды. Қатаң түрде айтқанда табиғаттағы барлық жүйелер диссипативті болып келеді.

Егер жүйеге үйкеліс күші әсер етсе, онда жүйеде толық механикалық энергиясы сақталмайды. **Энергия ешқашан жоғалмайды және қайтадан пайда болмайды. Ол тек бір түрден екінші түрге ғана ауысады.** Егер тепе-теңдік күйінде денелердің орын ауыстыру сәттерінде қайтымды күш сезілетін болса, онда бұл күйді **тұрақты тепе-теңдік күйі** деп атайды. Егер денелердің орын ауыстыру кезінде тепе-теңдік күйінде күш байқалатын болса және ол күш осы күйден өзгертуге бағытталса, онда бұл нүкте **тұрақсыз тепе-теңдік күйі** болып саналады.

5. Екі немесе оданда көп материалдық денелердің кеңістіктің салыстырмалы кішкентай аймағында салыстырмалы кішкентай уақыт аралығында өзара әрекетін **соқтығысу** деп атайды. Көбіне соқтығысуды **соққы** деп те атайды. Соққы кезінде әрекеттескен денелердің координаталары өзгермей импульстары өзгереді. Механикада соқтығысуға қатысқан денелер импульс моменттерімен және энергияларымен сипатталады, ал процестің өзі осы шамалардың өзгерістерімен бейнеленеді. Соқтығысулар өте күрделі процестер қатарына жатады. Мысалы, екі бильяр шарының соқтығысуы кезінде деформация қатар жүруі мүмкін. Бұған байланысты кинетикалық энергияның бір бөлігі деформацияның потенциалдық энергиясына ауысады. Ары қарай деформация энергиясы қайтадан кинетикалық энергияға ауысады.

Өзара әрекет кезінде бөлшектердің ішкі энергиясының өзгеру сипатына байланысты соқтығысулар процесін **серпімді және серпімді емес** деп екі топқа бөлуге болады. Осыған сәйкес соқтығысулардың екі шеткі түрі бар: **абсолютті серпімді және абсолют серпімді емес.**

Егер соқтығатын денелер $\varepsilon=0$ тең болса, онда ондай соқтығысуды **абсолют серпімді соқтығысу** деп атаймыз. **Абсолют серпімді** соқтығысу нәтижесінде әрекеттескен бөлшектердің ішкі энергиялары өзгермейді, яғни соқтығысуға дейін және кейін энергиялардың мәндері бірдей болады. Егер, $\varepsilon=1$ тең болатын болса, ондай соқтығысуды **абсолют серпімді соқтығысу** деп атайды. Ал, **абсолют серпімді емес** соқтығысуда механикалық энергия толығымен, не оның бір

бөлігі ішкі энергияға ауысқандықтан, соқтығысудан кейін денелер бірдей жылдамдықпен қозғалады немесе тыныштық қалыпта болады.

Абсолют серпімсіз соқтығысу кезінде шарлардың кинетикалық энергиясы қалай өзгертінді қарастырайық. Деформацияларға тәуелді емес, шарлардың жылдамдықтарына тәуелді күштері, үйкеліс күштері сияқты күштер соқтығысу кезінде шарлардың арасында пайда болады, сондықтан энергияның сақталу заңы орындалмау тиіс. Деформация кезінде кинетикалық энергияның «жоғалуы», жылулық және басқа энергиялар түрлеріне айналатын пайда болады. Бұл «жоғалуын» соқтығысуға дейінгі және соқтығысудан кейін энергиялар айырмасына тең болады:

$$\Delta W = \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} \quad \text{или} \quad \Delta W = \frac{m_1 \cdot m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1 - v_2)^2$$

Бақылау сұрақтары

1. Механикалық жүйедеп қандай жүйені айтады? Қандай жүйелер тұйық болып келеді? Ғаламшар тұйық жүйе болып санала ма? Неге?
2. Сақталу заңы неден тұрады? Қандай жүйеде ол орындалады? Неге ол табиғаттың тұрақты заңы болып саналады?
3. Кеңістікте қандай қасиеттермен импульстің сақталу заңы орындалады?
4. Жүйедегі материалдық нүктенің центрлік массасы деп нені айтады? Тұйық жүйенің центрлік массасы қалай қозғалады?
5. Момент импульсінің сақталу заңының физикалық маңызы қандай? Қандай жүйеде орындалады? Мысал келтіріңіз?
6. Момент импульсінің сақталу заңы кеңістіктегі симметрияның қандай қасиеттерін ашып көрсетеді?
7. Физикалық шамалар: энергия мен жұмыстың бір-бірінен айырмашылықтары қандай?
8. Айнымалы күштің жұмысын қалай табуға болады?
9. Шеңбер бойымен бір қалыпты қозғалған денеге әсер еткен барлық күштер қандай жұмыс атқарады?
10. Қуат дегеніміз не? Оның тендеуін шығарыңыз?
11. Өзіңізге белгілі механикалық энергиялардың анықтамасын және тендеуін шығарып беріңіз?
12. Күш пен потенциал энергия арасындағы ұқсастық?
13. Неге потенциал энергияның өзгеруі тек консервативті күш жұмыстарына қатысты?
14. Механикалық энергияның сақталу заңдары неден тұрады? Қандай жүйеде ол орындалады?
15. Механикалық энергияның сақталу заңдары орындалу үшін тұйық жүйенің шарттары орындалуы керек пе?
16. Энергияның айналуы және сақталу заңдарының физикалық қасиеті қандай? Неге ол табиғаттың тұрақты заңы болып саналады?

17. Механикалық энергияның сақталу заңдары уақыттың қандай қасиеттерімен ескертіледі?
18. Потенциал шұңқыр дегеніміз не? Потенциалды барьер дегеніміз ше?
19. Қисық потенциалды анализіне дененің қозғалысын қалай сипаттауға болады?
20. Тепе-теңдіктің тұрақты және тұрақсыз емес күйін сипаттап беріңіз?
21. Абсолют соққы мен абсолютті емес соққыдан айырмашылығы қандай?
22. Центірлік абсолют серпінді соққысынан кейінгі дене жылдамдығы қандай? Бұл шамалар қандай заңдардың тұжырымынан шыққан?

1.4 Статика. Күш моменті. Қатты дененің тепе-теңдікте болу шарттары

Дәрістің мақсаты: Статика негізгі

Дәрістің мақсаты:

1. Абсолютті қатты денелердің динамикалық анықтамасы.
2. Айнымалы қозғалыстың динамикалық теңдеуі.

1. Арақашықтары өзгермейтін материалдық нүктелер жүйесін **қатты дене** деп атайды. Қатты денелердің қозғалысын қарастырғанда абсолют қатты дене ұғымы енгізеді. Абсолют қатты дененің жеке бөліктерінің бір-бірімен салыстырғанда орын ауыстыруы мүмкін емес.

Инерция моменті айнымалы қозғалыс кезіндегі дененің инерттілігін анықтайды.

$$I = \sum_i m_i \cdot r_i^2$$

Мұндағы m_i – i -материалдық нүктенің массасы, r_i – айналу осінен нүктеге дейінгі арақашықтық.

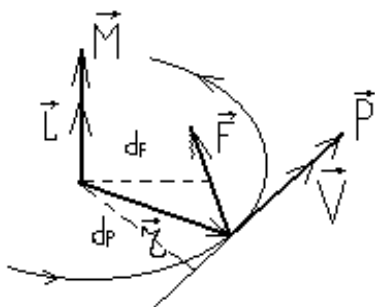
Қосындысы барлық нүктелердегі денелерде өткізеді. Егер дененің инерция моменті белгілі болса және оске қатысты дене центр массасы арқылы өтетін болса онда инерция моментін әрбір параллель осінде **Штейнер теоремасы** бойынша анықтайды. $J = J_c + ma^2$.

Бастапқы координатқа қатысты O екі физикалық шама момент күші \vec{M} және импульс моментін \vec{L} енгізейік.

$$\vec{M} = [\vec{r} \vec{F}]$$

бастапқы координатқа байланысты момент күші.

\vec{M} модуль векторы мынаған тең.



$M = rF \sin(\vec{r}; \vec{F})$, мұндағы $(\vec{r}; \vec{F})$ - вектор арасындағы бұрыш \vec{r} және \vec{F} . Егер O нүктесінен күш бағытына перпендикуляр түсірсек, онда оның ұзындығы d_F күш \vec{F} иіні болады. $d_F = r \sin(\vec{r}; \vec{F})$ күш моментінің модулі дәрежелі күштердің иініне тең болады. $M = Fd_F$.

Күш моментің біле отырып импульс моментін табуға болады.

$$\vec{L} = [\vec{r} \vec{p}] .$$

бастапқы координатына қатысты материалды нүктедегі импульсі моменті.

$$L = rp \sin(\widehat{r; p}) ,$$

мұндағы $(\vec{r}; \vec{F})$ - вектор арасындағы \vec{F} и \vec{P} бұрыш, $d_p = r \sin(\widehat{r; P})$ — импульс иіні \vec{p} , яғни O нүктесінен түсіріліп, \vec{p} векторынын материалдық нүктедегі перпендикуляр ұзындығы. Екі вектор \vec{M} және \vec{L} , анықтама бойынша жазықтықтағы материал нүктенің қозғалысына перпендикуляр бағытталған.

2. Негізінен жазықсыз қозғалыстағы \vec{M} және \vec{L} векторлары бір-біріне сәйкес келмейді, бірақ арнайы заңдар қолданылады. Яғни импульс моменті \vec{L} мен күш моментін \vec{M} байланыстырады. Бұл заңды орнату үшін \vec{L} векторынан туынды аламыз.

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt} [\vec{r} \vec{p}] = \left[\frac{d\vec{r}}{dt} \vec{p} \right] + \left[\vec{r} \frac{d\vec{p}}{dt} \right] = [\vec{v} \vec{p}] + \left[\vec{r} \frac{d\vec{p}}{dt} \right] = \vec{M} ,$$

т.к. $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$ (II - й з - н Ньютона) и $\vec{p} \uparrow \uparrow \vec{v}, mo :$

$$[\vec{r} \frac{d\vec{p}}{dt}] = [\vec{r} \vec{F}] = \vec{M} .$$

Қорытындысында мынаны аламыз: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} .$

Динамикадағы қатты дененің айнымалы қозғалысын анықтайтын теңдеу.

Мынаны анықтауға болады, яғни дененің қандайда бір күйде және туындылы бөлінген масса өзара перпендикуляр. Оны үш түрге бөлуге болады. Центірдің массасы арқылы өтетін осьте оларды еркін остің қызметін атқарады. Бұл осьтерді инерциялы дененің осы деп атайды. Негізгі оське қатысты инерция моментін инерциялы дененің негізгі моменті деп атайды. Жалпы алғанда бұл моменттер әртүрлі: $I_1 \neq I_2 \neq I_3$.

Симметриялы остердің денесінің екі негізгі инерция моменті бірдей шама болып табылады. Ал үшінші олардан бөлек болып келеді. $I_1 = I_2 \neq I_3$.

Орталық симметриядағы денеді үш негізгі моменті бірдей. $I_1 = I_2 = I_3$.

Егер айналу осі негізгі болса, онда. $\vec{L} = I \vec{\omega}$, мынаны аламыз:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(I\vec{\omega})}{dt} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = I \vec{\varepsilon} = \vec{M}, \quad I \vec{\varepsilon} = \vec{M} - \text{Қатты дененің айнымалы қозғалысы үшін}$$

Ньютонның екінші заңының баламасы.

Бақылау сұрақтары

1. Дененің инерция моменті дегеніміз не?
2. Айнымалы қозғалысындағы инерция моментінің маңызы?
3. Қозғалмайтын айнымалы остегі кинетикалық энергияның теңдеуі қандай? Оны қалай шығаруға болады?
4. Қозғалмайтын нүктедегі момент күшін қалай атайды? Момент күшінің бағыты қалай анықталады?
5. Динамикадағы қатты денелердің айнымалы қозғалыс теңдеуін шығарып және тұжырымдап беріңіз?
6. Материалдық нүктедегі импульс моменті дегеніміз не? Қатты денедегі? Момент импульсінің бағытын анықтаңыз?

2 Бөлім. Жылу физикасы

2.1 Молекула- кинетикалық теорияның (МКТ) негіздері. Идеал газ.

Дәріс мақсаты: Температураға түсінік беру. Механикалық жұмыспен жылудың байланысын көрсету. Өртүрлі термодинамикалық процестерді қарастыру.

Дәріс жоспары:

1. Молекула –кинетикалық теорияның негізгі қағидалары.
2. Идеал газдардың тәжірибелік заңдары. Менделеев-Клапейрон теңдеуі.
3. Идеал газдың ішкі энергиясы.
4. Зерттеудің статистикалық әдісі.
5. Термодинамика бастамалары.

1. Заттың қасиеттерін оқытудың екі әдісі бар, олар молекула-кинетикалық және термодинамикалық.

Тәжірибеде (қысым, температура т.б.) бақыланатын, молекулалардың қосынды әрекеті нәтижесі деп **молекула-кинетикалық теория** денелер қасиеттерін қарастырады. Бұл кезде ол, әрбір молекула қозғалысын қарастырмай, бөлшектер үлкен жиынтығын сипаттайтын орташа шамалармен статистикалық әдістерді қолданады. Осыған оның басқа атауы – **статистикалық физика**.

Термодинамика денелердің, олардың микроскопиялық бейнесін қарастырмай макроскопиялық қасиеттерін зерттейді. Термодинамика негізінде (**термодинамика бастамалары** деп аталатын), тәжірибелік фактілердің үлкен жиынтығының жалпылау негізінде бекітілген, бірнеше фундаменталды заңдар жатыр. Термодинамика мен молекула-кинетикалық теория бір-бірін толықтырып, негізінен бір тұтас ілім құрайды.

Молекула-кинетикалық теорияның негізгі қағидалары

1. Барлық заттар -атомдар және молекулалар- ұсақ бөлшектерден тұрады.

2. Қандай да болсын заттың молекулалары үздіксіз хаосты қозғалыста болады, оны **жылулық қозғалыс** деп атайды. Қыздыру кезінде бөлшектер қозғалысының интенсивтілігі артады.

3. Заттың молекулалары бір-бірімен $F_{\text{тар}}$ тартылу және и отталкивания $F_{\text{теб}}$ тебілу күштерімен өзараәсерлеседі.

Молекулалар қозғалысының сипаты заттың агрегаттық күйіне тәуелді болады. Газдар молекулаларының қозғалысы хаосты ілгерілемелі қозғалысқа келтіріледі.

Газдар молекулаларының жылдамдығы температурағы тәуелді.

Заттың молекулалық массасы— м.а.б. мен өрнектелетін зат молекуланың массасы.

Массаның атомдық бірлігі (м.а.б.) – C^{12} атомның $1/12$ массасына тең, масса бірлігі.

Моль –молекулалар саны болатын C^{12} көміртек изотопының $0,012$ кг-ғы атомдар санына тең зат мөлшері

Заттың мольдегі бөлшектер саны **Авогадро саны** деп аталады

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Молярлық масса M – зат молінің массасы.

Термодинамикалық жүйенің **күй теңдеуі** деп, жүйенің параметрлер арасындағы байланысын бекітетін қатынастар аталады. Егер термодинамикалық жүйенің қандай болса да параметрі өзгертін болса, онда жүйенің өзгеріс пайда болады, оны **термодинамикалық процесс** деп атайды. Төпе-тең термодинамикалық процесс деп, шексіздік баяу үздіксіз термодинамикалық төпе-тең күйлер қатарымен өткен процесс аталады.

Изопроцестер деп жүйеде кейбір тұрақты күй параметрі кезінде тұрақты массамен пайда болатын термодинамикалық процесс аталады.

Идеал газ деп қашықтықта бір-бірімен өзара әрекеттеспейтін молекулалары болатын және өте аө меншікті өлшемдеріне ие болатын, газ аталады.

Бақылау сұрақтары

1. Макроскопиялық жүйелердің термодинамикалық және статистикалық (молекулярно-кинетикалық) зерттеу әдістері неліктен бір-бірінен сапалы түрде ажыратылады және бір-бірін толықтырады?
2. Термодинамикалық параметрлер дегеніміз не? Қандай термодинамикалық параметрлер сізге белгілі?
3. Бойль—Мариотт заңын молекула-кинетикалық тұрғыдан қалай түсіндіруге болады?
4. Изобаралық және изохоралық процестер қандай заңдарымен жазылады ?
5. Авогадро тұрақтысының физикалық мағынасы қандай? Лошмидт санының?
6. Азоттың температураның және қысымның кейбір мәндерінде зат мөлшері 1 моль 20 л көлемді алып тұр. 1 моль зат мөлшері сутегі осы жағдайларда қандай көлемді алып тұрады?
7. Газ қысымның молекула-кинетикалық түсініктемесінің неде? термодинамиялық температураның?

Бақылау сұрақтары

1. Газдардың молекула-кинетикалық теориясының мазмұны нед және шығарудың мақсаты неде ?
2. Жылдамдықтар және энергиялар бойынша молекулалардың таралу функциялардың физикалық мағынасы неде?
3. Молекулалардың жылдамдықтар бойынша таралу заңын біле отырып энергия бойынша таралу заңына қалай келуге болады?
4. Оттегіне сутегіне алмасу кезінде молекулаларының орташа қозғалыс жылдамдығы неше есе өзгереді ?
5. Больцманның таралуының мағынасы неде?
6. Газдың температурасына молекуланың орташа еркін жол ұзындығы тәуелді болады ма? Неліктен?
7. Қысымның артуымен молекуланың орташа еркін жол ұзындығы өзгереді ме?
8. Тасымалдау құбылыстардың мағынасы неде? Олар қандай және қандай жағдайларды туады?

2.2. Молекула- кинетикалық теорияның (МКТ) негізгі теңдеуі

Дәріс мақсаты: Молекула- кинетикалық теорияны сипаттау. Өртүрлі изопроцестерді қарастыру.

Дәріс жоспары:

6. Идеал газдардың тәжірибелік заңдары. Менделеев-Клапейрон теңдеуі.
7. Изопроцестер
8. Идеал газ молекулаларының сипаттамалық жылдамдықтары

Термодинамикалық жүйенің *күй теңдеуі* деп, жүйенің параметрлер арасындағы байланысын бекітетін қатынастар аталады. Егер термодинамикалық жүйенің қандай болса да параметрі өзгертін болса, онда жүйенің өзгеріс пайда болады, оны *термодинамикалық процесс* деп атайды. Төте-тең термодинамикалық процесс деп, шексіздік баяу үздіксіз термодинамикалық төте-тең күйлер қатарымен өткен процесс аталады.

Изопроцестер деп жүйеде кейбір тұрақты күй параметрі кезінде тұрақты массамен пайда болатын термодинамикалық процесс аталады.

Идеал газ деп қашықтықта бір-бірімен өзара әрекеттеспейтін молекулалары болатын және өте аө меншікті өлшемдеріне ие болатын, газ аталады.

Берілген m массасы идеал газдың күйі, үш параметрдің мәндерімен қысым P , көлем V , және температура T анықталады. Осы параметрлердің арасындағы байланысын беретін қатыстың түрі мынау :

$$PV = \frac{m}{M}RT - \text{идеал газ күйінің теңдеуі, мұндағы } M - \text{газдың } 1 \text{ мольнің массасы, } R = 8,31$$

$\frac{Дж}{\text{моль}K}$ - универсал газ тұрақтысы.

Идеал газдың бір мольі үшін күй теңдеуі мына түрді қабылдайды:

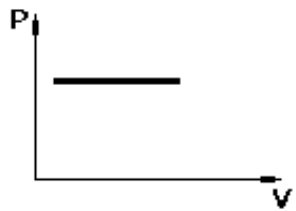
$$\frac{PV}{T} = R = \text{const} - \text{Клапейрон теңдеуі.}$$

Идеал газ үшін изопроцестерді қарастырайық:



$T = \text{const}$ – изотермиялық процесс.

$PV = \text{const}$ – Бойль-Мариотт заңы.



$P = \text{const}$ - изобаралық процесс.

$\frac{V}{T} = \text{const}$ - Гей-Люссак заңы.



$V = \text{const}$ – изохоралық процесс ,

$\frac{P}{T} = \text{const}$ - Шарльзаңы.

Идеал газ күйінің теңдеуін басқаша түрде жазайық.

Жаңа тұрақты шама еңгізейік:

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} - \text{Больцман тұрақтысы}$$

және Менделеев-Клапейрон теңдеуін мына түрде жазайық:

$$PV = \frac{m}{M} N_A k T .$$

$\frac{m}{M} N_A = N$ - массасы m , газдағы молекулалар саны екенін ескере отырып аламыз

$$PV = N k T \Rightarrow P = \frac{N}{V} k T .$$

$\frac{N}{V} = n$ - бірлік көлемдегі молекулалар саны немесе **концентрация** болғандықтан , онда

$P = n k T$ - идеал газ күйінің теңдеуі.

$P = \frac{1}{3} n m \langle v^2 \rangle$ - молекула-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі, мұндағы n – молекулалар

концентрациясы. Бұл өрнекті мына түрде жазамыз

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m \langle v^2 \rangle}{2} ,$$

оның сол жағына молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы

кіріп тұрғанын көрсету үшін $\langle \varepsilon \rangle = \frac{m \langle v^2 \rangle}{2}$. Сонда $P = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon \rangle$ молекула-кинетикалық

теорияның негізгі теңдеуі (Клаузиус теңдеуі). Идеал газдың күй теңдеуі есебінен: $P = nkT$ молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергия үшін өрнекті аламыз:

$\langle \varepsilon \rangle = \frac{3}{2}kT$ - молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы.

kT шама молекулалардың жылулық қозғалысының энергия өлшемі екені көрінеді.

Абсолютті температура – молекулалардың ілгерілемелі қозғалыстың орташа энергиясына тура пропорционал шама болып табылады.

3. Идеал газдың ішкі энергиясы оның молекулалар санының ілгерілемелі қозғалыстың орташа кинетикалық энергиясына көбейтіндісіне тең шама..

$$U = N \langle \varepsilon \rangle$$

Молекулалардың еркіндік дәрежесі бойынша біркелкі таралу заңын қолдана отырып молекуланың орташа энергиясын анықтауға болады:

Молекуланың әрбір еркіндік дәрежесіне орташа бірдей $\frac{1}{2}kT$ -ге тең кинетикалық энергиясы әйкес келеді (к- Больцман тұрақтысы).

Жүйенің еркіндік дәреже саны деп оның кеңістіктегі орнын анықтау үшін қажет болатын тәуелсіз координаталар санын айтады.

Сонда молекуланың орташа кинетикалық энергиясы тең болады:

$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2}kT$ - газ молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы

мұндағы $i = i_{\text{ілгер}} + i_{\text{айн}} + i_{\text{тер}}$ - молекулалардың еркіндік дәрежесінің жалпы саны.

Молекуланың орташа энергиясын мына түрде ұсынуға болады:

$$\langle \varepsilon \rangle = \langle \varepsilon_{\text{ілгер}} \rangle + \langle \varepsilon_{\text{айн}} \rangle + \langle \varepsilon_{\text{тер}} \rangle .$$

Төмен температураларда ($T < 1000K$) $i = i_{\text{ілгер}} + i_{\text{айн}}$.

Енді идеал газдың ішкі энергиясын есептейік:

$$U = N \langle \varepsilon \rangle = N \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} \frac{NkN_A T}{N_A} = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT,$$

мұндағы $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \nu$ - газдың моль саны (зат мөлшері), $k N_A = R$.

$U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$ - идеал газдың ішкі энергиясы

немесе басқа формасында

$$U = \frac{i}{2} \nu RT.$$

4. Идеал газды аламыз. Газ молекулалардың соқтығысу нәтижесінде олардың жылдамдықтары уақыт бойынша өзгеріп отырады, бірақ газда молекулалардың жылдамдықтар бойынша стационар таралуы пайда болады. 1860 ж. Максвелл молекулалардың жылдамдық бойынша таралуын жазып беретін формуланы алып шыққан:

$$dn = 4\pi n \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} v^2 dv - \text{Жылдамдықтар бойынша молекулалардың максвеллдік}$$

таралуы, мұндағы n – бірлік көлемдегі молекулалар саны, dn – жылдамдықтары v ден $v + dv$ диапазонындағы бірлік көлемдегі молекулалар саны, m – молекула массасы, k – Больцман тұрақтысы, T – температура.

Идеал газ молекулаларының сипаттамалық жылдамдықтары .

1) v_e - *n*-молекулаларының ең ықтимал жылдамдығы.

$$v_e = \sqrt{\frac{2kT}{m}} -$$

2) $\langle v_{ке} \rangle$ - молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы.

3) $\langle v_{ке} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ - молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы.

4) $\langle v \rangle$ - молекулалардың орташа арифметикалық жылдамдығы.

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} - \text{молекулалардың орташа арифметикалық жылдамдығы.}$$

Егер газ сыртқы күштік өрісінде болатын болса, онда ғаз бөлшектері потенциалдық энергияғы ϵ_n ие болады. Біртекті гравитациялық өрісінде биіктік бойынша идеал газ молекулалардың таралуын қарастырамыз. Бұл жағдайда газ үшін барометриялық формула орын табады:

$$P = P_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}},$$

мұндағы P_0 - Жер бетіне газ түсеретін қысымы, $P - h$ биіктіктегі газ қысымы

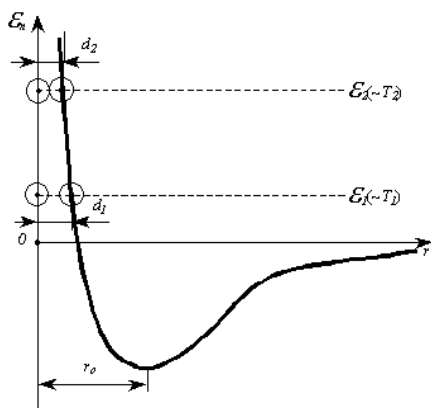
$$n = n_0 e^{-\frac{\epsilon_n}{kT}} - \text{Больцманның молекулаларының олардың}$$

потенциалдық энергия бойынша таралуы. Статистикалық физика денелердің тепе-теңдігімен және қайтымды процесстерімен (яғни, тепе-теңдік күйлер арқылы жүйе өтетін процесстер) іс жасайды.

Тепе-теңдік бұзылу кезінде пайда болған процесстерді оқып-зерттейтін ғылым-*физикалық кинетика* деп аталады. Біз тепе-теңдіктен ауытқулары онша емес болған жағдайлардың қарастыруымен шектелеміз . Тепе-теңдік бұзылған кезде денелерде жылудың немесе массаның, электрлік зарядтың ағындары пайда болады. Сонымен байланысты сәйкес процесстер **тасымалдау құбылыстары** деп аталады. Қандай да болсын тасымалдау құбылыстың себебі кейбір физикалық шаманың градиентінің болуы. Біз газдардағы пайда болатын тасымалдау құбылыстың үш түрін қарастырамыз-жылуөткізгіштік, диффузия және ішкі үйкеліс немесе тұтқырлық. Осы барлық құбылыстардағы маңызды ролін газ молекуланың еркін жолының орташа ұзындығы сияқты физикалық шама атқарады.

Газ молекулалар жылулық қозғалыста бола отырып үздіксіз бір-бірімен соқтығысады. Молекулалар соқтығысуы деп молекулалар арасындағы өзара әсерлесу процесс кезінде молекулалар қозғалысының бағытын өзгертуін түсінеді.

Суретте екі молекуланың олардың центрлері арасындағы r қашықтық функция ретінде өзара потенциалдық энергиясын кескіндейтін сызық көрсетілген. Осы қисық көмегімен



молекулалардың тартылу(соқтығысу) процесін қарастырамыз. Бір молекуланың центрін координаттар басына орналастырайық, ал екінші молекуланың центрін r осі бойынша орын ауыстарытдай ұсынамыз. Екінші молекула біріншіге шексіздіктен, бастапқы кинетикалық энергия қорына ие болатындай ұшатын болсын $\varepsilon_k = \varepsilon_l$. Бірінші молекулаға жақындаған сайын, екінші тартылу күштерінің әсерінен өсе беретін жылдамдықпен қозғалады. Нәтижесінде молекуланың кинетикалық энергиясы ε_k өседі, ал потенциалдық энергия ε_n бірмезгілде азаяды,

бірақ олардың қосындысы $\varepsilon = \varepsilon_k + \varepsilon_n = const$ өзгеріссіз болып қалады. r_0 координатасымен молекуланың өткен кезінде тартылу күштері тебілу күштерімен алмастырады, нәтижесінде молекула жылдамдығын жоғалтады (тебілу аймағында қисық ε_n жоғары қарай кетеді). Потенциалдық энергия ε_n жүйенің толық энергиясына ε_l тең болатын мезгілде, молекула жылдамдығы нольге айналады. Бұл мезетте молекулаларының бір-бірімен ең үлкен жақындауы орын табады. Молекуланың тоқталғаннан соң барлық құбылыстар кері тізбегімен жасалады.

Молекулалар центрлері жақындаудың минимал қашықтығын **молекуланың эффективті диаметрі d** деп атайды.

$$\sigma = \pi d^2$$

Шама молекуланың **эффективті қимасы** деп аталады. Суреттен көрініп тұрғаны, молекуланың эффективті диаметрі олардың энергиясына, ал сондықтан температураға да тәуелді. Температура артқан сайын молекуланың эффективті диаметрі азаяды.

Бақылау сұрақтары

- . Газдардың молекула-кинетикалық теориясының мазмұны нед және шығарудың мақсаты неде ?
- 9. Жылдамдықтар және энергиялар бойынша молекулалардың таралу функциялардың физикалық мағынасы неде?
- 10. Молекулалардың жылдамдықтар бойынша таралу заңын біле отырып энергия бойынша таралу заңына қалай келуге болады?
- 11. Оттегіне сутегіне алмасу кезінде молекулаларының орташа қозғалыс жылдамдығы неше есе өзгереді ?
- 12. Больцманның таралуының мағынасы неде?
- 13. Газдың температурасына молекуланың орташа еркін жол ұзындығы тәуелді болады ма? Неліктен?
- 14. Қысымның артуымен молекуланың орташа еркін жол ұзындығы өзгереді ме?
- 15. Тасымалдау құбылыстардың мағынасы неде? Олар қандай және қандай жағдайларды туады?

3 Бөлім. Электр және магнетизм

3.1. Электр зарядының сақталу заңы

Дәріс мақсаты: Электростатикалық өрістің негізгі сипаттамаларын қарастыру.

Дәріс жоспары:

1. Электростатикалық өрістің кернеулігі. Остроградский-Гаусс теоремасы.
2. Электростатикалық өрістің күштер жұмысы.
3. Диэлектриктердің поляризациясы.
4. Электростатикалық өрістегі өткізгіштер.
5. Электростатикалық өрістің энергиясы.

1. Табиғаттың фундаменталды заңы – **зарядтың сақталу заңы:** Кез келген q заряд элементар зарядтардан тұратын болғандықтан:

$$q = \pm Ne \quad (1)$$

деп жазуға болады. Бұл формула электр зарядының квантты екендігін көрсетеді. Осы зарядтың шамасы әр түрлі инерциальды санақ жүйесінде өлшегенде бірдей болады. Бұл электр зарядының релятивті инвариантты екендігін көрсетеді. Осыдан келіп, зарядтың шамасы ол қозғалыста ма, немесетыныштық қалпында ма, оған тәуелсіз болады.

Электр зарядтары жоғалып кете алады, сондай-ақ жаңадан пайда бола алады. Мысала, электрон мен позитрон қосылғанда, олар нейтраль гамма-фотонға айналып кетеді. Мұнда $-e$ және $+e$ зарядтар жойылып кетеді. Ал енді, гамма-фотон атом ядросының өрісіне енгенде, ол қос бөлшекке – электрон және позитронға айналады. Мұнда $-e$ және $+e$ зарядтар пайда болады.

Осылайша электрлік жүйенің зарядтарының қосындысы, яғни қорытқы заряды өзгермейді. Бұл тұжырым электр зарядының сақталу заңы деп аталады.

Кулон заңы.

1785 жылы Кулон ирмелігаразының көмегімен тыныш тұрған нүктелік екі электр зарядтың арасындағы өзара әсер ету заңын тапты. Нүктелік заряд деп осы дененің электр зарядтарын тасымалдайтын басқа денелерге дейінгі қашықтығымен салыстырғанда өлшемін ескермеуге болатын зарядталған денені айтады. Екі нүктелік зарядтың өзара әсер ету күші олардың арасын қосатын түзудің бойымен бағытталған. Осы күштің шамасы зарядтардың көбейтіндісіне пропорционал және олардың арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2} \quad (2)$$

Мұндағы k – пропорционалдық коэффициент, оның мәні қандай бірлік системасын алғанымызға байланысты. Мысалы, Гаусс немесе СГС системасында $k=1$ болады, ал ε шамасы өлшемсіз шама.

Күштің шамасымен қатар оның бағытын да өрнектеу үшін, Кулон заңын векторлық түрде де жазуға болады:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_{12}^2} \vec{r}_{12} \quad (2a)$$

мұндағы \vec{F}_{12} - 1-зарядтың 2-зарядқа әсер ететін күш векторы, ал \vec{r}_{12} - 1-зарядтан 2-зарядқа бағытталған радиус-вектор.

Кулонның заңы Халықаралық бірліктер системасында былай жазылады:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_{12}^2} \quad (3)$$

мұндағы $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ - коэффициент, ал ε_0 - электрлік тұрақты немесе вакуумның абсолют диэлектрлік өтімділігі, ε - көршілес орта диэлектрлік өтімділігі деп аталады, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

Нүктелік екі зарядтың арасындағы күш, зарядтар әр аттас болса - тарту, ал аттас болса тебу күші болып табылады. Кулон күші атомдардағы электрондар мен ядроның өзара әсерлесу кезінде негізгі роль атқарады.

Токтардың өзара әсері. Бұранда және сол қол ережесі. Магнит индукциясы. Магнит өрісі

Қозғалмайтын электр зарядтары электр өрісін туғызады, қозғалатын зарядтар басқа өріс – **магнит өрісін** туғызады.

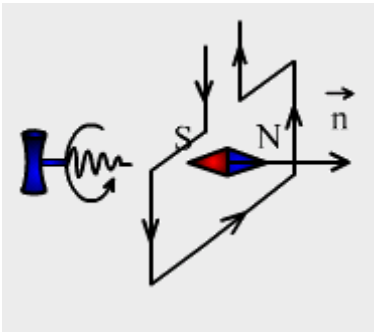
Бұған иілемелі өткізгішмен жасалған тәжірибеден көз жеткізуге болады. Егер екі параллель өткізгіштер бойымен бір бағытта ток өтсе, өткізгіштер бір біріне тартылады, ал егер ток бағыттары қарама-қарсы болса, онда өткізгіштер бір-бірінен тебіле бастайды.

Ток өтетін өткізгіштер арасындағы пайда болатын әсер **магниттік әсер** деп аталады. Бұл жағдайда өткізгіштердің бір-біріне әсер ететін күштерін **магниттік күштер** деп атайды.

Электромагниттік өрістің байқалуының бір түрін **магнит өрісі** деп атайды. Оның ерекшелігі болып, ол өріс тек қана электр **заряды бар қозғалыстағы** бөлшектер мен денелерге, сонымен қатар қозғалатын не қозғалмайтындығына **байланыссыз** магниттелген денелерге әсер ететіндігі табылады.

Магнит индукциясының векторы \vec{B} магнит өрісінің күштік сипаттамасы болып табылады.

Магнит индукциясы векторының **бағыты** ретінде ток әсерінен туған кейбір магнит өрісінде еркін қозғала алатын магнит тішесінің оңтүстік S полюсінен солтүстік N полюсіне бағыты алынған. Бұл бағыт **тогы бар тұйық контурға түсірілген** оң нормаль бағытымен сәйкес келеді.



Оң нормаль бағыты тұйық контурдағы токтың бағыты бойынша айналғандағы оң кесілген бұранда ұшының ілгерілемелі қозғалысымен сәйкес келеді

Тоғы бар түзу сызықты өткізгіштің магнит тілшесі жазықтығы өткізгішке перпендикуляр, ал центрі өткізгіш өсінде жатқан шеңбердің жанамасы бойынша орналасады. Магнит индукциясы векторының бағытын Максвелл ережесі (бұранда ережесі) бойынша анықтайды.

егер бұранданы өткізгіштегі ток бағыты бойынша бұраса, онда бұранда сабының қозғалыс бағыты магнит индукциясы векторының бағытына нұсқайды.

Магнит индукциясы векторының **модулі** магнит өрісі тарапынан тоғы бар өткізгіштің бір бөлігіне әсер ететін максималды күштің ток күшінің сол бөлік ұзындығына көбейтіндісінің қатынасына тең:

$$B = \frac{F_{\max}}{I\Delta l} \quad (6.1)$$



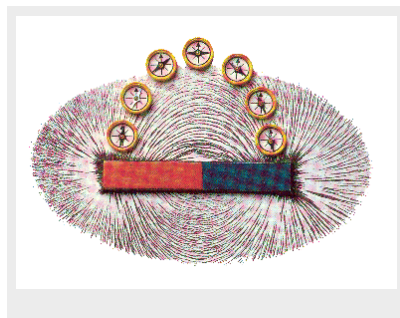
СИ жүйесінде Магнит индукциясының бірлігі ретінде бір **тесла** (1 Тл) – ұзындығы 1 м өткізгіш бөлігіне 1 А ток күші болғанда өріс тарапынан $F_{\max} = 1$ Н максималды күш әсер ететін біртекті өрістің магнит индукциясы қабылданған.

Егер \vec{E} векторлары өрістің барлық нүктелерінде бірдей болса, магнит өрісін **біртекті** деп атайды.

Өрістердің суперпозиция принципі. Егер кеңістіктің берілген нүктесінде магнит өрістері магнит индукциясының векторлары $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$ және т.б. болып келген әртүрлі магнит көздерінен құралса, онда **қорытынды** магнит өрісінің векторы \vec{E} мынаған тең болады:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \quad (6.2)$$

Магнит өрістерін бейне түрінде кескіндеу үшін магнит индукциясы сызықтарын пайдаланады.



Магнит индукциясы сызықтары – әр нүктедегі жанамалары өрістің осы нүктелеріндегі \vec{E} векторының бағытымен сәйкес келетіндей етіп жүргізілген бейне сызықтар. Тұрақты магнит орналасқан қағаз бетіне темір ұнтақтарын сеуіп, магнит индукциясы сызықтарының толық

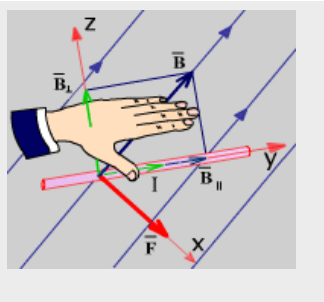
сутеттер көрінісін көзбе-көз көруге болады. Магнит индукциясының сызықтары әрқашан да тұйық және өріс туғызатын тогы бар өткізгіштерді қамтиды. Магнит индукциясы сызықтарының тұйықтығы табиғаттағы еркін магнит зарядтарының бар болуының дәлелденбегендігімен түсіндіріледі. Тұйық күштік сызықтары бар өрістерді **құйынды өрістер** деп атайды. Магнит өрісі құйынды өріс болып табылады. Біртекті өрістің магнит индукциясының сызықтары параллель болады. Магнит өрісі потенциалды болмайды, яғни тұйық контурдағы зарядтың орын ауыстыруы бойынша магнит өрісінің жұмысы нөлге тең емес. **Магнит тізбегі** деп магнит өрісі жинақталған кеңістіктің аймақтары немесе денелердің жиынтығы аталады. Магнит тізбегіндегі **магнит ағыны** электр тізбегіндегі ток күші сияқты рөлді атқарады. **Бет арқылы өтетін магнит ағыны** деп \vec{E} магнит индукциясы векторының модулінің жазық беттің S ауданына және \vec{E} және \vec{n} векторларының арасындағы бұрыштың косинусына көбейтіндісіне тең шаманы айтамыз, мұндағы \vec{n} - жазық бетке түсірілген нормаль: $F_{\text{маг}} = \Phi$ (6.3)



СИ жүйесінде магнит ағынының бірлігі ретінде – бір **вебер** (1 Вб) - өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 1 Кл электр мөлшері өткендегі кедергісі 1 Ом электр тізбегіндегі нөлге дейін кеміген магнит ағыны алынады.

1 Вб магнит ағыны магнит индукциясы векторына перпендикуляр орналасқан ауданы 1 м^2 бет арқылы өтетін 1 Тл магнит индукциясы бар біртекті магнит өрісінен туады.

Ампер күші – магнетизмнің негізгі заңы



Тогы бар өткізгішке магнит өрісі тарапынан әсер ететін күшті **Ампер күші** деп атайды.

Ток элементімен α бұрышын құрайтын индукциясы \vec{B} болатын магнит өрісі тарапынан I тогы бар өткізгіштің аз ғана кесіндісіне әсер ететін Ампер күшінің **модулі** F мына формула бойынша анықталады:

$$\vec{B}_1, \vec{B}_2, \vec{B}_3 \quad (6.4)$$

Ампер күшінің **бағыты сол қол ережесі** бойынша анықталады

егер сол қолды \vec{B} магнит индукциясының векторы алақанға кіретіндей етіп, ал төрт шығыңқы саусақ ток бағытына нұсқайтындай етіп орналастырса, онда 90° -қа иілген үлкен саусақ өткізгіш кесіндісіне әсер ететін күштің бағытын көрсетеді.

12. Біртекті магнит өрісінде катушканы бір қалыпты айналдыра отырып айнымалы токты алу.

Генератор

Генератор (Generator) — 1) кіріс тілі проблемалы-бағытталған тіл болып табылатын аударғыштың бір түрі; 2) машиналық командаларды генерациялауды орындайтын аударғыштың құрамдас бөлігі. Жазбалар генераторы (Генератор записей; record generator) — тестілеуге қажетті жазбаларды құрастыруға арналған машиналық программа.

Кездейсоқ сандар генераторы (Генератор случайных чисел; generator random numbers) — кездейсоқ сандар беретін құрылым немесе программа. Әдетте, Кездейсоқ сандар генераторы - программалау тілдерінде стандартты функциялар мен процедуралар құрамына кіретін программа.

Мысалы, Паскаль тілінде RANDOM(N) функциясы 0 ден N-1 аралығындағы бүтін сан қайтарады. Егер программа қайта орындалса, функция сол санды қайталайды. Кездейсоқтық дәрежесін арттыру үшін тілде генерация базасын өзгертетін RANDOMIZE процедурасы бар, бұл процедура RANDOM функциясының алдында орындалуы қажет. Код генераторы (Генератор кода; code generator) — талдау және оңтайландыру нәтижелері бойынша машиналық программаны (объектілік модульді) құрастыратын аударғыштың машинаға тәуелді бөлігі.

Командалар генераторы (Генератор команд; code generator) — аударылатын программа операторларына сәйкес машиналық командалар тізбегін шығаратын аударғыш бөлігі. Қолданбалы программалар дестесі генераторы . (Генератор пакетов прикладных программ; package generator) Қолданбалы программалар дестесін нақтылы мәселелер классына бағыттау программасы. Құжат дайындау генераторы (Генератор отчетов; report generator) — 1) берілген пішін бойынша мәліметтерді қалыптастыру және шығаруға арналған объектілік программаларды генерациялауға қолданылатын өңдеу программасы; 2) берілген пішін бойынша мәліметтерді қалыптастыру мен шығаруды орындайтын кейбір программалау тілдерінің (мыс., Кобол, Access, FoxPro, Delphi, және т.б.) құралы. Мәліметтер генераторы (Генератор данных; data generator) — тізбекті қатынас құру әдісі негізінде бір тапсырма көлемінде мәліметтер жиынын құруға арналған сервистік программа. Программалар генераторы (Генератор программ; program generator) кейбір операцияларды сипаттау негізінде осы операцияларды жүзеге асыратын программаны автоматты түрде жасайтын программа. Сұрыптау программаның осы программалардың алғашқы мысалы болып табылады. Ол файл пішімін және талап етілген сұрыптау түрін сипаттау негізінде сәйкес сұрыптау программасын құрады. Кейінгі уақытта қолданбалы программаларды шаблон, мәліметтер базасы сипаттамасының таблицасы, экрандық форма, меню сипаттамасы және т.б.. Объектілер негіздерінде құратын программалар кеңінен таралуда. Тактілік жиілік генераторы (Генератор тактовой частоты; generator clock speed) — белгілі бір уақыт аралықтары сайын импульстер тізбегін шығаратын құрылғы. Қатар екі импульстың арасындағы уақыт Ырғақ деп аталады. Кейбір процессор командалары бірнеше ырғақта орындалады. Импульстар барлық компьютер элементтері арқылы өтіп, оларды бір ырғақта (синхронды) жұмыс жасатады. Ырғақ импульстарының жиілігі компьютердің жылдамдығын анықтайды.^[2]

Ауыспалы токтың генераторы - көлік құралының қозғауышынан алынған механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын ауыспалы токтың көзі.



Тұрақты токтың генераторы - көлік құралының қозғауышынан алынған механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын тұрақты токтың көз

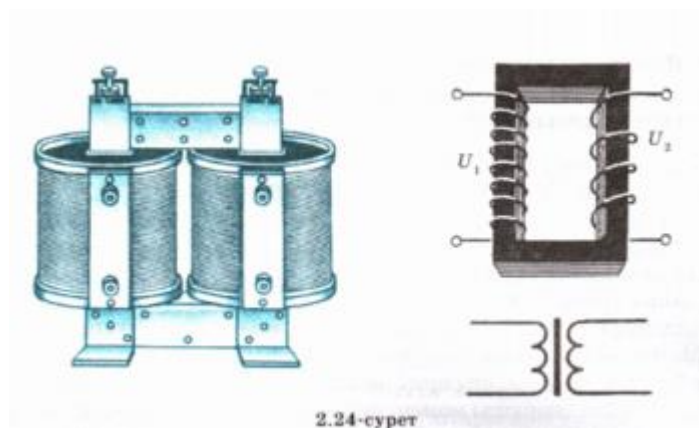
Трансформатор (лат. *transformo* – түрлендіремін) – кернеулі айнымалы токты жиілігін өзгертпей басқа кернеулі айнымалы токқа түрлендіретін статикалық электромагниттік құрылғы. Трансформатордың жұмыс істеу принципі электро-магниттік индукция құбылысына және параметрлік эффектіге негізделген. Негізгі элементтері магнитөткізгіш және онда орналасқан бірінші реттік орамалар (БРО) мен бір немесе бірнеше екінші реттік орамалардан (ЕРО) тұрады. Трансформатордың барлық орамалары бір-бірімен индуктивті түрде, ортақ магнит өрісімен байланысқан. Бірқатар Трансформаторларда екінші реттік орама қызметін бірінші реттік ораманың бір бөлігі атқарады, мұндай Трансформаторларды автотрансформаторлар деп атайды. Бірінші реттік орамаларның шықпаларын (Трансформатордың кірісі) айнымалы кернеу көзіне, ал Екінші реттік орамаларның шықпаларын жүктемеге қосады. Бірінші реттік орамалардағы айнымалы ток магнитөткізгіште

айнымалы магнит ағынын, ал Екінші реттік орамалардағы өзара индукция электр қозғаушы күш (ЭҚК) тудырады. Бірінші және екінші реттік орамалардағы кернеулердің қатынасы олардағы орамдар санының қатынасына тең болады. Түрлендіретін ток түріне қарай 1 фазалы және 3 фазалы Трансформаторлар болады. Атқаратын қызметіне қарай олар күштік немесе қоректендіру Трансформаторлары (электр энергиясын таратуға арналған), жоғары кернеулі сынақ Трансформаторлары, ток немесе кернеу импульстерін түрлендіру үшін қолданылатын импульстік Трансформаторлар, үлкен токтар мен кернеулерді өлшеуге арналған өлшеуіштік Трансформаторлары, жоғары жиілікті кернеулерді түрлендіруге арналған радиожілікті Трансформаторлар және радиоэлектрондық құрылғылардың қоректендіруші блоктарында қолданылатын радиотрансформаторларға, т.б. бөлінеді. *Импульстік Трансформаторлар* мен *қоректендіру Трансформаторлары* бірнеше Гц-тен 2 МГц-ке дейінгі жиілікте, радиожілікті Трансформаторлар 5

00 МГц-ке дейінгі жиілікте жұмыс істейді. Трансформаторлардың магнитөткізгіштігі магниттік өтімділігі жоғары материалдардан (мысалы, электртех. болат таспаларынан, магнитодиэлектриктер мен фериттерден) жасалады. Электрмен жабдықтау жүйелерінде, негізінен майлы Трансформаторлар қолданылады. Күштік Трансформаторлар Қазақстанда Кентау трансформатор зауытында шығарылған. Қазіргі кезде электр-механикалық жабдықтар осы зауыттың негізінде құрылған *Трансформатор* ААҚ-да шығарылады.

Трансформатор — айнымалы токтың кернеуін жоғарылатуға немесе төмендетуге арналған электр приборы. Үй жағдайында, трансформаторды пайдаланып, электр приборын кернеуі 127 В желілен кернеуі 220 В желіге және керісінше қосуға болады. Егер трансформатор жоғары кернеулі желіге ауыстырылып қосылса, онда оны кернеуі 220 В желіге қосуға болмайды. Өйткені одан алынатын жоғары кернеу (380 В-тан астам) трансформаторлық және ол арқылы қосылған электр приборларының бұзылуына әкеліп соқтыруы мүмкін. Трансформатор таңдаған кезде оның қуаты электр приборларын бір мезгілде қоректендіруге арналған құрал-жабдықтардың жалпы қуатынан кем болмауын есте сақтаған жөн.^[3]

Әр түрлі құралдар мен қондырғылар тұтынатын кернеу өте кең диапазонда өзгереді. Тіпті бір электр қондырғысы әр түрлі кернеу пайдалануы мүмкін. Қуаттың тұрақты дерлік мәнінде айнымалы ток кернеуінің ток күшімен қатар өзгеруін айнымалы токтың трансформациясы дейді. Айнымалы токтың трансформациясын жүзеге асыратын құрал трансформатор деп аталады. Ол электромагниттік индукция құбылысының негізінде жұмыс істейді. Бұл құралды орыс ғалымы П . Н . Яблочков (1878 ж.) ойлап тапқан, кейін оны (1882 ж.) И . Ф . Усагин жетілдірді.



2.24-сурет

Қазіргі трансформаторлар, Фуко тогын азайту үшін оқшауланған пластиналардан құралған тұйық өзекшеден тұрады. Өзекше пластиналары трансформаторлық болаттан жасалады,

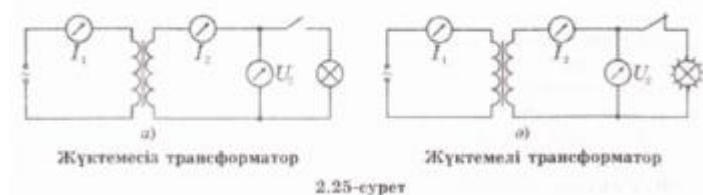
ол өте аз шығынмен оңай қайта магниттеледі. Өзекшеге екі катушка кигізіледі (2.24-сурет). Бір катушка айнымалы ток тізбегіне қосылады, оны бірінші реттік орама (катушка) дейді. Екінші катушкаға тұтынушы, яғни электр қондырғыларын қосады. Оны екінші реттік орама (катушка) деп атайды. Катушкалардың активті кедергілері аз. Генератор бірінші реттік катушкаға U_1 айнымалы кернеу береді. Оның бойынан жүретін айнымалы ток трансформатордың өзекшесінде айнымалы магнит ағынын тудырады. Олай болса, бірінші реттік катушканың әр орамында өздік индукция ЭҚК-і, ал екінші реттік катушканың әр орамында дәл сондай индукциялық ЭҚК-і пайда болады. Егер бірінші реттік катушканың орам саны n_1 , ал екінші реттік катушкада n_2 болса, $E_1 = en_1$, $E_2 = en_2$, мұндағы e — бір орамдағы индукциялық ЭҚК. Осы екі өрнектен

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.21)$$

шығады. Активті кедергі аз болғандықтан, бірінші реттік катушка үшін

$$U_1 = |E_1| = n_1 e$$

аламыз.



Жүктемесіз трансформатор

Екінші реттік катушкаға жүктеме қосылмасын (2.25, а-сурет), яғни трансформатор зая жүрісте болсын. Онда екінші реттік орамада ток жүрмейді, сондықтан жуықтап алғанда оның қысқыштарындағы кернеу $U_2 = |E_2|$. Жүктеме жоқ кезде екінші реттік тізбекте энергия шығыны жоқ. Ал бірінші реттік тізбекте жалғаушы сымдар мен өзекшенің джоульдік жылу бөліну есебінен қызуына және өзекшенің қайта магниттелуіне кететін өте аз энергия шығыны бар, мұны ескермесе де болады. Сонымен, трансформатордың зая жүрісі үшін (2.21)-ді ескере отырып,

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{n_2}{n_1} = k$$

аламыз, мұндағы k — трансформация коэффициенті, яғни екінші және бірінші реттік катушкалардың орам сандарының қатынасына тең шама. Трансформатордың зая

жүрісінде $k = \frac{U_1}{U_2}$. Егер $k > 1$ болса, $U_1 > U_2$ трансформатор төмендеткіш, ал $k < 1$ болса, $U_1 < U_2$, бұл трансформатор жоғарылатқыш деп аталады. Жоғарылатқыш трансформатордың бірінші реттік катушкасының орам саны екінші реттік катушканың орам санынан аз, ал төмендеткіш трансформаторда керісінше.

Жүктемелі трансформатор

Екінші реттік тізбекке қандай да бір жүктеме қосайық (2.25, ә-сурет). Онда бұл тізбекте жиілігі бірінші реттік тізбектегі ток жиілігіне тең i_2 айнымалы ток туады. Сондықтан екінші катушкада өздік индукция ЭҚК-і пайда болады, оның ұштарындағы кернеу аздап төмендейді. Ленц ережесі

бойынша өздік индукция ЭҚК-і магнит ағынын азайтады. Бұл магнит ағыны екі катушканы бірдей тесіп өтетін болғандықтан, оның азаюы бірінші реттік катушкадағы өздік индукция ЭҚК-і ϵ_1 -дің кемуіне әкеп соғады. Ал, онда бірінші тізбекте U_1 кернеудің мәні тұрақты болса да ток күші артады. Өз ретінде бірінші реттік тізбектегі ток күшінің өсуі магнит ағынының артуын тудырады, онда екінші реттік тізбектегі индукциялық ЭҚК-і мен ток күші артады. Бұдан әрі осы сипатталған процестер берілген жүктеме үшін белгілі бір магнит ағыны, екінші реттік тізбектегі индукциялық ЭҚК-і және бірінші реттік тізбектегі I_1 ток күші тұрақталғанша жүре береді. Енді трансформатор генератордан өзінің зая жүрісіне қарағанда екінші реттік тізбек тұтынатын қуатқа тең қуатты көбірек алады. Егер аздаған энергия шығынын ескермесек, энергияның сақталу заңы бойынша, генератордың энергиясы бірінші реттік тізбектен екінші реттік тізбекке магнит өрісі арқылы беріледі. Сондықтан шығынды ескермей, былай жазуға болады: $I_1 U_1 = I_2 U_2$, бұдан

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

Кернеуді неше есе арттырса, ток күші сонша есе кемиді. Қазіргі трансформаторлардың пайдалы әрекет коэффициенті

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

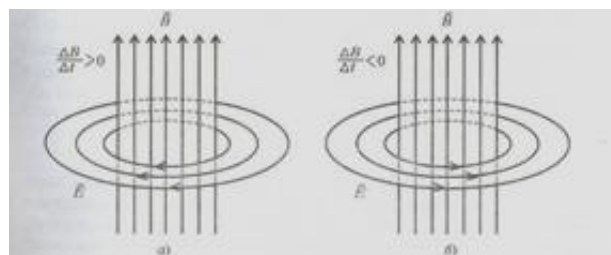
өте жоғары, ол 99%-ға дейін жетеді, яғни шығын бар болғаны 1—2%

4 Бөлім. Электромагниттік тербелістер

1. Айнымалы магнит өрісі құйынды электр өрісін тудырады.

Магнит индукциясы артса $\frac{\Delta B}{\Delta t} > 0$ артса, құйынды электр өрісі \vec{E} кернеулік векторының бағыты сол бұранда ережесімен анықталады.

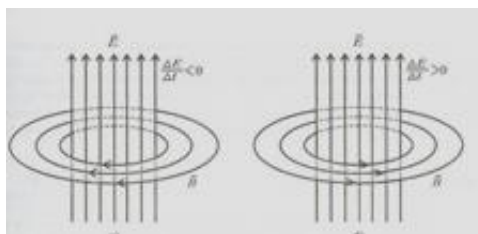
Магнит индукциясы кемігенде $\frac{\Delta B}{\Delta t} < 0$ \vec{E} кернеулік векторының бағыты оң бұранда ережесімен анықталады.



2. Айнымалы электр өрісі құйынды магнит өрісін тудырады.

Электр өрісінің кернеулігі $\frac{\Delta E}{\Delta t} > 0$ артқанда пайда болатын магнит өрісінің индукция \vec{B} векторы \vec{E} векторымен оң бұранда жасайды.

Керісінше, электр өрісінің кернеулігі кемігенде $\frac{\Delta E}{\Delta t} < 0$ магнит индукциясының \vec{B} векторы \vec{E} векторымен сол бұранда жасайды.



$$I_{\partial} = I_{\partial\partial} + I_{\partial}$$

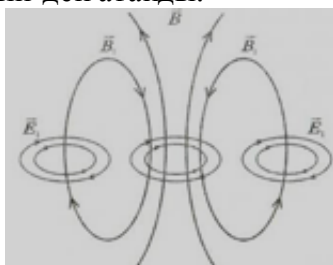
Электрмагниттік өріс-материяның ерекше бір түрі, электр және магнит өрістерінің жиынтығы.

Егер заряд жылдамдығы нөлге тең болса, тек электр өрісі пайда болады.

Заряд жылдамдығы тұрақты болса, электромагниттік өріс пайда болады.

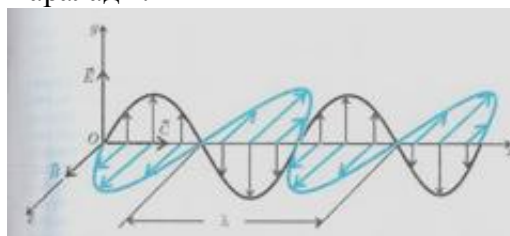
Заряд үдемелі қозғалса, электромагниттік толқын шығарылады.

Айнымалы электромагниттік өріс тербелістерінің кеңістікте таралуын электромагниттік толқын деп атайды.



Суретте құйынды электр және магнит өрістерінің ұйытқуының таралу процесі көрсетілген.

Электромагниттік өріс кеңістіктің барлық бағытында 300000000 м/с жылдамдықпен электромагниттік толқын түрінде таралады.



Жарық - электромагниттік толқын.

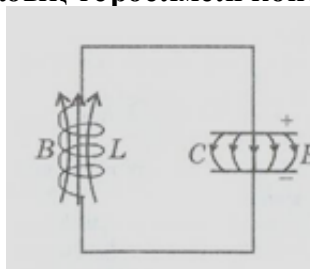
Бірдей фазада тербелетін ең жақын екі нүктенің арақашықтығы электромагниттік толқын ұзындығын береді.

$$\lambda = \tilde{n} \partial = \frac{\tilde{n}}{\nu}$$

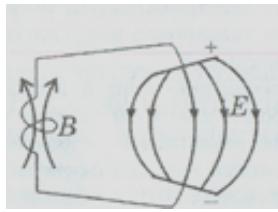
Электромагниттік толқын көлденең толқын.

Электромагниттік толқын электр зарядтарының үдемелі қозғалысынан туындайды. 1887-1888 жылдар аралығында Г.Герц электромагниттік толқындардың бар екендігін эксперимент жүзінде дәлелдеді.

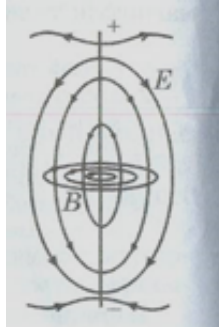
Жабық тербелмелі контур.



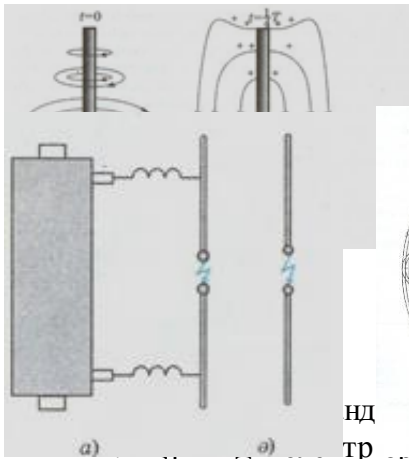
Егер катушканың орам сандарын да азайта бастасақ, онда индуктивтілік кемиді.



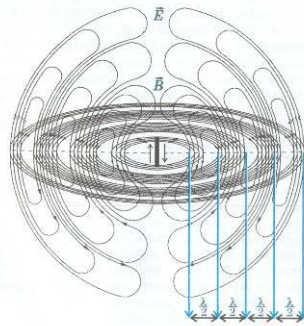
Ашық тербелмелі контур немесе Герц вибраторы.



Ашық тербелмелі контурдың сыйымдылығы мен индуктивтілігі өте аз. Сондықтан вибратордағы электромагниттік өріс тербелістерінің меншікті жиілігі аса жоғары болады.



Бірдей уақыт мезетінде вибратордың төрлі бөлігіндегі ток күші әр түрлі. Оның ортасында $\vec{A} \perp \vec{A}$. \vec{A} векторы вибратор арқылы



өтетін жазықтықта жатады, ал \vec{A} векторы осы жазықтықта және толқынның таралу бағытына перпендикуляр. Сол себепті магнит индукциясының сызықтары вибраторға перпендикуляр шенберлерді құрайды. Магнит сызықтары $\frac{\lambda}{2}$ қашықтықтағы

3. Магнит өрісін тек қозғалыстағы зарядтарға нүктелерде өзінің бағытын өзгертеді. гр өрісі да тудыратынын қалай түсіндіруге болады?
4. Өткізгіштік ток пен ығысу тогының ұқсастығы мен айырмашылығы неде?
5. Максвелл теориясына кіретін негізгі физикалық шамаларды атаңдар.
6. Электр өрісі бар санақ жүйесінен басқа санақ жүйесіне ауысқанда неге магнит өрісі де пайда болатынын және керісінше жағдайды қысқаша түсіндіріңдер.
7. Электромагниттік толқын деген не?
8. Электромагниттік толқынның вакуумдегі және ортадағы таралу жылдамдығы қалай анықталған?
9. Электромагниттік толқынның таралу бағытын қалай анықтауға болады?

Кестені толтыр.

Айнымалы магнит өрісі құйынды электр өрісін тудырады.	Айнымалы электр өрісі құйынды магнит өрісін тудырады.

--	--

РАДИОБАЙЛАНЫС ПРИНЦИПТЕРІ

1888 ж орыс ғалымы А. С. Попов электромагниттік толқындар арқылы алыс қашықтықтарға сигнал жеткізудің ғылыми болжамын ұсынды. Бұл проблеманың практикалық шешімін ол 1896 ж. тапты. Сол жылдың 24 наурызында Ресейдің физика – химия қоғамының мәжілісінде А. С. Попов әлемінде бірінші рет 250м қашықтықта сымсыз радиogramма арқылы Генрих Герц деген екі сөзді жеткізді.

Поповтың бір мезгілде радиобайланыс идеяларын дамытып, радиоаппаратура жасау мәселесімен италияндық ғалым Г.Маркони де шұғылданды. Ол 1897 ж. Электормагнитті толқындарды пайдаланып, хабар таратуға болатындығы жөнінде патентті А. С. Поповтан бұрын алған. Теориялық ізденістер мен практикалық зерттеулер ақпаратты алысқа жеткізуде өлшейтін синусоидалық электормагниттік тербелістердің аса маңызды екенін көрсетті. Осыған байланысты ақпарат таратуда шығатын радиотолқынның қуаты жиіліктің төртінші дәрежесіне тура пропорционал, яғни $P \sim V^4$ болатынын білген жөн. Міне, сондықтан ақпаратты өте алысқа жіберерде, жиілігі үлкен қуатты радиотолқындар пайдаланылады. 1894 ж. Попов генераторлар мен радиотолқындарды қабылдайтын қондырғыларға ұзын сымдарды жалғағанда, радиобайланыстардың жақсаратынын байқады. Осылай радиотаратқыштар мен радиоқабылдағыштардың маңызды бөлігі болып табылатын антенна ойлап шығарылды. Антенна ашық тербелмелі контур болып табылады. Оның электромагниттік өрісі кеністіктің үлкен бөлігін қамтиды. Сондықтан антенна электормагниттік толқындарды жақсы шығара да, қабылдай да алады.

Электормагниттік толқындардың қысқа және ұзақтау импульстарынан құралатын телеграф сигналдарын ғана жеткізу емес, онан әрі электромагниттік толқындардың көмегімен сөзді, музыканы жеткізу мүмкіндігі туды, яғни, сенімді және жоғары сапалы радиотелефон байланысы іске асырылды.

Модуляция. Радиотелефон байланысын жүзеге асыру үшін, антенна күшті шығарып тарататын, жиілігі жоғары тербелістерді пайдалану қажет. Жиілігі жоғары өшпейтін гармониялық тербелістерді генератор, мысалы, транзисторлы генератор өндіріп береді. Дыбысты жеткізу үшін осы тербелістерді өзгертеді, яғни басқа сөзбен айтқанда, модуляциялайды. Оны жиілігі төмен электр тербелістерінің көмегімен жасайды. Мысалы, жиілігі жоғары тербеліс амплитудасын дыбыстыкіндей жиілікпен өзгертуге болады. Бұл тәсілді амплитудалық модуляция дейді де, ал жиілік өзгерсе жиіліктік модуляция деп атайды.

Детектирлеу. Қабылдағыш ішінде жиілігі жоғары модуляцияланған тербелістерден жиілігі төмен тербелістерді айырып, бөліп алады. Сигналды осылай түрлендіру процесін детектирлеу деп атайды. Детектирлеу нәтижесінде алынған сигнал, хабарлағыштың микрофонына әсер еткен дыбыс сигналына сәйкес болады. Жиілігі төмен электр тербелістерін күшейтіп алып, дыбысқа айналдырады және басқа мақсаттар үшін де пайдаланады.

5 Бөлім. Электромагниттік толқындар

РАДИОТОЛҚЫНДАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Кез - келген электромагниттік сәулелер сияқты радиотолқындар да өздері түскен беттен кері шағыла алады. Радиобайланыс үшін радиотолқындарды пайдаланады. Радиотолқындардың таралуы олардың толқын ұзындықтарына тікелей тәуелді болады. Қысқа толқындар ионосферадан және Жер бетінен көп қайтара шағылады. Қысқа толқындардың көмегімен шалғай аралықтармен радиобайланыс жүзеге асады. Ұзын толқындар жер бетін бойлай сырғанады. Сондықтан оны шектеулі қашықтыққа пайдалануға болады.

Радиотолқындар арқылы объектіні тауып, оның тұрған орнын дәл анықтау радиолокация деп аталады. Радиолокация арқылы нысанның қозғалу жылдамдығын және одан бақылаушыға дейінгі арақашықтықты табуға болады. Радиолокациялық қондырғы – радиолокатор немесе радар – хабарлаушы және қабылдаушы бөліктерден тұрады. Радиолокаторлар ұшақтар мен кемелердің орнын анықтау, ауа райы қызметіне т.с.с. пайдаланылады.

Ол үшін кеңістіктің белгілі бір аймағына бағытталған электромагниттік сигнал тарататын арнайы радиотелескоптың антеннасы қолданылады.

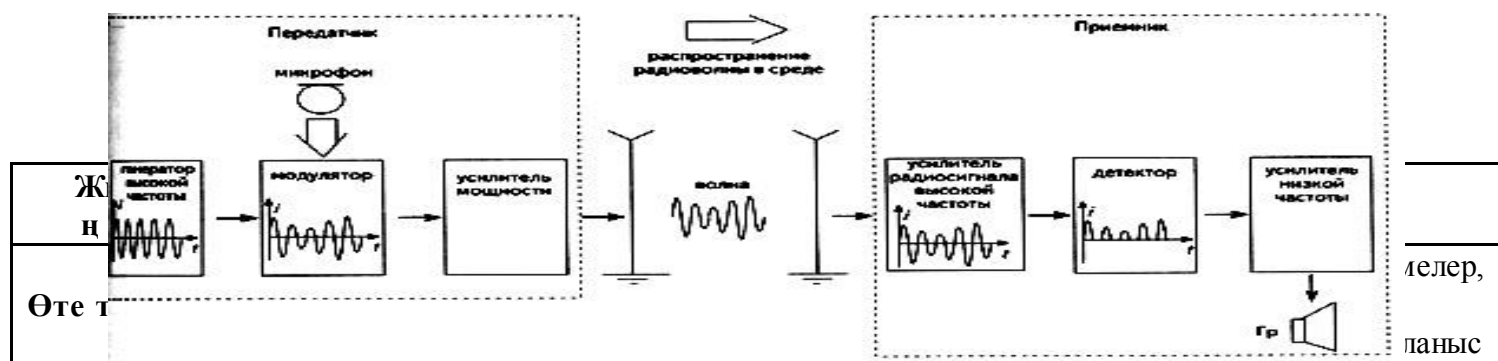
Телехабар. Радиотолқындар тек дыбысты ғана емес, сонымен қатар кескіндерді де қашықтыққа жеткізу үшін пайдаланылады. Телевизиялық радиосигналдар тек ультрақысқа толқын диапазонында ғана жіберіледі.

Телехабарлық радиосигналдар тек ультрақысқа толқын диапазонында ғана жіберіледі. Осындай толқындар әдетте антеннаның тікелей көру шегінде ғана тарайды. Сондықтан телехабармен үлкен атырапты қамту үшін телехабар таратқыштарды жиірек орналастыру және олардың антенналарын жоғарырақ көтеру керек.

Космостық радиобайланыс саласындағы жетістіктер «Орбита» делінетін жаңа байланыс жүйесін жасап шығаруға мүмкіндік берді. Бұл жүйеде ретрансляциялық байланыс спутнигі пайдаланады. «Молния» сериялы байланыс спутниктері аса созылыңқы орбитаға жіберіледі. Олардың айналыс периоды шамамен 12 сағ. Ультрақысқа толқындар ионосфераны тесіп өтеді. Сондықтан олар ғарыш кемелермен байланыс жасау үшін пайдаланылады.

Телеграф пен фототелеграф сияқты едәуір ескі байланыс құралдары да жетілдіріліп жаңа мақсаттар үшін қолданылатын болды.

Адам сөйлегенде дауыс жиілігі 80Гц – тен 12 000Гц, ал есту мүмкіншілігі 16Гц – тен 20 000Гц аясында болады. Дауыс сигналын байланыс жолымен тарату үшін оның жиілік аясы 300Гц – тен 3400Гц – ке дейін болғанда, сөйлеген дыбыс деңгейінің 90%, ал сөздің есту анықтылығы 99% табиғи үнін сақтайды.



				үшін
Төменгі	Километрлік, ұзын	3-30кГц	10-1км	Радио хабарларын 1500-1600м диапазонында тарату мақсатында
Орташа	Гектометрлік, орташа	300кГц-3МГц	1км-100м	Радио хабарларын тарату 600-200м диапазонында тарату
Жоғары	Декаметрлік, қысқа	3МГц-30МГц	100м-10м	Радио хабарларын 75-16м диапазонында тарату мақсатында
Өте жоғары	Метрлік, ультрақысқа	30МГц-300МГц	10м-1м	Телевидение, радиолакация
Ультра жоғары	Дициметрлік	300МГц-3ГГц	1м-10см	Радиорелелі байланыс, телевидение, радиолакацияда
Шекті жоғары	Сантиметрлік	3ГГц-30ГГц	1см-1см	Өте жоғарғы жиілікті техника, спутник көмегімен космостықтық байланыста, радиоастрономияда
Гипер жоғары	Миллиметрлік	30ГГц-300ГГц	1см-1мм	Радиоспектрлік
	Дицимиллиметрлік, субмиллиметрлік	300ГГц-3ТГц	1мм-0,1мм	Космостық байланыста
	Ұзын инфрақызыл толқын	3ТГц-30ТГц	0,1мм-10мкм	ИК-локация, байланысында
	Қысқа инфрақызыл толқын	30ГГц-300ГГц	10мкм-1мкм	ИК - локация, байланысында, физикалық зерттеулерде
	Жақын инфрақызыл толқындар, оптикалы толқындар, жұмсақ ультракүлгін	300ГГц-3000ГГц	1мкм-0,1мкм	Оптикалық сызықтар көмегімен лазерлік байланыстарда
	Ренген сәулеленуі	<3000ГГц	>0,1мкм	Квантты генераторлардың рентгендік сәулеленуінде

Спектрдің ультракүлгін және инфрақызыл бөліктері

Ультракүлгін сәуле шығару — жарық сәулелері спектрінің күлгін бөлігіне іргелес, күлгін және радиосәулелер аралығында орналасқан, толқын ұзындығы 400—10**нанометр** (нм) аралығына сәйкес келетін электромагниттік сәулелер. Толқын ұзындығы қысқарған сайын мөлдір денелердің оларды сіңіруі күшейе түседі, ал ұзындығы 100 нм-ден кем сәулелер толық ұсталып қалады. Көптеген ғарыш денелері, әсіресе Күн ультракүлгін сәуле шығарады. Жерге түсетін ультракүлгін сәулелер А (толқын ұзындығы 400—320 нм), В (320-290 нм) және С (290-40 нм) болып бөлінеді. "А" ультракүлгін сәулесі Жер бетіне көрінетін сәулелермен (жарық сәулелерімен) қатар келіп жетеді, айтарлықтай фотохимиялық әсері бар, мысалы, теріні "тотықтырады" (секпіл басып

кетеді). "В" ультракүлгін сәулесінің едәуір бөлігі Жер атмосферасының озон қабатында тұтылып қалады, тірі протоплазманы жою қасиеті бар. Ол көп мөлшерде әсер еткен жағдайда теріні күйдіреді, қабыршақтандырады, тері обырының кейбір түрлерінің (базальдық клеткалар ісігі, терінің тікенек тәріздес клеткаларының обыры, меланома) себепші болады. Жер бетіне келіп жететін "С" ультракүлгін сәулесі толығымен дерлік атмосфера қабатында тұтылып қалатындықтан, Жер бетіне жетпейді. Ультракүлгін сәулелер организмнің иммунитетін төмендетеді, әр түрлі көз ауруларына себепші болады.

Тарихы

Инфрақызыл сәуленің анықталғанынан кейін, неміс физигі Иоганн Вильгельм Риттер спектрдің қарсысындағы, күлгін түстен толқын ұзындығы қысқа сәулені зерттеуді бастады. 1801 жылы көрінбейтін ол жарықта ыдырайтын күміс хлориді күлгін ауданның шекарасынан тыста орналасқан көрінбейтін сәуле әсерінен тезірек ыдырайтынын байқады. Күміс хлориді жарықта бірнеше минут ішінде күңгірттенеді, ал спектрдің әр бөлігі процесс жылдамдығына әртүрлі деңгейде әсер етеді. Күлгін түске дейінгі ауданда бұл процесс ең тез байқалады. Сол кезде көптеген ғалымдар жарық үш компоненттен құралады деген тұжырымға келді: тотықтандыратын (инфрақызыл), жарықтандыратын (көрінетін жарық) және тотықсыздандыратын (ультракүлгін).

Адам ағзасына әсері

Спектрдің 3 әр түрлі бөлігінде сәулеленудің биологиялық эффекті әр түрлі болғандықтан, биологтар өз ісінде ең маңызды деп келесілерді атайды:

- Жақын ультракүлгін, УКА сәулелер (UVA, 320-400нм)
- УК-В сәулелер (UVB, 290-320нм)
- Алыс ультракүлгін, УК-С (UVC, 40-290нм)

Инфрақызыл сәуле – көрінетін жарықтың қызыл бөлігі (0,74 мкм) мен қысқа толқынды радиосәуленің (1 – 2 мм) арасындағы спектр аймағына орналасқан электрмагниттік сәуле. Инфрақызыл сәуле қыздыру шамын, газразрядты шам шығаратын сәулелердің едәуір бөлігін құрайды.



Кез келген жылы зат инфрақызыл сәуле шығарады.

Инфрақызыл сәулелер - Толқын ұзындығы 760 нм-ден 2 мм-ге ($\lambda = 0,74$ мкм) және ($\lambda \sim 1-2$ мм) дейінгі аралықта жататын электромагниттік сәуле. Инфрақызыл сәуле қыздыру шамын, газразрядты шам шығаратын сәулелердің едәуір бөлігін құрайды. Инфрақызыл сәулелер электромагниттік толқындар шкаласында радиотолқындар мен көрінетін жарық арасындағы бөлікті алып жатады. Инфрақызыл сәулені 1800 жылы ағылшын ғалымы В.Гершель ашты.

Жалпы сипаттамасы



Иттің инфрақызыл сәуле шығаруы

Инфрақызыл сәулелерінің табиғаты көрінетін жарық табиғатымен бірдей. Инфрақызыл сәулелерінің спектры жеке сызықтардан, жолақтан немесе тұтас болып келеді. Қозған атом немесе ион сызықты спектр шығарса, қозған молекула жолақ спектр шығарады. Қызған қатты немесе сұйық денелер тұтас спектрлі инфрақызыл сәулелер шығарады. Күн сәулесінің 50 пайызы инфрақызыл аймақта жатады. Электр шамынан бөлінетін сәуле энергиясының 80 пайызға жуығы инфрақызыл сәуле болып келеді. Инфрақызыл сәуленің екі маңызды сипаттамасы бар:

- толқын ұзындығы (тербеліс жиілігі)
- сәуленің интенсивтілігі.

Инфрақызыл сәулелер толқын ұзындығына байланысты үшке бөлінеді:

- жақын (0,75—1,5 мкм);
- орташа (1,5 – 5,6 мкм);
- алыс (5,6—100 мкм).

Инфрақызыл сәулелерінің әсері және қолданылуы



Инфрақызыл сәулелер көмегімен жасалатын диагностикалық термография

Кейбір заттар инфрақызыл сәулелер түскенде өзінің мөлдірлігінің сыну және шағыллу коэффициенттерін өзгертеді. Көрінетін жарық түскенде мөлдір болатын кейбір заттар инфрақызыл сәуле түскенде мөлдір болмайды. Инфрақызыл сәулелер ғылыми-зерттеу жұмыстарында, криминалистикада, жердегі және ғарыштағы байланыс жұмысында, медицина саласында, фотографияда, жеміс-жидектерді құрғатуда, машиналарды тез кептіру ісінде, биология және мал дәрігерлігінде пайдаланылады.

Медицина саласында

Инфрақызыл сәулелер тері, артрит, ревматизм тәрізді ауруларды емдеуде кеңінен қолданылады. Инфрақызыл сәулелер денеге енгеннен кейін температураны көтеріп, ол жерде ылғал бар болса, оны кептіріп жібере алады. Әсересе күйген жерде ылығалданып тұратын тері ауруларын емдеуде таптырмас құрал. Жалпы инфрақызыл сәулелерімен емдегенде олардың әсер еткен жеріндегі температураны көтеретін қасиеті пайдаланылады.

Адам немес жануарлар денесі шығаратын инфрақызыл сәулелерді суретке түсіру немесе тіркеу арқылы диагностикалық термография жүзеге асып отыр. Инфрақызыл фотография көмегімен қан тамырларындағы, дененің тағы басқа да тұсындағы өзгерістерді суретке түсіруге болады.

Ауыл шаруашылығында

Инфрақызыл сәулелермен ауыл шаруашылығы өнімдерін кептіріп (бидайды, жеміс - жидекті), сонымен қатар дезинфекциялауға болады. Бір қап бидайды 70 секунд ішінде 100°С-қа дейін қыздырғанда бидай әрі кебеді, әрі дезинфекцияланады.

Сүтті инфрақызыл сәулесімен өндегенде оның құрамының өзгермейтіндігі және сүттегі микрофлораның түгел жойылып кететіндігі анықталған. Инфрақызыл сәуле шығаратын құралды "соллюкс" деп атайды. Соллюкс шамы әр түрлі қуатты инфрақызыл сәулелерін шығара алады.

Мал дәрігерлігінде

Жаңа туған бұзаулар мен балапандардың тіршілігінің алғашқы кезінде қолайлы температура тудыру үшін инфрақызыл сәулелерін пайдаланады. Жылыту барысында, сәуле импульстары орталық жүйке жүйесіне беріліп, дененің температурасын реттеп отыруға "басшылық" етеді. Осының нәтижесінде дененің қан айналымы арта түседі де, ағзаның сырқауға деген төзімділігін күшейтеді. Тері температурасының жоғарлауы ферменттердің қызметін арттыра түседі. Ферменттер белоктарды уақтай бастайды. Соның нәтижесінде қанда ұнтақталаған белок өнімдері пайда бола бастайды. Соған орай бұлшық ет пен орталық жүйке жүйесінің жұмысы жақсарады.

6 Бөлім. Оптика

Геометриялық оптика

Физиканың жарықтың электромагниттік толқындарының шығарылуына, таралуына және затпен өзара әсерлесуіне байланысты құбылыстар мен заңдылықтарды зерттейтін бөлімі оптика деп аталады. Жарық толқындары электромагниттік толқындар шкаласында ультрақысқа миллиметрлік радиотолқындардан бастап, гамма – сәуле шығаруға дейінгі орасан зор диапазонды қамтиды.

Геометриялық оптикада жарықтың біртекті ортада таралу заңдылықтары қарастырылады.

Егер ортаның сыну көрсеткіші оның барлық жерінде бірдей болса, онда орта оптикалық біртекті орта деп аталады.

Жарықтың вакуумдегі жылдамдығының оның берілген ортадағы жылдамдығына қатынасын $n = \frac{c}{g}$ осы ортадағы сынудың абсолют көрсеткіші деп аталады.

Екінші ортаның біріншіге қатысты салыстырмалы сыну көрсеткіші n_{21} деп жарықтың бірінші және екінші ортадағы сәйкес v_1 және v_2 жылдамдықтарының қатынасын айтады: $n_{21} = \frac{g_1}{g_2} = \frac{n_2}{n_1}$.

Егер $n_{21} > 1$ болса, онда екінші орта біріншіге қарағанда оптикалық тығызырақ орта деп аталады. Жарық екінші ортаға өтерде ол бөлу шекарасына перпендикуляр түспеген жағдайда оның таралу бағыты өзгереді.

Оптикалық біртекті ортада жарық түзу сызық бойымен таралады.

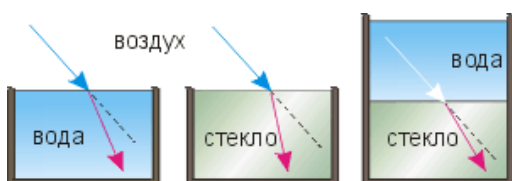
Жарықтың сыну заңдары:

Түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортаны бөліп тұрған шекарадағы түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуля бір жазықтықта жатады.

түсу және сыну бұрыштары синустарының қатынасы тұрақты шама, және ол салыстырмалы сыну көрсеткішіне тең болады.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Бұл заңды Синелус заңы деп те атайды. Оны XVII ғасырда (1621ж) В Синелус тұжырымдаған. Ал 1630 жылы Р. Декарт оған теориялық негіздеме жасаған.

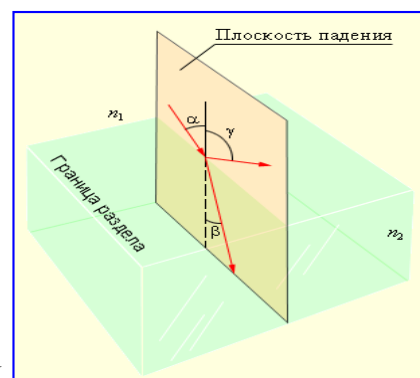


Жарықтың шағылу заңдары:

Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаны бөліп тұрған шекарадағы түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.

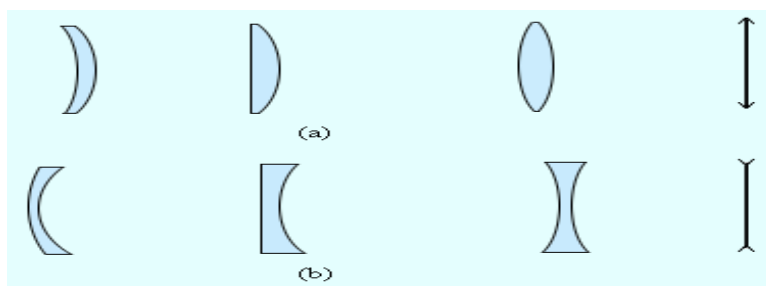
Түсу бұрышы шағылу бұрышына тең болады. $\alpha = \gamma$

Жарықтың сыну және шағылу заңдары жарық жұтылмайтын біртекті орта үшін дұрыс.



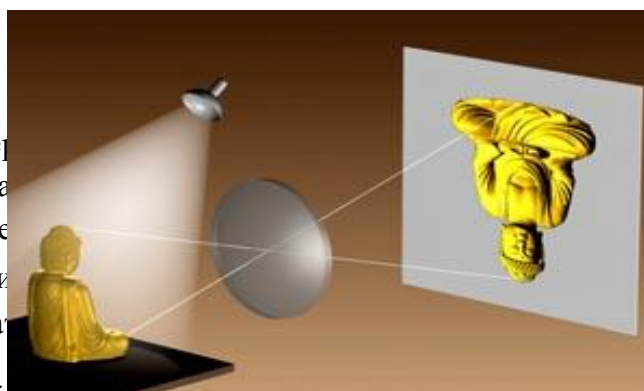
Егер жарық сәулелері оптикалық тығыз ортадан ортаның шекарасына, мысалы, шыныдан суға түссе, онда жарық екінші ортаға өтпейді. Бұл құбылыс толық шағылу деп аталады.

Егер линзаны шектеуші беттердің қисықтық радиустары R_1 және R_2 олардың қалыңдықтарынан анағұрлым аз болса, онда ол жұқа линза деп аталады.



Жинағыш (а) және шашыратқыш (б) линзалар.

Линзалар. Екі сфералық беттерден тұратын жағдайларда бір беті жинағыш, екіншісі шашыратқыш болса, онда ол жұқа линза деп аталады. Егер линзаны шектеуші беттердің қисықтық радиустары олардың қалыңдықтарынан анағұрлым аз болса, онда ол жұқа линза деп аталады.



Линза деп аталады. Жеке жағдайларда бір беті жинағыш, екіншісі шашыратқыш болса, онда ол жұқа линза деп аталады. Егер линзаны шектеуші беттердің қисықтық радиустары олардың қалыңдықтарынан анағұрлым аз болса, онда ол жұқа линза деп аталады.

Линзаны шектеуші сфералық беттердің қисықтық C_1 және C_2 центрлері арқылы өтетін түзу линзаны оптикалық бас осі деп аталады.

Жұқа линзадағы оптикалық бас осьтің екі жақ бетпен қиылысу нүктелері O_1 мен O_2 линзаның *оптикалық центрі* деп аталатын O нүктесінде түйіседі деп есептеуге болады. Линзаның оптикалық центрі арқылы өтетін, бірақ оптикалық қосымша осьтер деп аталады. Оптикалық осьтердің кез-келгенінің бойымен таралатын жарық сәулесі линзадан сынбай өтеді.

Параксиал жарық шоғының оптикалық бас оське параллель таралатын сәулелері осы осьте жатқан және линзаның фокусы деп аталатын нүктеде қиылысады. Линзаның фокусы арқылы оптикалық бас оське перпендикуляр түсірілген MN жазықтық фокустық жазықтық деп аталады. Линзаның оптикалық центрінен оның фокусына дейінгі $OF=f$ қашықтық линзаның фокус аралығы деп аталады:

$$(n_{21} - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Жұқа линзаның формуласы $\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{f}$ параксиал сәулелер үшін дұрыс.

Егер линзаның фокус аралығы оң болса, ($f > 0$), онда линза оң (жинағыш) деп, фокус аралығы $f < 0$ болса, онда теріс (шашыратқыш) деп аталады.

Ауадағы шыны линзалар үшін ($n_2 > n_1$) қос дөңес, жазық дөңес жинағыш линзалар болып табылады. Шашыратқыш шыны линзалар: қос ойыс, жазық ойыс, және дөңес ойыс линзалар болып табылады. Жинағыш линзалардың фокусы шын, ал шашыратқыш линзалардыкі – жалған болады.

Параксиал сәулелер үшін жұқа линза формуласының тағы бір түрі: $\frac{1}{s} + \frac{1}{d} = \pm \frac{1}{|f|}$

немесе $\frac{1}{s} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f}$,

мұндағы $s = |a_1|$, $d = a_2, f$ – линзаның фокус аралығы, плюс таңбасы-жинағыш линза

үшін, минус таңбасы шашыратқыш линза үшін. $D = \frac{1}{f}$ (5.5) шамасы *линзаның оптикалық күші*

деп аталады. Жинағыш линза үшін $D > 0$, шашыратқыш линза үшін $D < 0$. D оптикалық күші $f=1$ м болғанда бір *диоптрияға* тең.

Заттар

Ауаға қатысты сыну көрсеткіші

Су	1,33
глицерин	1,47
Алмас	2,42
Мұз	1,31
Тұз	1,54
Кварц	1,54
Лағыл	1,76
Қант	1,56
Шыны сорттары	1,47 до 2.04

Суда дененің геометриялық өлшемдері 1,33 есе өзгеріп (үлкейіп) көрінеді.

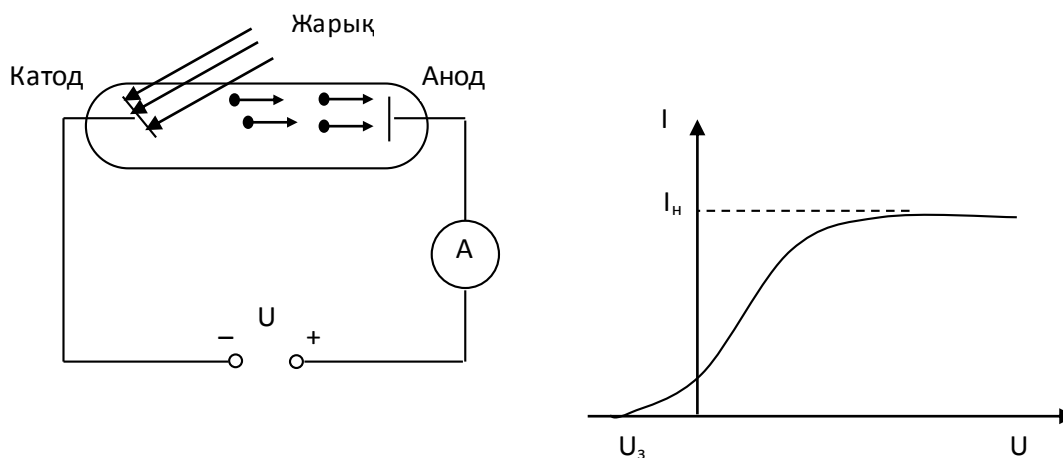
1. Геометриялық оптика нені оқытады?
2. Жарық сәулесі және сәуленің түсу жазықтығы деген не?
3. Шағылу заңын кім айтады?
4. Оның математикалық өрнегін тақтаға кім жазып көрсетеді?
5. Жазық айнада айнадағы кескіннің шын кескіннен қандай айырмашылықтары бар?

8 бөлім. Кванттық физика

XIX ғасырдың аяғында Герц жарық әсерінен металдар электрондар шығара алатынын байқады. Бұл құбылыс *сыртқы фотоэффект* деп аталады.

Сыртқы фотоэффект деп зат бетінен оған түскен жарық әсерінен электрондарды ыршытып шығаруын айтамыз.

Фотоэффектіні оқып үйренуде көп үлес қосқан орыс физигі Столетов болды, ол мына қондырғыны пайдаланды.



13.1 - сурет. Фотоэффектіні оқып үйренуге арналған қондырғы.

Ауасы сорылған шыны баллонға екі электрод бекітілген. Электродтарға шамасын өзгерте алатын кернеу беріледі. Электродқа бекітілген теріс полюске (катод) жарық сәулесі бағытталады. Жарық катодтан электрондарды (*фотоэлектрондар* деп атайды) ыршытып шығарады. Сонда катод оң зарядталады. Шығарылған электрондардың бір бөлігі катодқа қайта оралады. Қалған бөлігі анодқа жетеді де, ток түзейді. Кернеу артқанда анодқа жеткен электрондардың үлесі артады және тізбекте ток артады. Қашан барлық шығарылған электрондар анодқа жеткенше ток қанығады, оның артуы тоқтайды.

Фотоэффектінің келесі заңдары алынды.

□ 1 с-та катодтан шығарылған электрондардың жалпы саны түскен сәуленің қарқындылығына тура пропорционал.

□ Фотоэлектрондардың максимал энергиясы жарық жиілігімен сызықты артады және оның қарқындылығына тәуелсіз.

□ Әрбір зат үшін фотоэффект тағы да мүмкін болатын *минимал жарықтың жиілігі* болады. Бұл жиілікті *фотоэффектінің қызыл шекарасы* деп аталады.

Фотоэффектінің құбылысы туралы түсінікті Альберт Эйнштейн (1905 ж.) берді, ол жарық жеке порциялармен — кванттармен жұтылады деген тұжырымын ұсынды. Бір кванттың энергиясы жарықтың жиілігіне пропорционал:

$$E = h \cdot \nu,$$

мұндағы h — Планк тұрақтысы.

Эйнштейннің ұсынысы Планктың сәуле шығарудың кванттық гипотезасын толықтырды.

Эйнштейн фотоэффектінің келесі механизмін ұсынды. Электрон жарық квантын жұтады және оның барлық энергиясын алады (сонда квант жоғалады). Алынған энергияның бір бөлігі металдан электронды алып шығуға жұмсалады және оны шығу жұмысы ($A_{\text{шығ}}$) деп атайды. Квант энергиясының қалғаны электронды ұрып шығаратын кинетикалық энергияға ауысады ($E_k = m \cdot g^2/2$). Энергияның сақталу заңы бойынша былай жазуға болады:

$$h \cdot \nu = A_{\text{шығ}} + m \cdot g^2/2. \quad (13.3)$$

Бұл теңдеу фотоэффекті үшін Эйнштейн теңдеуі деп аталады.

Егер жарық квантының энергиясы *жұмыстан аз болса*, фотоэффектіге орын жоқ. Осыдан фотоэффект болатын минимал жарықтың жиілігі үшін теңдеуді аламыз:

$$h \cdot \nu_{\text{мин}} = A_{\text{шығ}}.$$

Бұл жиілік *фотоэффектінің қызыл шекарасы* деп аталады («қызыл» шекара деген ұғым ұзынтолқынды шекара мағынасында қолданылады).

Заттың жарықты жұтуы арнайы фотохимиялық реакциялармен жүруі мүмкін.

Фотохимиялық реакциялар — жарықтың жұтылуымен қатар жүретін заттың химиялық түрленуі.

Фотохимиялық реакциялар фотохимиялық реакцияларды синтездеу және айыру болып екіге бөлінеді (13.1- кесте).

13.1- кесте. Фотохимиялық реакциялар

Синтез реакциясы	Айыру реакциясы
<p>Өсімдіктерде көмірсулардың түзілу және оттегінің бөліну реакциясы: $CO_2 + 2H_2O + Nh\nu \rightarrow CH_2O + H_2O + O_2$.</p> <p>Кейбір бактериялар үшін тән реакция: $CO_2 + 2H_2S + Nh\nu \rightarrow CH_2O + H_2O + 2S$.</p> <p>Озонның түзілу реакциясы: $3O_2 + hv \rightarrow 2O_3$</p>	<p>Бромды күмістің айырылу реакциясы: $AgBr + hv \rightarrow Ag + Br$,</p> <p>Фотографияда түсіру және көшірме жасау үдерістерінде қолданылады - фотопенкадан фотоқағазға кескінді тасымалдау</p>

Фотохимиялық реакциялар үшін келесі заңдылықтар тағайындалған:

1) химиялық реакция кезінде бейімделетін заттың массасы оның жұтқан жарығының энергиясына пропорционал:

$$m = kE,$$

мұндағы k — фотохимиялық реакциялардың табиғатына тәуелді коэффициент;

2) Әрбір фотохимиялық реакциялар үшін ν_0 минимал жарық жиілігі болады, төмен болса берілген реакция жүрмейді (фотохимиялық реакциялардың қызыл шекарасы).

Фотохимиялық реакциялар барлық фотобиологиялық үдерістердің ажыратылмайтын кезеңі болып табылады.

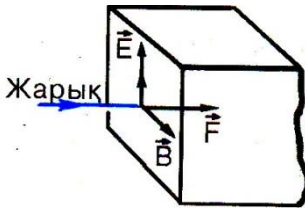
Фотобиологиялық үдерістер — биологиялық функционалды молекулаларының жарық квантын жұтуынан бастап ағзада немесе ұлпаларда сәйкес физиологиялық реакциялармен аяқталатын үдерістер.

Фотобиологиялық үдерістерге жатады:

- *фотосинтез* — күннің жарық энергиясы есебінен органикалық молекулаларының синтезі;
- *фототаксис* — ағзалардың жарықтан немесе жарыққа қозғалуы (мысалы, бактериялар);
- *фототропизм* — өсімдік жапырақтарының жарықтан немес одан бұрылуы (бұтақтары);
- *фотопериодизм* — жануарлардың «жарық қараңғы» циклдік әсерлері жолымен тәуліктік және жылдық регуляциясы;
- *көру* — көздің жарық энергиясын нерв импульсі энергиясына айналуымен жүретін жарықты қабылдауы; көз бұршағының тұмандануы;
- жарық әсерінен тері күйінің өзгерістері: эритема, эдема, күнге күйу, пигментация, күйік, тері рагы.

ЖАРЫҚ ҚЫСЫМЫ

Максвелл жарықтың электромагниттік теориясы негізінде жарық қарсы кездесетін тосқауылдарға қысым көрсететіндігін алдын ала болжап айтты.



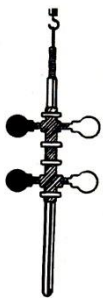
Жарық қысымын П.Н.Лебедев өлшеді.

Толқынның электр өрісінің әсерінен денедегі электрондар тербеліс жасайды. Электр

тоғы пайда болады. Бұл ток электр өрісі кернеулігінің бойымен бағытталған (1- сурет). Реттелген қозғалыстағы электрондарға магнит өрісі тарапынан толқынның таралу бағытына қарай бағытталған Лоренц күші \vec{F} әсер етеді. Бұл - жарық қысымының күші.

Максвелл теориясының дұрыстығын дәлелдеу үшін жарық қысымын өлшеу маңызды болды. Көптеген ғалымдар солай жасамақшы еді, бірақ жарық қысымы өте аз болғандықтан, оның сәті келмеді. Ашық күндері 1 м^2 ауданға не бары $4 \cdot 10^8 \text{ Н}$ күш әсер етеді. Жарық қысымын алғашқы рет атақты орыс физигі **Петр Николаевич Лебедев** 1900 ж. өлшеді.

Лебедевтің аспабы жіңішке шыны қылға ілінген өте жеңіл стерженьнен тұрады, оған жеңіл қанатшалар жапсырылған (2-сурет). Аспап ауасы сорылып алынған ыдыстың



ішіне тұтас орналастырылған. Жарық стерженьнің бір жағына орналасқан қанатшаларға түскен. Қысымының шамасы туралы жіптің шиыршықталу бұрышы бойынша сөз етуге болады. Жарық қысымын дәл өлшеу қиындығы ауаны ыдыстан түгелдей сорып алу мүмкін еместігімен байланысты болды (қанатшалар мен ыдыс қабырғаларының біркелкі қызбауынан ауа молекулаларының қозғалысы қосымша айналдырушы моменттің пайда болуына себепші болады). Сонымен бірге, қанатшалар беттерінің әр түрлі қызуы жіптің шиыршықталуына әсер етеді (жарық көзіне қарай бағытталған бет қарама-қарсы беттен артық қызады). Неғұрлым көбірек қызған беттен шағылған молекулалар, аздап қызған беттен шағылған молекулаларға қарағанда, қанатшаға үлкен импульс береді.

Сол кездегі эксперименттік техника дәрежесінің төмендігіне қарамастан, өте үлкен ыдыс және өте жұқа қанатшалар алып, Лебедев осы қиыншылықтардың бәрін жеңе білді. Ақырында жарықтың қатты денелерге қысым түсіретіне дәлелденді және оның шамасы өлшенді. Ол Максвеллдің алдын ала айтқанымен дәл келді. Соңынан үш жыл еңбектеніп, Лебедев бұдан да нәзік экспериментті іс жүзіне асырды: жарықтың газдарға түсіретін қысымын өлшеді.

Жарықтың кванттық теориясының пайда болуы жарық қысымының себебін өте оңай түсіндіруге мүмкіндік берді. Әдеттегі тыныштық массасы бар заттың бөлшектері сияқты, фотондардың импульсі бар. Олар өздерін жұтқан денеге өз импульсін береді. Бірақ импульстің

сақталу заңына сәйкес дененің импульсі жұтылған фотондар импульсіне тең. Сондықтан тыныштықтағы дене қозғалысқа келеді. Дене импульсінің өзгеруі дегеніміз - Ньютонның екінші заңына сәйкес, денеге күш әсер етті деген сөз.

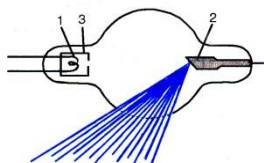
Лебедев тәжірибелерін фотондарды импульс болады дегеннің эксперименттік дәлелдемесі ретінде қарастыруға болады.

Әдеттегі жағдайларда жарық қысымы өте аз болса да, оның әсері едәуір болуы мүмкін. Температурасы бірнеше ондаған миллион градус жұлдыздардың ішінде электромагниттік толқын шығарудың қысымы аса зор шамаға жетуі мүмкін. Бұл қысым гравитациялық күштермен қатар жұлдыздардың ішіндегі процестерде маңызды рөл атқарады.

Максвелл динамикасына сәйкес жарық қысымы электромагниттік толқынның электр өрісінің ықпалынан тербелетін ортаның электрондарына Лоренц күші әсер ететіндіктен туындайды. Кванттық теория тұрғысынан алғанда фотондар жұтылғанда олардың денеге беретін импульстерінің нәтижесінде қысым көрініс береді.

Рентген түтігінің құрылысы

Қазіргі кезде рентген сәулелерін шығарып алу үшін рентген түтіктері деп аталатын әбден жетілдірілген құрылғылар жасалған.



3-суретте электрондық рентген түтігінің ықшамдалған схемасы кескінделген. Катод 1- вольфрамнан жасалған қылсым,

ол термоэлектрондық эмиссия есебінен электрондар шығарады. Цилиндр 3 - электрондар ағынын фокустайды, сонан соң олар металл электродпен 2- (анодпен) соқтығысады. Осыдан рентген сәулелері туындайды. Анод пен катодтың арасындағы кернеу бірнеше ондаған киловольтқа жетеді. Түтікке толық вакуум жасалады; ондағы газдың қысымы 10^{-5} мм сын. бағ-нан аспайды.

Қуатты рентген түтіктерінде анод сумен салқындатылады, өйткені электрондар тежелгенде көп мөлшерде жылу бөлініп шығады. Электрондар энергиясының 3%-і ғана пайдалы сәулеге айналады.

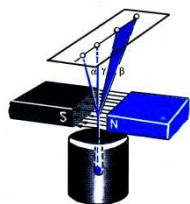
Рентген сәулелерінің толқын ұзындығы 10^{-9} -нен 10^{-10} -не дейінгі диапазонда болады. Олардың өтімділік қабілеті зор және медицинада, сондай-ақ кристалдар мен күрделі органикалық молекулалардың құрылымын зерттеу үшін пайдаланылады

Рентген сәулелерінің ашылуы. Бұл сәулелерді 1895 ж. неміс физигі Вильгельм Рентген ашқан. Рентген өзіне дейінгі көптеген ғалымдардың мән бермеген және аңғара қоймағандарын байқай білді. Осы ерекше қабілеті оның тамаша жаңалық ашуына жәрдемдесті. XIX ғасырдың аяғында аз қысымды газдардағы разряд физиктердің назарын жаппай аударды. Бұл жағдайларда газ разрядтық түтіктерде өте шапшаң электрондардың ағыны туғызылған. Сол уақытта оларды катод сәулелері деп атаған. Бұл сәулелердің табиғаты ол кезде сенімді түрде тиянақтала қоймаған еді. Тек бұл сәулелердің шығатын басы түтіктің катодында екені ғана мәлім болған. Катод сәулелерін зерттеумен шұғылданған Рентген, фотопластина қара қағазға ораулы тұрғанына қарамастан, разрядтық түтікшенің маңында ағарып қалғанын байқады. Осыдан кейін ол тағы бір таңқаларлық, құбылысты байқады. Барийдің платина ерітіндісіне батырылған қағаз экранға разрядтық түтікшені орағанда, экран ағара бастайтыны байқалды. Оның үстіне, Рентген түтікше мен экранның арасына қолын ұстағанда экранда қолдың нобайының қылаң реңкінде сүйектердің көлеңкелері көрінеді.

Ғалым разрядтық түтікшемен жұмыс істегенде бұрын белгісіз күшті, өтімді сәуле пайда болатынын түсінді. Ол оны **X-сәулелер** деп атады. Соңынан бұл сәулелерге “рентген сәулелері” деген термин берік қалыптасты. Рентген жаңа сәуле катод сәулелерінің (шапшаң электрондар ағыны) шыны түтіктің қабырғаларына соқтығысқан орындарында пайда болатынын байқаған. Бұл орында шыны жасылдау жарық шығарған. X-сәулелер шапшаң электрондарды кез келген кедергімен, атап айтқанда металл электрондармен тежегенде пайда болатынын кейінгі тәжірибелер көрсетті.

Радиоактивтілік . Ядролық күштер.

Радиоактивті элементтер ашылған соң олардың сәуле шығаруының фи-зикалық табиғатын зерттеу басталды, Беккерель мен ерлі-зайыпты Кюрилерден басқа, бұл мәселемен Резерфорд шұғылдана бастады.



Радиоактивті сәуле шығарудың құрамы күрделі екенін аңғаруға мүмкіндік берген классикалық тәжірибе мынадай еді. Радий препараты кесек қорғасыннан жасалған жіңішке өзекшенің түбіне қойылды. Өзекшенің қарсысына фотопластинка қойылған. Өзекшеден шыққан сәулеге, оған индукция сызығы перпендикуляр күшті магнит өрісі (1-сурет) әсер еткен. Қондырға түгелдей вакуумға орналастырылған. Магнит өрісі жоқ кезде айқындалғаннан кейін фотопластинада өзекшенің дәл қарсысынан қара дақ байқалады. Ал магнит өрісінде бұл шоқ үш шоққа бөлінген. Бастапқы ағынның екі құраушысы қарама-қарсы жаққа ауытқыған. Бұл оларда қарама-қарсы таңбалы электр зарядтары бар екенін көрсетті. Сонымен бірге сәуле шығарудың теріс құраушысынан гөрі анағұрлым көп ауытқыған. Магнит өрісі үшінші құраушыны ауытқытпаған. Сәуле шығарудың оң зарядталған құраушысы - *альфа-сәулелер*, теріс зарядталғаны - *бета-сәулелер* және бейтарабы *гамма-сәулелер* (*α-сәулелер*, *β-сәулелер*, *γ-сәулелер*) деп аталады. Сәулелердің бұл үш түрінің бір-бірінен айырмашылығы өтімділік қабілетінде, яғни түрліше заттардағы олардың жұтылу интенсивтігінде болады. Өтімділік қабілеті ең азы - *α-сәулелер*. Олар қалыңдығы *0,1 мм* қағаздан өте алмайды. Егер қорғасын пластинадағы тесікті бір жапырақ қағазбен бекітсек, онда фотопластинада *α-сәулеге* сөйкес келетін қара дақ байқалмайды. Зат арқылы *β-сәулелер* өткенде, олар анағұрлым аз жұтылады. Тек қалыңдығы бірнеше миллиметр алюминий пластина ғана оларды түгелімен өткізбейді. Ең күшті өтімділік қабілеті бары - *γ-сәулелер*.

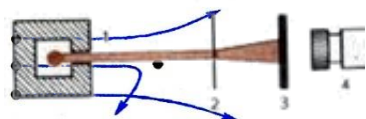
γ-сәулелердің жұтылу қарқынды жұтатын заттың атомдық нөмірі артқан сайын өседі. Бірақ қалыңдығы *1 см* қорғасын қабатының өзі олар үшін өткізбейтін тосқауыл бола алмайды. Осындай қорғасын қабаты арқылы *γ-сәулелер* өткенде олардың қарқынды небары екі есе кемиді. *α-, β- және γ-сәулелердің* физикалық табиғаты түрліше екендігі күмәнсіз.

Атомның күрделі құрылысының ашылуы - қазіргі физиканың қалыптасып, онан әрі дамуына түрткі болған аса маңызды кезең болып табылады. Атом құрылысының сандық теориясының туындау процесінде атомдық спектрлерін түсіндірудің нәтижесінде микробөлшектердің қозғалысының жаңа заңдары - кванттық механиканың заңдары ашылды.

АТОМНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫНЫҢ ҒАЛАМШАРЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ

Ағылшын физигі Эрнест Резерфорд *α-бөлшектердің* заттан шашырауын зерттеді де, 1911 жылы атом ядросы — массивті түзілім, ол өлшемдері жағынан атомнан ондаған мың есе кіші екенін айтты.

Томсон моделі. Атомның құрылысы туралы дұрыс ұғымға ғалымдар



бірден келе қойған жоқ. Атомның алғашқы моделін ұсынған, электронды ашқан - атақты ағылшын физигі Дж. Дж. Томсон болды. Томсонның ойынша, атомның оң заряды атомның көлемін түгел жайлайды және осы көлемде тұрақты тығыздықпен тарайды. Ең қарапайым атом - сутегі атомы, радиусы, 10^{-8} см-ге жуық оң зарядталған шар, оның ішінде электрон орналасады. Күрделірек атомдарда оң зарядталған шардың ішінде бірнеше электрондар болады, сөйтіп, атом жүзім салып пісірген нан сияқты, ондағы жүзімдер электрон рөлін атқарады. Бірақ Томсон ұсынған атом моделі атомдағы оң зарядтың таралуын зерттеудегі тәжірибе нәтижелерімен тікелей қайшылыққа келген. Тұңғыш рет ағылшынның ұлы физигі Эрнест Резерфорд жасаған бұл тәжірибелердің атом құрылысын түсіндірудегі рөлі соншалықты зор.

Атом ядросының өлшемдерін анықтау

Атомның оң заряды мен массасы кеңістіктің өте кішкентай жеріне шоғырланған болса ғана α -бөлшектердің кері тебілуі мүмкін болатынын Резерфорд түсінген еді. Сөйтіп, Резерфорд атомның түгелдей дерлік массасы мен барлық оң заряды шоғырланған кішкентай дене идеясына – атом ядросы идеясына келді.

2-суретте ядродан әртүрлі қашықтыққа ұшып өтетін α -бөлшектердің траекториясы көрсетілген.

Түрліше бұрыштарға шашыраған α -бөлшектердің санын есептей отырып, Резерфорд ядроның өлшемдерін де бағалады. Ядроның диаметрлері 10^{-12} – 10^{-13} см (әртүрлі ядролардың диаметрлері түрліше болады) шамасында екен. Ал атомның өзінің өлшемі 10^{-8} см, яғни ядроның өлшемдерінен 10—100 мың есе үлкен. Соңынан ядроның зарядын да анықтау мүмкін болды. Электронның зарядын бірлік өлшем етіп алатын болсақ, онда ядроның заряды осы химиялық элементтің Д.И.Менделеев кестесіндегі реттік нөміріне дәлме-дәл тең екен.

Атомның планетарлық моделі

Резерфордтың тәжірибелерінен тікелей атомның планетарлық моделі келіп шығады. Центрінде массасы түгелдей дерлік жинақталған оң зарядталған атом ядросы орналасқан. Бүтіндей алғанда атом нейтрал. Сондықтан атом ішіндегі электрондардың саны да, ядроның заряды сияқты, периодты жүйедегі элементтің реттік нөміріне тең. Атом ішіндегі электрондардың тыныш тұруы мүмкін еместігі өзінен-өзі айқын болмаса да, олар ядроға құлап түсер еді. Олар Күнді айнала қозғалатын ғаламшарлар тәрізді, ядроны айнала белгілі орбиталармен қозғалып жүреді. Электрондардың бұл сипаттас қозғалысы ядро тарапынан пайда болатын кулондық күштің әсерінен туады. Сутегі атомының ядросын айнала тек бір ғана электрон қозғалады. Сутегі атомы ядросының модулі бойынша электронның зарядына тең оң заряды бар, ал массасы электронның массасынан шамамен 1836,1 есе көп. Бұл ядро протон деген атақ алып, элементар бөлшек ретінде қарастырыла бастады. Атомның өлшемі - бұл оның электронының орбитасының радиусы (3-сурет). Атомның қарапайым және көрнекі планетарлық моделінің тікелей эксперименттік дәлелдемесі бар. α - бөлшектердің шашырау тәжірибесін дәлелдеу үшін ол сөзсіз керек сияқты. Бірақ бұл модель атомның бар болу (өмір сүру) фактісінің өзін, оның орнықтылығын түсіндіре алмады. Электрондар орбита бойымен едәуір үдеумен қозғалады. Максвеллдің электродинамикалық заңдары бойынша, үдей қозғалатын заряд жиілігі бір секундтағы ядроны айнала санына тең болатын электромагниттік толқын шығаруы тиіс. Сәуле шығаруда энергия шығыны болады. Атмосфераның жоғарғы қабаттарында тежелген кезде Жер серігінің Жерге жақындайтыны сияқты, энергиясын жоғалта отырып, электрондар да ядроға жақындауы тиіс. Ньютон механикасы мен Максвелл электродинамикасына негізделген мұқият есептеулер көрсеткендей, болмашы аз уақытта (10^{-8} с шамасында) электрон ядроға құлап түсуі керек. Атом

өзінің өмір сүруін тоқтатуы тиіс.

Резерфорд атомның планеталық моделін жасады: электрондар, галамшарлардың Күнді айнала қозғалатыны сияқты, ядроны айнала қозғалады. Бұл модель қарапайым эксперимент жүзінде негізделген, бірақ атомдардың орнықтылығын түсіндіре алмайды. **ИЗОТОПТАР**

Радиоактивтік құбылысты зерттеу атом ядроларының табиғатына қатысты маңызды жаңалықтардың ашылуына себепші болды.

Көптеген радиоактивтік түрленулерді бақылау нәтижесінде радиоактивтік қасиеттері мүлдем әртүрлі (яғни түрліше тәсілдермен ыдырайтын), бірақ өздерінің химиялық қасиеттері жөнінен барабар заттар бар екені анықталды. Белгілі химиялық тәсілдердің бәрімен де оларды ажырату ешбір мүмкін болмады. Осының негізінде 1911 ж. Содди химиялық қасиеттері бірдей, басқа жағынан, мәселен өзінің радиоактивтігімен ұқсамайтын элементтер бар екені жөнінде болжам айтты. Мұндай элементтерді Менделеевтің периодтық жүйесінің бір тор кезіне орналастыру керек. Сондықтан Содди оларды *изотоптар* (яғни периодтық жүйеде бірдей орын алатындар) деп атады.

Бір жылдан соң Дж.Томсон электр және магнит өрісіндегі ауытқу тәсілімен неон индарының массасына дәл өлшеулер жүргізген кезде Соддидің болжамы ойдағыдай дәлелденіп, оған терең түсініктеме берілді. Томсон неон атомдардың екі түрінің қоспасы екенін байқады. Олардың басым көпшілігінің салыстырмалы атомдық массасы 20-ға тең. Бірақ салыстырмалы атомдық массасы 22-ге тең аздаған атомдар қоспасы да бар. Осының нәтижесінде қоспаның салыстырмалы атомдық массасы, 20,2-ге тең. Бірдей химиялық қасиеттері бар атомдардың массаларында айырмашылық байқалды. Неонның екі түрінің де Менделеев кестесінде бірдей орын алатындығы анық, ендеше, олар изотоптар болып табылады. Сонымен, изотоптардың тек өздерінің радиоактивтік қасиеттері жағынан ғана емес, массасы жағынан да айырмашылығы болады екен. Сонымен бірге соңғы жағдай басымырақ рөл атқарады. Изотоптарда атом ядроларының зарядтары бірдей болады. Сондықтан атом қабықшаларындағы электрондар саны, демек, изотоптардың химиялық қасиеттері бірдей. Бірақ ядроның массалары әртүрлі. Сонымен қатар, ядролар радиоактивті де, тұрақты да бола алады. Радиоактивті изотоптар қасиеттерінің түрліше болуы олардың ядроларының массалары әр түрлі болуына байланысты. Қазіргі уақытта химиялық элементтердің бәрінің изотоптары бар екендігі анықталған. Кейбір элементтердің изотоптары тұрақты болмайды (яғни радиоактивті). Изотоптар табиғаттағы ең ауыр элемент — уранда (салыстырмалы атомдық массасы 238, 235 т. б.) және ең жеңіл — сутегінде де (салыстырмалы атомдық массасы 1, 2, 3) бар.

Әсіресе сутегінің изотоптары ерекше, себебі массасы жағынан екі немесе үш есе айырмашылығы бар. *Салыстырмалы атомдық массасы 2 болатын изотоп дейтерий деп аталады.* Ол стабилді (яғни радиоактивті емес) және әдеттегі сутегіне аздаған қоспа (1:4500) түрінде енеді. Дейтерий оттегімен қосылғанда *ауыр су* пайда болады. Оның физикалық қасиеттері кәдімгі судың қасиетінен анағұрлым бөлек. Қалыпты атмосфералық қысымда ол 101,2° С-та қайнайды да, 3,8°С-та қатады. Салыстырмалы атомдық массасы 3 болатын изотоп тритий деп аталады. Ол β -*радиоактивті*, жартылай ыдырау периоды 12 жылға жуық. Изотоптардың болуы, атом ядросының заряды атомдардың барлық қасиеттерін анықтамай, тек химиялық қасиеттері мен электрон қабықшасының маңына байланысты физикалық қасиеттерін, мысалы, өлшемдерін анықтайтындығын дәлелдейді. Атомның массасы мен радиоактивтік қасиеттері оның Менделеев кестесіндегі реттік нөмірімен анықталмайды. Изотоптардың салыстырмалы атомдық массаларын дәл өлшегенде олардың бүтін сандарға өте жақын болатындығының елеулі маңызы бар.

Атом ядросының байланыс энергиясы

Ядролық физикада аса маңызды рөл атқаратын ұғым ядроның байланыс энергиясы. Байланыс энергиясы ядроның орнықтылығын түсіндіруге, ядролық энергияның бөлініп шығуына келтіретін қандай процестер екенін айқындауға мүмкіндік береді.

Нуклондар ядро ішінде ядролық күштермен мықтап ұстасқан. Нуклонды ядродан бөліп алу үшін, зор жұмыс істелуі керек, яғни ядроға едәуір энергия беру керек.

Ядроның байланыс энергиясы дегеніміз — ядроны түгелімен жеке нуклондарға ыдырату үшін қажет энергия. Энергияның сақталу заңының негізінде жеке бөлшектерден ядро түзілгенде бөлініп шығатын энергия байланыс энергиясына тең деп сенімді түрде айтуға болады. Атом ядроларының байланыс энергиясы өте көп. Бірақ оны қалай табу керек?

Қазіргі кезде байланыс энергиясын атомдағы электрондар үшін жасалғандай етіп теориялық жолмен есептеу мүмкін емес. Осыған сәйкес есептеулерді тек масса мен энергияның арасындағы Эйнштейн қатынасын қолданып қана орындауға болады:

$$E = mc^2 \quad (1)$$

Ядроның массаларын өте дәл өлшеулер ядроның тыныштық массасы M_J әрқашан оны құраушы протондар мен нейтрондардың тыныштық массаларының қосындысынан кем болатындығын көрсетті:

$$M_J > Zm_p + Nm_n \quad (2)$$

Массалар ақауы дейгін болады: массалардың айырымы оң сан:

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_J$$

Мысалы, гелий үшін ядроның массасы екі протон мен екі нейтрон массаларының қосындысынан 0,75% кем. Соған сәйкес гелийдің бір молі үшін $\Delta M = 0,03g$

Нуклондардан ядро пайда болғанда массаның кемуі, бұл жағдайда осы нуклондар жүйесінің энергиясы $E_{бай}$ байланыс энергиясының шамасына кемитіндігін көрсетеді:

$$E_{бай} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_J) c^2 \quad (3)$$

Бірақ мұнда $E_{бай}$ энергиясы мен ΔM масса қайда кетеді?

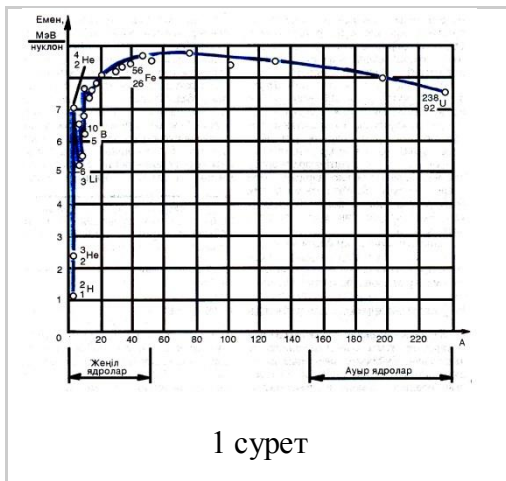
Бөлшектерден ядро түзілгенде бөлшектер, ара қашықтық үлкен болмағанда, ядролық күштер әсерінің есебінен бір-біріне орасан зор үдеумен ұмтылады. Мұнда шығарылатын γ -кванттың энергиясы $E_{бай}$, ал массасы

$$\Delta M = \frac{E_{бай}}{c^2}$$

болады. Байланыс энергиясы шамасының қаншалықты үлкен екендігін мысалмен түсіндіруге болады: 4g гелий пайда болғанда шығатын энергия мен 1,5-2 вагон тас көмір жанғанда бөлініп

шығатын энергияға тең болады.

Меншікті байланыс энергиясының массалық A санға тәуелділігіне қарап ядролардың қасиеттері жөнінде негізгі ақпарат алуға болады.



1 сурет

Меншікті байланыс энергиясы деп ядроның бір нуклонына сәйкес келетін байланыс энергиясын атайды. Оны эксперимент жүзінде анықтайды.

Ең жеңіл ядроларды есептегенде меншікті байланыс энергиясы шамамен тұрақты және 8 МэВ/нуклонға тең екені 1-суреттен жақсы көрінеді. Сутегі атомындағы электрон мен ядроның иондау энергиясына тең байланыс энергиясы ол шамадан миллион есе дерліктей кіші.

1-суреттегі қисық максимум мәнге жетпеген. Максимал меншікті байланыс энергиясы (8 МэВ/нуклон) болатындар массалық сандары 50-ден 60-қа дейінгі элементтер болып келеді. Бұл элементтердің ядролары ең орнықты.

Z-тің өсуіне қарай протондардың кулондық тебілу энергиясы артатын болғандықтан, ауыр ядролардың меншікті байланыс энергиясы кемиді. Кулондық күштер ядроны жаруға тырысады.

Ядродағы бөлшектер бір-бірімен күшті байланысқан. Бөлшектердің байланыс энергиясы масса ақауымен (дефектісі) анықталады.

10 бөлім. Космология

Біздің Галактика. Галактикалардың екпінді қозғалысы.

1. Галактика түрлері.
2. Ашылу тарихы
3. Жұлдыздар жинақтары мен олардың қозғалысы
4. Жұлдызаралық тозаң және газ
5. Аспан сферасындағы Күн қозғалысы.
6. Метагалактика және оның ұлғаюы.
7. Сұрақтар.

Галактика – жұлдыздар мен жұлдыздардың шоғырлануы, жұлдызаралық газдар мен тозаңнан және түнек материясынан құралған алып, гравитациялық-байланысқан жүйе.

Галактика түрлері. Өткен ғасырдың 20-жылдары Э.Хаббл галактикаларды пішіні бойынша үш топқа бөлген.

Жұлдыздары спираль бойымен орналасқан *спиральдық галактикалар*;

Эллипсоид пішіндес *эллипстік галактикалар*;

Белгілі бір пішіні жоқ *бұрыс галактикалар*.

Біздің галактика спиральдық галактикалар қатарына жатады. Галактикалардың барлығы да қозғалыс үстінде дамиды, өзгереді, өшеді, қайтадан пайда болады. Қазіргі ғаламат Әлем тығыздығы шексіз үлкен, ал көлемі шексіз кіші нүктедей ға на. Шамамен жүз жыл бұрын біздің галактика әлемдегі жалғыз дене деп есептелді және барлық көрінетін тұмандықтар біздің галактикаға жатады деп саналады. Бұл оларға дейінгі қашықтықтарды анықтаудың қиындықтарына байланысты болды. Қазір ғарыштағы 20 галактиканың жергілікті шоғырын және басқа 10 млрд-қа жуық галактиканы білеміз. Олар топтасып орналасқан және ең сезімтал құралдардың көмегімен анықтайтын қашықтықта жан-жаққа таралып, бір-бірінен алшақтап барады.

Оңтүстік жарты шардың түнгі аспанынан бізге ең жақын "Магеллан бұлттарын" бақылай аламыз. Зер салып қарағанда бұлт "толқып" тұрған тәрізді. Астрономдар оның толқуын біздің галактикаға жақын орналасуымен түсіндіреді. Бір кездері "Магеллан бұлттары" біздің галактикамен соқтығысқан секілді. "Магеллан бұлттары" Құс жолынан көп кіші. Олар біздің Галактиканың серігі. Миллиардтаған жылдардан кейін олардың тағы да бір-біріне жақындауы мүмкін.

"Магеллан бұлтынан" сәл әріректе "Андромеда" галактикасы бар. XX ғасырдың басында оған дейінгі қашықтық анықталып, ол 2 млн жарық жылына тең болды. Біздің Галактика, "Магеллан бұлттары", "Андромеда" және "Үшбұрыш" галактикалары мен бірнеше ергежейлі эллипстік галактикалар Жергілікті галактикалар тобын құрайды.

Біздің галактика тәрізді миллиондаған галактикалар бар.

Мұндай галактикалардың тармақтарында жаңа жұлдыздардың пайда болуына негіз болатын газдар мен тозаңдар бар. Бірақ спиральдар барлық уақытта да центрге өте жақын келмейді. Кейде спираль центрден қашық жатқандай, Галактиканың ядросы мен спиральдар арасында оларды жалғайтын бар (*жалғастырғыш*) тұрған тәрізді көрінеді. Спиральді галактикалар да ядроларының өлшемдерімен ерекшеленеді.

Дүниедегі ең ірі галактикаларға эллипстік галактикалар жатады. Олардың кейбіреуі шар тәрізді, ал кейбіреуі созылыңқы болып келеді. Олар өздеріне өте жақын келген әлдеқайда кіші галактикаларды қармап алу арқылы кеңейеді.

Сыртқы пішініне қарай астрономдар галактикаларды бірнеше түрге топтайды. Эллипстік галактикаларды 10 түрге бөліп, мынадай белгілеулер енгізді: E0 (сфералық), E10 (*қатты майысып, екі бүйірінен жаншылған, пішіні, құймақ нанға ұқсайды*). Спиральді галактикаларды сыртқы түріне қарай екі түрге бөлді: жалғастырғышы бар (*белгіленуі Sb*), жоқ (*белгіленуі S*) және ядроларының өлшеміне қарай үш түрге

1. **Sa** (ең ірі ядро),
2. **Sb** (*орташа ядро*),
3. **Sc** (*кіші ядро*), сол сияқты **Sba**, **Sbb**, **Sbc** деп бөлінеді. Барлық бұрыс галактикалар бір белгімен **'ir** деп белгіленді.

Құс жолы (немесе бас әріппен **Галактика**) — құрамына Күн жүйесі және көптеген жұлдыздар енетін алып аумақты спиральді галактика. Ол шамамен екі жүз миллиард жұлдыздан, сондай-ақ жұлдыз шоғыры мен тобынан, газ бен тозаң тұмандықтарынан және жұлдызаралық кеңістікке таралған жеке атомдар мен түйіршіктерден құралған. Бұлардың үлкен бөлігінің пішіні линза тәріздес, оның көлденеңі шамамен 30 кпк, ал қалыңдығы 4 кпк. Кіші бөлігінің пішіні сфера тәріздес, оның радиусы шамамен 15000 пк. **Құс жолы** галактикасының барлық құраушылары кіші симметрия осінен айналатын, бірыңғай динамикалық жүйе болып байланысқан.

Этимологиясы

Жердегі бақылаушыға аспандағы мыңдаған жеке жұлдыздар Құс жолы тәрізді көрінеді. Осыған байланысты біздің галактика *Құс жолы жүйесі* деп те аталады. Құрамына Күн енетін

галактиканы басқа галактикалардан ажырату үшін, оны кейде «*біздің галактика*» деп те атайды. Кейде *Галактика* (бас әріппен) деп те жазылады.

Ашылу тарихы

Құс жолының жұлдыздық табиғатын тұңғыш рет 1610 жылы Галилео Галилей байқаған. Бірақ Галактика құрылысын жүйелі түрде зерттеуді XVIII ғасырдың аяғында Уильям Гершель бастады. Ол өзінің жүргізген зерттеулері негізінде бақылған жұлдыздар пішіні сопақ, алып жүйе құрайды деген болжам айтты. Василий Струве 1847 жылы көлем бірлігіндегі жұлдыздар саны галактикалық жазықтыққа жақындаған сайын көбейетіндігін, ал Күннің галактика ортасында орналаспағандығын анықтаған. Ол 1859 жылы бүкіл Галактика жүйесінің осьтен айналу ықтималдығын көрсеткен. Галактиканың мөлшері жөнінде XX ғасырдың 1-ширегіндегі неміс астрономы Хуго Зелигер мен голланд астрономы Якобус Каптейн дәлелді пікір айтты. XX ғасырдың 20-жылдарында америкалық астроном Харлоу Шепли Галактика орталығының бағыты Мерген шоқжұлдызында екендігін анықтап, күннің галактика орталығында орналаспағандығын дәлелдеген. Швед астрономы Бертиль Линдبلاد жұлдыздар жылдамдығының әр түрлі болатындығына сүйене отырып, Галактиканың динамикасы мен құрылысын зерттеген, Галактика құрылысының күрделі екендігін ашқан. 1927 жылы голланд астрономы Ян Оорт жұлдыздардың сәулелік жылдамдығы мен меншікті қозғалысын зерттеу кезінде Галактиканың меншікті кіші осінен айналатындығын Біздің галактикаға жоғарыдан, яғни полюстен қарасақ, онда біз мыңдаған жұлдыздардан тұратын спиральді көреміз. Оның иірімі галактиканың центрі, материяның сәуле жұтатын қалың қабатымен қоршалған ядроға бағытталған. Оны инфрақызыл, радиосәуле қабылдағыш арқылы зерттейді.

Галактиканың ядросында салмақты қара құрдым болар деген болжам бар (массасы миллион Күннің массасындай). Ғаламның орталық аймақтарына жұлдыздардың күшті шоғырлануы тән. Орталыққа жақын орбір парсек куб көлемдегі жұлдыздар саны бірнеше мыңға жетеді. Жұлдыздардың арақашықтықтары Күннің маңайындағы қашықтықтарға қарағанда ондаған және жүздеген есе аз. Егер біз галактика ядросына жақын орналасқан жұлдыз маңындағы планетада өмір сүрсек, онда аспанда жарықтығы Айдың жарықтығындай ондаған жұлдыздар мен біздің қазіргі аспанымыздағы ең жарық жұлдыздан да жарық жұлдыздар саны бірнеше мың болар еді. Галактика ядросы Мерген шоқжұлдызы бағытында орналасқан.

Галактиканың дөңгелегіндегі газ негізінен оның жазықтығына жақын жинақталған. Ол біркелкі орналаспаған. Олардың ішінде құрылымы біртекті емес ұзындығы бірнеше мың жарық жылы болатын алып бұлттардан басқа шамалары бір парсектен аспайтын шағын бұлттар бар. Біздің галактиканың химиялық элементі сутегі мен гелий болып табылады. Осы екі элементпен салыстырғанда қалған элементтер өте аз мөлшерде кездеседі. Жалпы алғанда дөңгелектегі жұлдыз бен газдың химиялық құрамы Күндегі сияқты.

Күн өзіне жақын барлық жұлдыздармен бірге 200—220 км/с жылдамдықпен галактика центрін айнала қозғала отырып, 200 млн жылда бір айналым жасайды. Демек, Жер өзінің барлық өмір сүрген уақыты ітінде галактика центрін 30 рет айналып шыққан.

Жұлдыздар жинақтары мен олардың қозғалысы

Біздің Галактикада 1 миллиардқа жақын жұлдыздар бар. Ол диск терізді болады. Галактиканың қалыңдығы 25 кпс жақын, ал диаметрі оңшақты есе үлкен болады. Біздің Күн Галактика ортасынан оның радиусының 2/3 бөлігінде орналасқан. Галактика ортасына жақындай бергенде жұлдыздар орналасуының тығыздығы өсе береді. Галактика ортасына жақын облыста жұлдыздардың саны шұғыл өседі. Бұл облыста Галактика ядросы деп атайды. Кейбір астрономдар бұл облыста үлкен Қара аланда болу мүмкін деп есептейді.

Галактикадағы жұлдыздар әр түрлі бағыттар бойынша қозғалу мүмкін, бірақ барлығы Галактиканың айналуына қатысады. Бұл айналудың бірнеше ерекшеліктері болады. Біріншіден, Галактика ортасынан алшақтай берсек, айналудың бұрыштық жылдамдығы азая береді.

Екіншіден, айнарудың сызықты жылдамдығы алдымен ортасынан алшақтай бергенде өсі береді, Күннің қашықтығында ол 240 км/с максимал мәнге жетеді, одан әрі ақырындап азая береді.

Жұлдыздардың жинақтары

Жоғарыда айтылғандай, жұлдыздар Галактикада біртекті таралған. Олардың таралу тығыздығы орта жазықтыққа жақындағанда және ортасына жақындағанда өседі. Онымен бірге жұлдыздар жұлдыздардың жинақтары деп аталатын өзара динамикалық байланысы болатын жұлдыздардың топтарын түзеді. Сыртқы түрі бойынша жұлдыз жинақтары екіге бөлінеді: шашыраған жинақтар және шар тәрізді жинақтар.

Шашыраған жұлдыз жинақтарындағы жұлдыздардың саны бірнеше жүзден аспайды және өлшемдері 2-ден 20 пс дейін болады. Біздің Галактикадағы бірінше оң мың шашыраған жұлдыздар жинақтары болу мүмкін.

Шар тәрізді жұлдыздар жинақтарында жұлдыздар саны жүздеген мыңдарға жетуге мүмкін және олар тығыз орналасқан, себебі олардың диаметрі орташа алғанда 40 пс жұық болады.

Жұлдыздар пайда болуы

Жұлдыздардың пайда болуына екі пікір бар. Көп зерттеушілер жұлдыздар олардың арасындағы диффузиялық ортадан пайда болады деп есептейді. Егер газ және тозанмен толтырылған облыста диффузиялық материяның массасы анықталған кризистік мәннен асып кетсе, бұл көлімдегі материя гравитациялық күштер әсерінен қысыла бастайды. Мұндай жағдай кездейсөк флуктуациялар нәтижесінде пайда болу мүмкін.

Кейбір ғалымдар басқаша ойлайды. Олар жұлдыздар табиғаты белгісіз тығыз денелердің кенею нәтижесінде пайда болады деп есептейді.

Жұлдызаралық тозаң және газ

Жұлдызаралық орта – біздің Галактика мен басқа Галактикалардың құрамындағы жұлдыздар арасындағы кеңістікті толтыратын сиретілген зат, жұлдызаралық газ және тозаң бөлшектері.

Жұлдызаралық ортаның құрамына бұлардан басқа, ғарыштық сәулелер, жұлдызаралық магнит өрісі, сондай-ақ әр түрлі ұзындықтағы электромагниттік сәулелер де енеді. Күн (басқа жұлдыздардың да) маңындағы Жұлдызаралық орта планетааралық ортаға ауысады. Галактикалар арасындағы кеңістікті галактикалық орта толтырады. Жұлдызаралық ортаның болатындығы туралы қорытындыны алғаш рет орыс астрономы В.Я. Струве (1793 – 1864) жасаған (1847). Бірақ оның болатындығы 20 ғасырдың 30-жылдары дәлелденді (америкалық астроном Р.Трамплер, орыс астрономы, Б.А. Воронцов-Вельяминов). Жұлдызаралық газ бейтарап және иондалған атомдар мен молекулалардан құралған. Оның негізгі массасын сутек (шамамен 90% пен гелий (шамамен 10%), сондай-ақ оттегі, көміртек, неон және азот (әрқайсысы шамамен 0,01%) атомдары құрайды.

Жұлдызаралық газ бен тозаң галактика жазықтығында өте күшті жинақталып, жұлдызаралық бұлтты түзеді. Біздің Галактикадағы жұлдызаралық бұлттың диаметрі 5 – 40 пк, темп-расы 20 – 100К. Ғарыштық сәулелерді құрайтын бөлшектердің энергиясы 106 – 1020 эВ. Жұлдызаралық магнит өрісінің кернеулігі Жердің магнит өрісінің кернеулігімен салыстырғанда 105 есе аз, бірақ оның энергиясы ғарыштық сәулелердің энергиясымен шамалас. Галактикалардағы Жұлдызаралық орта мен жұлдыздар арасында үнемі зат алмасу процесі жүріп отырады. Жұлдыздардың түзілуі кезінде Жұлдызаралық орта негізгі материал болып есептеледі. Сондықтан Жұлдызаралық ортаны зерттеу арқылы жұлдыздардың пайда болу механизмі айқындалады.

Аспан сферасындағы Күн қозғалысы.

Күнді бақылай келе, ғалымдар ерте кезден-ақ оның жұлдыздар арасында қозғала отырып, бір жылда аспан сферасының үлкен дөңгелегі бойымен бір айналым жасайтынын байқаған. Бұл үлкен дөңгелекті ежелгі гректер эклиптика деп атаған. Ол әлі күнге дейін астрономияда осы атауын сақтап келеді. Эклиптика зодиак шоқжұлдыздары (гр. *зодиакос куклос* - жан-жануарлар дөңгелегі) деп аталатын 12 шоқжұлдыз арқылы өтеді. Олардың саны бір жыл ішіндегі айлар санына сәйкес келеді, ал осы шоқжұлдыздардың жиыны '*зодиак белдеуі* деп аталады.

Күн зодиак шоқжұлдыздарының әрқайсысында бір ай шамасында болады. Сөйтіп, Күннің аспан сферасы бойынша жылдық жолы *эклиптика* деп аталады дедік. Күн эклиптика бойымен жылжи отырып, аспан экваторын 21 наурыз және 23 қыркүйекке сейкес келетін, күн мен түннің теңелу деп аталатын нүктелерде екі рет қиып өтеді. Күн мен түннің көктемдегі теңелуі нүктесі Балықтар шоқжұлдызында, ал күзгі теңелу нүктесі Таразы шоқжұлдызында болады. Бұл күндерде Күн аспан экваторын басып өтеді, ал аспан экваторын аспан көкжиегі қалай бөледі. Ендеше көкжиек үстіндегі және астындағы Күн жолдары тең, яғни күн мен түннің ұзақтығы бірдей. 22 маусымда Күн экватордан солтүстікке қарай мейлінше қашық орналасады. Бұл ең ұзақ күн - жазғы күн тоқырауы. 22 желтоқсанда Күн экватордан оңтүстікке қарай ең алыс қашықтықта болады. Бұл ең қысқа күн - қысқы Күн тоқырау күні.

Ерте кезде Күннің жұлдыздар арасындағы көзге түсерлік қозғалысы Күн бекітілген аспан сферасының жұлдыздар бекітілген сфераға қатысты қозғалысынан болады-мыс деп түсіндірілді. Алайда мұндай түсіндіру сол кездегі кейбір философтарды қанағаттандырмады. Мәселен, атақты Пифагордың (б.з.б. VI - V вв.) оқушылары Күннің жұлдыздар арасындағы көзге түсерлік қозғалысы Жердің қозғалуы салдарынан болады деген болжам айтты. Бірақ бұл болжамды (Жердің өз осінен айналатыны сияқты) ғалымдар құптамады, ал шіркеу оған мүлдем қарсы болды. Сөйтіп, мың жылдан астам уақыт бойы, Н. Коперникке дейін, ешкім Жердің қозғалатыны жайында сөз етпеді. Қазіргі кезде Жер өз осін айнала тәуліктік қозғалыс жасап қана қоймай, сонымен қатар Күнді айнала, орбита бойымен бір жыл ішінде толық бір айналым жасап қозғалатыны туралы толықтай сенімді дәлелдемелер бар. Сонымен, шын мәнінде, Күннің эклиптика бойымен жылдық қозғалысы жалған көрініс болып табылады. Ол біз Күнді бақылаған кезде санақ денесі ретінде тіпті де тыныштықта болмайтын, яғни өзі де Күнді айнала қозғалатын, Жерді тандап алғанымыздың салдарынан болады. Күннің бетінде көптеген қоңыр дақтар болатыны белгілі. Мінеки, осы дақтардың өзара орналасуын бақылай отырып, ғалымдар олардың Күннің шығыс шетінен батыс шетіне қарай ығысатынын анықтаған. Бұдан шығатын қорытынды: Күн өзінің маңайындағы планеталардың қозғалыс бағытымен өз осін айнала қозғалады.

Метагалактика және оның ұлғаюы.

Ғаламның қазіргі заманғы астрономиялық бақылаулар тәсілімен қамтылған бөлігін Метагалактика - деп атайды. Метагалактикада галактикалар аралығы ғарыш сәулелері өтіп жататын өте сиретілген галактикааралық газдармен толтырылған, онда гравитациялық және электрмагниттік өрістер, сол сияқты көрінбейтін зат массалары болуы мүмкін.

Өте шалғайдағы Метагалактикалық объектілерден жарық бізге миллиардтаған жыл жүріп жегеді. Сонда да Метагалактиканы «бүкіл Ғаламмен» теңдестірудің негізі жоқ. Негізінде басқа, әзір бізге белгісіз метагалактикалар бар болуы мүмкін.

Сонымен, біз ұлғаюшы Метагалактикада өмір сүреміз. Бұл құбылыстың өзінше ерекшеліктері бар. Мысалы, біздің Күн жүйемізге, жұлдыздардың еселі топтарына немесе тіпті жеке галактикаларға ұқсас жүйелер Метагалактика ұлғаюына қатыспайды. Демек, Метагалактиканың ұлғаюы тек шоғырлар және галактикалардың аса шоғырлары, яғни құраушылары галактикалар болатын жүйелер деңгейінде ғана байқалады.

Метагалактиканы бүкіл Ғаламмен тең қойып, Метагалактиканың ұлғаюы Ғаламды табиғаттан тыс, құдай жаратқан деген діни ұғымды дәлелдейді деп түсіндірмек болады. Бірақ Ғаламда өткен заманда бақыланған ұлғаюға себеп боларлық табиғи процестер белгілі. Ең ықтимал процесс бұл қопарылыстар. Олардың ауқымы галактикалардың кейбір түрлерін оқыған кезде бізді таңдандырған болатын. Былайша пайымдауға болады: Метагалактиканың ұлғаюы да орасан зор температурасы мен тығыздығы бар заттың керемет қопарылысын елестететін құбылыстан басталған.

«Ыстық Ғалам» гипотезасы. Астрофизиктердің есептеулері ұлғаю бастала салысымен Метагалактика заты өте жоғары температурада болып және оның құрамында элементар бөлшектер (мысалы, нуклондар) мен олардың антибөлшектері болғанын көрсетеді. Ұлғаю барысында заттың тек температурасы мен тығыздығы ғана өзгеріп қоймай, сонымен қатар оған кіретін бөлшектер құрамы да өзгерген, себебі көпшілік бөлшектер мен антибөлшектер аннигиляцияланып

электрмагнит сәуле шығару кванттарын тудырған. Осы заманғы Метагалактикада кванттар жұлдыздарды, ғаламшарларды және диффузиялық материяны құрайтын атомдардан анағұрлым көп болып шықты. «Ыстық Ғалам» деп жиі аталатын осы гипотеза бойынша аса тығыз заттың су тығыздығына жақын затқа айналуына бірнеше минут қана жеткілікті. Бірнеше сағаттан соң тығыздық біздің ауамыздың тығыздығымен салыстырарлықтай болса, қазір миллиардтаған жылдар өткен соң Метагалактиканың орташа тығыздығын бағалау 10^{-28} кг/м³ -дей мәнді көрсетеді.

Орындалған есептеулер физика заңдарына негізделген. Осы заңдарды білу және заттың кеңістіктегі таралымына қайсыбір болжамдар жасау осыдан сан миллиард жыл бұрын болып өткен процестер туралы түсінік алуға мүмкіндік жасайды.

«Ыстық Ғалам» гипотезасын растайтын тәжірибелік дәлелдемелер бар ма? Мүмкін, біз қазір бұл сұраққа дұрыс жауап бере алатын шығармыз, себебі 1965 жылы Метагалактика заты бұрын өте ыстық және тығыз болған деген ойды растайтын жаңалық ашылған болатын. Ғарыш кеңістігі Метагалактика дамуының ешқандай жұлдыздар, галактикалар, тұмандықтар болмаған өте ерте кезеңінің хабаршылары болып табылатын электрмагниттік толқындарға толы болып шықты. Бұл электрмагниттік сәуле шығару реликт сәуле шығару деп аталады. Реликт сәуле бүкіл кеңістікті, бүкіл галактикаларды шарлап өтеді, ол Метагалактиканың ұлғаюына қатысады.

Реликт сәуле шығаруды 7,3 см толқындағы радио-бөгеуілдерді зерттеу үстінде, американдық ғалымдар кездейсоқ ашқан болатын. Бұл жаңалық ашу кездейсоқ болғанмен де, ең маңыздысы - реликт сәуле шығарудың бар екенін теоретиктердің алдын ала болжауы. Бұл сәуле шығаруды ең алғашқылардың бірі болып Дж. Гамов (1904-1968 ж.) үлкен қопарылыстан кейінгі алғашқы минуттарда химиялық элементтердің пайда болу теориясын қарастыра отырып, ашқан еді. Реликт сәуле шығарудың бар екенін алдын ала болжау және оны ғарыш кеңістігінен табу дүниені және оның заңдылықтарын танып-білудің тағы да бір мүлтіксіз мысалы.

Ғаламды зерттеулер Жердегі жағдайларда ашылған физика заңдарына негізделеді. Бұл заңдар Ғаламды зерттеудің осы заманғы әдістерін жасауға және осы күні белгілі ғарыштық құбылыстарды түсіндіруге мүмкіндік береді. Бірақ Ғаламды тану процесінде әзірше бізге белгісіз жаңа құбылыстар, ғарыш объектілерінің жаңа түрлері, энергияның жаңа қайнар көздері, сол сияқты жаңа заңдар да ашылуы ғажап емес.

Ғаламның космологиялық моделі. Астрофизика, галактикадан тыс астрономия, теориялық физика және математиканың ең жаңа салаларының түйіскен жерінде астрономияның космология деп аталатын бөлімі орын алады. Космология жекелеген аспан денелері мен олардың жүйелерін ғана емес, біртұтас Ғалам құрылысын және онда болып жатқан процестерді зерттейді. Осы процестердің бірі Метагалактика ұлғаюымен сендер танысқан болатыныңдар және осы құбылыстың ашылуын А.А.Фридман алдын ала болжап айтқанын білеміз. Ол біртекті және изотропты деп аталатын Ғаламның қарапайым математикалық үлгісін пайдаланды. Ғаламның ірі масштабты құрылымының қазіргі заманғы түсіндірмесі мұндай үлгіге қайшылық келтірмейді. Дегенмен әңгіме Ғалам құрылысы көрінісін қарапайымдау туралы болып отырғанын естен шығармау керек. Мұндай қарапайымдау ақиқат дүниеде өтіп жатқан күрделі процестерді математикалық зерттеу үшін қажет. Ғаламның құрылымы мен дамуы қарапайымдалған математикалық схемалар мен үлгілерден анағұрлым күрделі екені айқын.

Қазір Метагалактика ұлғаюда, ал алдағы уақытта онда не болмақ? А.А.Фридман теориясы Ғаламдағы орташа тығыздыққа байланысты әр түрлі мүмкіндіктерді жорамалдайды. Мысалы, егер материя тығыздығы 10^{-26} кг/м³ шамасынан кіші болса, онда біз «ашық» дүниеде, яғни галактикалар бір-бірінен ылғи алшақтайтын шексіз Ғаламда өмір сүреміз. Орташа тығыздық туралы мәліметтер ($\approx 10^{-28}$ кг/м³) осы жағдайды меңзейтін сияқты. Бірақ, егер галактикалар мен галактика шоғырларында жасырын зат массалары бар екендігі көрсетілетін болса, онда орташа тығыздық басқаша болып шығады. Онда алда ұзақ уақыт өткен соң Метагалактика ұлғаюы сығылуымен алмасады. Бірақ дүние «тұйық» болған жағдайда да Ғаламның ешқандай шекарасы болмайды, ол шектеулі, бірақ шекарасыз. Мәселе мынада: заттың алып массалары кеңістікті қисайтады да, ол Евклидтік болмай қалады, онда жарық сәулелері түзу тарамайды, ал түзу сызық

екі нүктенің ең жақын ара қашықтығы болмай шығады. Евклид кеңістігінде шексіздік пен шекарасыздық ұғымдары бірлесіп кетеді, мысалы, жазықтық шексіз және шекарасыз. Екі өлшемді Евклидтік емес қисайған кеңістікке сфера мысал бола алады. Сфераның шекарасы жоқ, ол шекарасыз, бірақ шектелген, және оның ауданын есептеуді біз білеміз. Үш өлшемді қисайған кеңістікті көз алдымызға елестету қиын, бірақ ол екі өлшемді Евклидтік емес кеңістік тәрізді шекарасыз және шектеулі болуы мүмкін.

Сұрақтар:

1. Галактика дегеніміз не? (Галактика – жұлдыздар мен жұлдыздардың шоғырлануы, жұлдызаралық газдар мен тозаннан және түнек материясынан құралған алып, гравитациялық-байланысқан жүйе.)
2. Галактика түрлерін айт (*спиральдық галактикалар; эллипстік галактикалар; бұрыс галактикалар.*)
3. Біздің галактика не үшін Құс жолы деп аталады? (Жердегі бақылаушыға аспандағы мындаған жеке жұлдыздар Құс жолы тәрізді көрінеді. Осыған байланысты біздің галактика *Құс жолы жүйесі* деп те аталады. Құрамына Күн енетін галактиканы басқа галактикалардан ажырату үшін, оны кейде «*біздің галактика*» деп те атайды.)
4. Жер өзінің барлық өмір сүрген уақыты ітінде галактика центрін қанша рет айналып шыққан? (30 рет)
5. Біздің Галактикада қанша жұлдыздар бар? (1 млрдқа жақын)
6. Жұлдыз жинақтарының түрлері (шашыраған жинақтар және шар тәрізді жинақтар.)
7. **Жұлдызаралық орта** дегеніміз не? (біздің Галактика мен басқа Галактикалардың құрамындағы жұлдыздар арасындағы кеңістікті толтыратын сиретілген зат, жұлдызаралық газ және тозаң бөлшектері.)
8. Мегагалактиканы қалай түсінеміз?
9. Адам көзін жұмып ұйықтай ала ма? (иә)

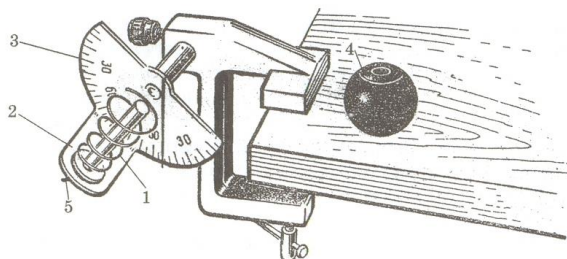
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

Зертханалық жұмыс №1

Тақырыбы: Дененің ұшу қашықтығының лақтырылу бұрышына тәуелділігін зерттеу.

Керекті құрал-жабдықтар: баллистикалық пистолет, өлшеуіш лента, 2-3 таза және көшірме қағаз.

Теориялық түсінік.



Горизонталь бетте көкжиекке әр түрлі бұрыш жасай оқ атқанда оның ұшу қашықтығы мына формулалармен өрнектеледі:

Бұл формуладан оқтың 0^0-90^0 -қа дейінг ұшу бұрышын өзгерткенде оның ұшу қашықтығы әуелі кейбір мәнге дейін артады да, сосын нольге дейін кемитіні көрінеді. Түсу қашықтығы \cos мен \sin көбейтіндісінің үлкен мәнінде максимал болады. Міне, осы тәуелділікті 13-1 суретте көрсетілген баллистикалық пистолетпен зерттеу керек.

Пистолет бұрыш өлшеуіші 3 бар, қапсырма шегег 2 бекітілген осьтің бойында шыбығы бар ширатылған серіпеден 1 тұрады. Ұзына бойында тесік каналы бар шыбыққа арнайы шарик орнатылған. Шарикті қондырған кезде серіпшені сығады да шыбықтың табанындағы босатқыш ілмекке ілінеді. Егер босатқыш ілмектің 5 шығып тұрған бөлігін басып қалса, шар босайды да, серіпшенің әрекетінен ол шыбық бойымен белгілі бір бағытта қозғалады.

Шариктің ұшу жылдамдығының v_0 модулін барлық тәжірибе үшін бірдей етіп алу керек.

Үстелде шариктің түсер жеріне ақ, таза қағаздың бетін екі бөлек жапсырма лентамен бекіту керек, ал үстіңгі жағына көшірме қағаз қойылады. Шарик құлағанда қағазда айқын із қалады.

Жұмыстың орындалу тәртібі

1. Дәптерге өлшеулер менн есептеулер нәтижесі жазылатын кесте дайындаңдар.

Шариктің ұшу бұрышы, α^0	20	30	40	45	50	60	70
Шариктің орташа ұшу қашықтығы L, см							

2. Баллистикалық пистолеттің құрылысымен, жұмыс жасау принципімен танысыңдар.

3. Үстелдің шетіне баллистикалық пистолетті қысып қоятын бұрманы орнатып, бұрыш өлшегішпен пистолетті 45^0 бұрышпен бекітіндер. Қағазды жапсырмай, байқау үшін атып көріндер де, шамамен шариктің түскен орныны белгілендер. 45^0 бұрышпен атқанда шарик қағаздың шетіне түсетіндей етіп таза қағазды үстелге бекітіндер, сосы үстіне көшірме қағаз салыңдар.

4. Пистолетті 20^0 , 30^0 , 40^0 , 45^0 бұрыштармен орнатып, әрбір бұрышқа 3-4 рет атыңдар. Шариктің ізін қарындашпен қоршандар да қасына бұрышын белгілендер.

5. Пистолетті бұрып, оны 50^0 , 60^0 , 70^0 бұрыштармен бекітіп, әрқайсысына 3-4 атып, тағы да әрбір бұрыштағы шариктің түскен ізіне ату бұрышының мәнін жазыңдар.

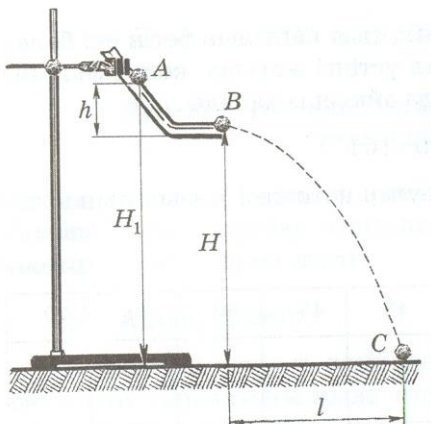
6. Әрбір бұрыш үшін шариктің түскен қашықтығының орташа мәнін өлшеңдер. Өлшеу нәтижелерін кестеге түсіріңдер.

Зертханалық жұмыс №2.

Керекті құралдар: штатив, науа, диаметрлері және массалары әр түрлі шарлар, сызғыш, көшірме қағаз.

Теориялық түсінік.

Шардың инерция моментін анықтау үшін, оның айналмалы қозғалысының кинетикалық энергиясы мен бұрыштық жылдамдығын білу керек, ол $W_{\text{аіі}}$.



Зертханалық жұмыс №3

Тақырыбы: Дененің кинетикалық энергиясының өзгеруі мен серпімділік күшінің жұмысын салыстыру.

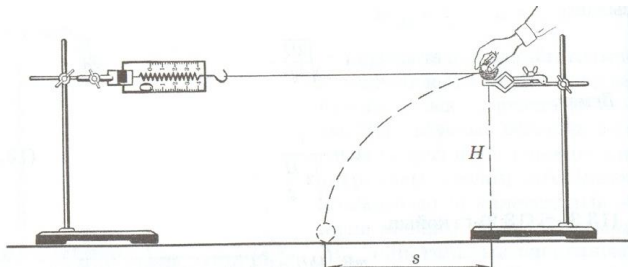
Керекті құралдар: жаппай жұмысқа арналған штатив-2 дана, мектеп динамометрі, шар, жіп, миллиметрлік бөлігі бар ұзындығы 30 см сызғыш, штативі бар мектеп таразысы, гірлер.

Теориялық түсінік.

Кинетикалық энергия туралы теорема бойынша, денеге түсірілген күштің жұмысы дененің кинетикалық энергиясының өзгерісіне тең:

$$A = W_k - W_k = W_k$$

Осы тұжырымдаманы эксперимент жүзінде дәлелдеу үшін 13-3 суретте көрсетілген қондырғы қолданылады.



Штативке горизонталь динамометр бекітеді. Оның ілгішіне ұзындығы 60-80 см жіп арқылы шар байланысады. Осындай биіктікте екінші штативке қысқыш бекітіледі. Қысқыштың шетіне шарды орнатып, екінші штативті шармен бірге, шарға динамометр серіппесінің тарпынан $F_{\text{серп}}$ серпімділік күші әрекет етеіндей жерге қашықтықтатады. Сосын шарды жібереді. Серпімділік күшінің әрекетінен шар жылдамдық алады да оның кинетикалық энергиясы нольден $mv^2/2$ –ге өзгереді.

Шардың серпімділік күшінің әрекетінен алған жылдамдығының модулін табу үшін шардың H биіктіктен еркін құлағандағы ұшу қашықтығын s -ті өлшеу керек:

Осыдан жылдамдық модулі v -қа тең, ал кинетикалық энергиясы

Гук заңы бойынша шарға әрекет ету кезіндегі серпімділік күші $F_{\text{сер}}$ –ден $F_{\text{серп}}$ -ге дейін сызықтық өзгереді. Сонда серпімділік күшінің орта мәні

Серіппенің деформациясын x өлшеп, серпімділік күшінің жұмысын есептеуге болады, ол

Бұл жұмыстың мақсаты мына теңдікті тексеру болатын

Жұмыстың орындалу тәртiбi:

Штативтің бiрiне динамометрді бекiтiп және екiншi штативке динамометрмен бiрдей деңгейде 40 см шар қоятын қысқыш орнатылады. Динамометр iлгiшiне жiпке байланған шар iлiнедi.

Шарды штатив қысқышына ұстай отырып, штативті динамометрдің көрсетуі 2 Н болғанға дейін қашықтықтатапды. Сосын шарды босатып, оның үстел бетіндегі түскен орнын белгілейді. Тәжірибені 2-3 рет қайталап, шардың ұшу қашықтығының орташа мәнін табады. Таразының көмегімен шардың массасын өлшеп, серпімділік күшінің әрекетінен болған шардың кинетикалық энергиясының өзгерісін есептеңдер. Серпімділік күшінің 2 Н мәніндегі динамометр серішесінің x деформациясын өлшеп, серпімділік күшінің A жұмысын есептеңдер. Кинетикалық энергияның өзгерісі мен серпімділік күшінің жұмысын анықтаудағы өлшеулер мәнінің қателік шегін тауып, оны бағаландар. Серпімділік күші жұмысының алынған мәнін шардың кинетикалық энергиясының өзгерісімен салыстырамыз. Қорытынды шығарындар. Динамометр көрсеткішін 3 Н-ға үлкейтіп, тәжірибені қайталаңдар. Қорытындылау.

зертханалық жұмыс № 4

«Изопроцестерді зерттеу»

«Гей-Люссак заңын тәжірибе жүзінде тексеру»

Мақсат: Гей-Люссак заңының дұрыс екенін дәлелдеу

Құрал-

жабдықтар: бір шеті бекітілген шыны түтік, ыстық суы бар ыдыс (сыныпқа бір ыдысжеткілікті), зертханалық термометр, өлшегіш сызғыш, пластилин, биіктігі 40-50 см суық суы баршыны ыдыс, штатив қосымша құралдарымен.

Қысқаша теория: Массасы өзгермеген жағдайда газдың екі күйі үшін Гей-Люссак заңы орындалады: $V_1 / V_2 = T_1 / T_2$ (1)

Түтіктегі газдың екі күйін бақылайық.

Біріншіде түтік ашық жағы жоғары қаратылып ыстық суға салынған. Газдың қысымы атмосфералық қысымға, температурасы ыстық судың температурасына, көлемі шыны түтіктің көлеміне тең. $V_1 = S l_1$ (2) S – түтіктің көлденең қимасының ауданы.

Екіншіде түтік ашық жағы төмен қаратылып суық суға салынған. Газдың қысымы (бірінші жағдайдағыдай) атмосфералық қысымға тең, егер түтіктегі судың еркін бетін ыдыстағы судың еркін бетімен бірдей қылсақ. Жылулық тепе-теңдік орнағаннан кейін, газдың температурасы суық судың температурасына тең болады. Газдың көлемі: $V_2 = S l_2$ (3)

(2) және (3) теңдеудің мәндерін (1) теңдеуге қоямыз да, есептеу формуласын аламыз.

$$h_1 / h_2 = T_1 / T_2 \quad h_1 T_2 / h_2 T_1 = 1$$

Жұмыстың орындалу барысы:

- Термометр мен түтікті (ашық жағын жоғары қаратып) ыстық суы бар ыдысқа саламыз.
- Жылулық тепе-теңдік орнағаннан кейін, түтіктің ауасы бар бөлігінің ұзындығын өлшеп кестеге енгізіп, ауызын пластилинмен бекітеміз.
- Орнаған температураны өлшеп, мәнін °C және °K –мен кестеге енгіз.

- Түтікті жабық жағын төмен қаратып суық суға салып, пластилинді аламыз.
- Жылулық тепе-теңдік орнаған соң, түтіктегі судың еркін беті ыдыстағы судың еркін бетімен теңескенше түтікті жоғары көтереміз.
- Түтіктің ауасы бар бөлігінің ұзындығын өлшейміз. Суық судың температурасын өлшеп, өлшенген шамаларды кестеге енгіземіз.
- $h_1/h_2, T_1/T_2, h_1 T_2/h_2 T_1$ қатынастарын есептейміз.
- Абсолют және салыстырмалы қатені есепте. $\Delta = 1 - (h_1 T_2/h_2 T_1)$

$$\mathcal{E} = (\Delta / 1) 100 \%$$

Істеген жұмысыңнан қорытынды шығар:

Зертханалық жұмыс №5.

Тақырыбы: Қатты дененің массасы мен тығыздығын анықтау.

1-тапсырма. Дененің массасын таразыға тартып өлшеу.

Құрал-жабдықтар: таразы, ұсақ кірлер, параллелепипед тәрізді білеуше және массасы әр түрлі кішігірім бірнеше дене.

Жұмыстың барысы.

Дененің массасын анықтау тәсілдерінің бірі таразы көмегімен өлшеу. Осындай таразылармен өлшеу кезінде оның сол жақтағы табақшасына массасы белгісіз дене, ал екіншісіне таразыны теңгеретін кірлер салынады. Дененің массасы таразыны теңгеретін кірлердің массасына тең. Ол үшін:

Таразыны өлшеуге дайындаңдар. Таразының дұрыс теңгеріліп тұрғанына көз жеткізіндер;

Таразыны бұзып алмау үшін өлшенетін денені және кірлерді таразы табақшаларына жайлап қою керек.

Денені кірлермен теңгеріп болғаннан кейін, таразы табақшасындағы кірлердің массасын есептендер.

Өлшеу нәтижелерін төменгі кестеге жазыңдар:

№	өлшенетін дене	Дене массасы, г	Дене массасы, кг
1.			
2.			
3.			

2-тапсырма. Дене тығыздығын анықтау.

Құрал-жабдықтар: тығыздығы анықталатын денелер, мензурка, сызғыш, жіп.

Жұмыстың барысы.

Алдыңғы берілген тапсырмадағы массасы анықталатын денені алыңдар. Параллелепедтің көлемін анықтау үшін сызғышпен оның қабырғаларын өлшендер, содан кейін оның көлемін $V=abc$ есептендер;

Пішіні күрделі болып келген басқа денелердің көлемін мензурка көмегімен анықтандар немесе №1 зертханалық жұмыста көлемі анықталған денелерді пайдаланыңдар. Дене тығыздығын формуласымен есептеп, оны $г/см^3$ және $кг/м^3$ -пен өрнектендер. Өлшеу және есептеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар.

№	Тығыздығы анықталатын дене	Дене массасы,г	Дененің көлемі,см ³	Тығыздық	
				г/см ³	кг/м ³

Қорытындылау.

Бағалау.

Зертханалық жұмыс №6

Тақырыбы: Судың беттік керілу коэффициентін тамшының үзілуі және сұйықтың капилляр бойымен көтерілу әдістерімен өлшеу.

Керекті құрал-жабдықтар: зертханалық таразы, гірлер, штангенциркуль, өлшемі 1x10 см қаңылтыр өлшеуіш сына, ине, миллиметрлік бөліктері бар 30 см-лік өлшеуіш сызғыш, конус тәріздес құты, стакан, воронка, шүмегі бар және ұшының диаметрі 3-4 мм болатын шыны резеңке түтік, штатив, тазартылған су.

Теориялық түсінік.

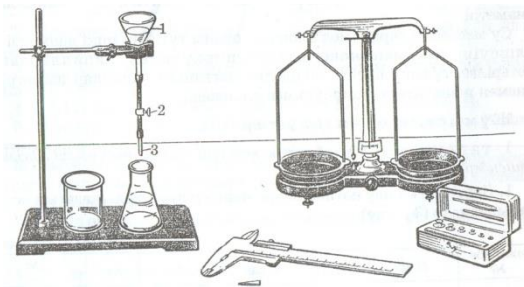
Беттік керілу сұйықтың беттік қабатының шекарасына әрекет ететін F беттік керілу күшінің, сол шекараның l ұзындығына қатынасымен өлшенеді:

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

Сұйықтың σ беттік керілуі шектелетін шекаралардың табиғатына және сұйықтың температурасына тәуелді.

Берілген жұмыста судың беттік керілуін екі тәсілмен, тамшының үзілуі және сұйықтың капилляр бойымен көтерілуі әдістерімен өлшеу қажет.

1. Бірінші әдіспен σ өлшеу үшін 13,4-суретте көрсетілген құрылғы жиналады.



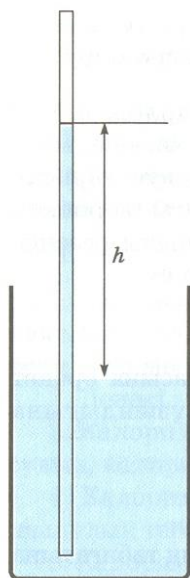
2. Ұшы 3 шыны, 2 қраны бар резеңке түтік 1 құйғыға кигізіліп штативке бекітіледі. Құйғыға таза су құйылады. Шүмек арқылы судың жеке тамшылары стаканға ағатындай етіп реттеледі. Тамшының үзілер мезетінде беттік керілу күшінің F модулі массасы m тамшының F_a ауырлық күші модуліне тең болады: $F = F_{ay}$ немесе $\sigma\pi D = mg$.

$$\text{Осыдан } \sigma = \frac{mg}{\pi D}.$$

Өлшеу дәлдігін жоғарылату үшін n тамшының массасы өлшенеді де мына формуламен есептеу жүргізіледі: $\sigma = \frac{Mg}{n\pi D}$, (13.10)

Мұндағы M – аққан судың массасы, n -су тамшының саны, D -шыны түтіктің ішкі диаметрі.

3. Екінші әдіспен өлшеу кезінде капилляр түтікті стакандағы суға батырады да капиллярмен көтерілген судың h биіктігі өлшенеді (13,5-сурет)



Капиллярдағы сұйық беттік керілу күші F капиллярмен көтерілген судың F_a салмағына теңгерілгенше көтеріледі, сонда $\sigma\pi D = \frac{\rho\pi D^2 hg}{4}$.

$$\text{Осыдан } \sigma = \frac{\rho gh D}{4}, \text{ (13.11)}$$

Су массасын таразымен өлшейді, шыны түтіктің ішкі диаметрі-өлшеуіш сынамен және штангенциркульмен, капиллярдағы көтерілген судың биіктігі - өлшеуіш сызғышпен, капилляр диаметрі – инемен және штангенциркульмен өлшенеді.

Жұмыстың орындалу тәртібі:

1-тапсырма. Судың беттік керілуін тамшының үзілуі әдісімен өлшендер.

1. Дәптерде өлшеу нәтижелерін және есептеулерді жазатын кесте дайындаңдар (3-кесте).

Тәжірибе №	$D, \text{ м}$	n	$M, \text{ кг}$	$\sigma, \text{ Н/м}$	$\Delta\sigma$	$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma}$

№						

2.013.4-сурет бойынша қондырғы жинаңдар.

3. Өлшеуіш сына мен штангенциркульдің көмегімен шыны ұшының 3 ішкі диаметрін өлшендер.

4. Бос стаканның массасын өлшендер.

5. 2 кран жабылады да, құйғыға таза су құйылады. Түтіктің астына құты (колба қойып, кранды жайлап ашып, түтікпен судың жеке тамшы болып ағуы реттеледі, жиілігі минутына 30-40 тамшыдай болғаны дұрыс. Осы шарт орындалғанда ғана тамшының үзілуі ауырлық күшінің әрекетінен деп санауға болады.

6. Түтіктің астына бос стакан қойып, 80-100 тамшыны санап, стаканға жинап алыңдар.

7. Стаканды тағы да өлшеп, оған аққан тамшының массасын есептендер.

8. (13.10) теңдеудің көмегімен судың беттік керілуін есептендер

9. Өлшеулердің абсолют және салыстырмалы қателерін мына теңдеулермен есептендер:

1. Өлшеулер мен есептеулер нәтижесін 3-кестеге жазыңдар.

2-тапсырма. Капилляр бойымен сұйықтың көтерілу әдісімен судың беттік керілуін өлшендер. 1. Дәптерге өлшеулер мен есептеулердің нәтижесін жазатын 4-кестені дайындаңдар.

№	$P, \text{ кг/м}^3$	$H, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$\sigma, \text{ Н/м}$	$\Delta\sigma$	$\varepsilon = \Delta\sigma / \sigma$

2. Ине мен штангенциркульдің көмегімен капиллярдың ішкі диаметрін өлшендер.

3. Капиллярды суға батырып, оның бойымен көтерілген судың биіктігін өлшендер.

4. (13.11) формуласымен судың беттік керілуін есептендер.

5. Өлшеуді бірнеше рет қайталап $\sigma_{\text{орт}}$ мәнін табыңдар. Өлшеу нәтижесін 4-кестеге түсіріңдер.

6. Осы жұмыста өлшеулердің қатесін бағалау жеткілікті дәрежеде күрделі. Өздерің алған мәнді оның кестелік мәнімен салыстырыңдар.

7. σ -ның әр түрлі әдіспен табылған мәндерін салыстырыңдар және оны қорытындылаңдар.

Қорытындылау.

Бағалау.

Зертханалық жұмыс №7

Жарықтың интерференциясын және дифракциясын бақылау

Құрал-жабдықтар: 1) шыны пластиналар- 2; 2) қыздыру қылы түзу шам (сыныпқа біреу); 3) жарықтандырылған фотопенка; 4) ұстараның жүзі.

Жұмыстың мақсаты: Интерференция және дифракция құбылыстарын бақылау.

Жұмыстың барысы

Жарықтың интерференциясын бақылау. 1. Екі шыны пластинаны мұқият сүртіндер, екеуін қосып, оларды бір-біріне саусақпен қысыңдар.

2. Пластиналарды күнгірт реңде шағылған жарықта қараңдар. Осы кезде пластиналарды олардан жарқырап шағылған жарық болмайтындай етіп ұстандар.

3. Пластиналардың жанасатын жерлерінде пайда болатын айқын түрлі түсті тұйық сызықтарды бақылаңдар.

4. Алынған интерференциялық көріністің ақ қабатының қалыңдығына сай физикалық және орналасу өзгерістерін бақылаңдар.

5. Интерференцияны өтетін сәуледе бақылап көріңдер.

Жарықтың дифракциясын бақылау. 1. Фотопенкада ені 0,5 мм саңылау жасаңдар.

2. Саңылауды вертикаль күйінде еөзге тақап ұстандар.

3. Саңылау арқылы вертикаль орналасқан шамның қылына қарап отырып, оның екі жағындағы түрлі түсті жолақтарды бақылаңдар (дифракциялық спектр).

4. Саңылаудың енін 0,5 мм-ден 0,8 мм-ге өзгерте отырып, дифракциялық спектрдің қалай өзгертетінін байқандар.

Бақылау сұрақтары

1. Жарықтың интерференциясы кез келген жағдайда бола ма? Оны барлық кездерде де бақылауға бола ма?

2. Өтетін немесе шағылған жарықтың қайсысында интерференцияны бақылау оңай?

3. Гюйгенс-Френель принципін пайдаланып, жарықтың дифракциясын түсіндіріңдер.

4. Егер саңылаудың жолына жарық сүзгіштерін қойса, дифракциялық кескін қалай өзгереді? Мұны тәжірибеде тексеріп көріңдер.

5. Көзінді сығырайтып, шамның қылына қараңдар. Не көрдіңдер? Көзінді сығырайтуына қарай кескін қалай өзгереді? Түсіндіріңдер.

6. Дифракциялық спектрдің дисперсиялық спектрден айырмашылығы неде?

Зертханалық жұмыс №8

Дифракциялық тордың көмегімен жарықтың толқын ұзындығын анықтау

Құрал-жабдықтар: 1) жарықтың толқын ұзындығын анықтайтын аспап; 2) дифракциялық тор; 3) жарық көзі.

Жұмыстың теориясы. Жарықтың дифракциясы дифракциялық тордың көмегімен жақсы бақыланады. Дифракциялық тордың формуласы

$$d \sin \varphi = k \lambda$$

(1) бойынша түрліше ұзындақтағы толқындар үшін максимумдар түрліше бұрыштармен бақыланады. φ бұрышы аз және тор мен экранның a қашықтығы саңылаудан толқынның максимумы бақыланатын b қашықтықтан көп үлкен болатындықтан,

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi \approx \frac{b}{a}$$

(2) деп алуға болады (§4.5-ты қараңдар).

(1) мен (2) формуладан

$$\lambda = \frac{db}{ka}$$

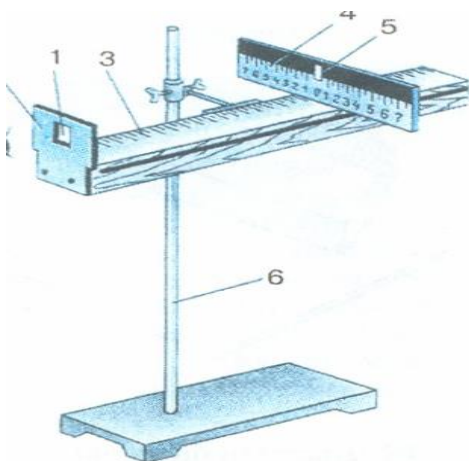
аламыз.

Жұмыстың барысы

Дифракциялық торды (1) аспаптың рамкасына (2) қойып, оны көтерілгіш үстелдің қысқышына бекітіндер.

2. Жылжымалы экранды (5) дифракциялық тордан 50 см қашықтыққа қойыңдар.

3. Дифракциялық тор (1) арқылы қарап, аспапты нысана саңылауынан көрінетін етіп қойыңдар. Осы кезде жылжымалы экранның қараңғы реңінде бірнеше ретті дифракциялық спектрлерді көруге болады. Спектрлер көлбеу



тұрса, торды олар вертикаль болатындай етіп, бұрып қойыңдар.

4. Экрандағы шкала бойынша бірінші реттік спектрдің қызыл және күлгін шекарасын анықтаңдар, сонымен қатар спектрдің жасыл сызығының орнын да байқаңдар.

5. Өлшеу нәтижелерін кестеге түсіріңдер.

6. Жылжымалы экран мен тордың арақашықтығын өзгертіп, өлшеулерді қайталаңдар. Мұны экранның әртүрлі үш орналасу жағдайы үшін қайталаңдар.

Спектрдің Реттілігі	Тордың периоды d (м)	Тордан экранға (шкалаға) дейінгі қашықтық, a	Спектрдің үсі мен шекаралары, м			Толқын ұзындығы, м		
			қызыл	жасыл	күлгін	қызыл	жасыл	күлгін

1. Есептеу формуласы бойынша қызыл, жасыл және күлгін сәулелер үшін толқын ұзындығын аңтаңдар.

2. Қызыл, жасыл және күлгін сәулелер үшін толқын ұзындығының орташа мәнін табыңдар.

3. Өлшеу қателігін бағалаңдар.

Бақылау сұрақтары

1. Дифракциялық тор дегеніміз не?

2. Тордың периоды деген не? Ол қалай есептеледі?

3. Спектрдің қызыл немесе күлгін бөлігінің қайсысы экранның саңылауынап жақын орналасқан?

4. Тор мен экранның арақашықтығы дифракциялық спектрдің ретіне қалай әсер етеді?

5. Тордың периоды дифракциялық спектрлердің арақашықтығына қалай әсер етеді?

6. Егер көшедегі шамға капрон, тюль арқылы қарасақ, олардың төңірегінде түрлі түсті шеңберлердің пайда болатыны неліктен?

АРАЛЫҚ БАҒАЛАУ ТАПСЫРМАЛАРЫ

«Кинематика» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

10.1.1.2 Жүйелік және кездейсоқ қателіктерді ажырата білу

10.1.1.6 Сандық және графиктік есептерді шығаруда кинематика теңдеулерін қолдану

Жылдамдықтарды қосу мен орын ауыстыруды қосудың классикалық заңын есеп шығаруда қолдану

Қисықсызықты қозғалыс кезіндегі траекторияның қисықтық радиусын, дененің тангенциалды, центрге тартқыш және толық үдеуін анықтау

Көкжиекке бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысы кезіндегі кинематикалық шамаларын анықтау

Бағалау критерийі

Білім алушы

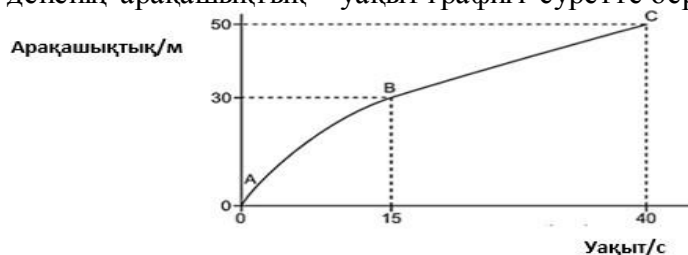
- Жүйелік және кездейсоқ қателіктер көзін анықтайды
- Кинематика теңдеулерін есептер шығаруда қолданады
- Салыстырмалық принципін есептер шығаруда қолданады
- Көкжиекке бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын сипаттайды
- Қисықсызықты қозғалысты сипаттайтын шамаларды анықтайды

Ойлау дағдыларының деңгейлері Қолдану

Орындау уақыты 25 минут

Тапсырмалар

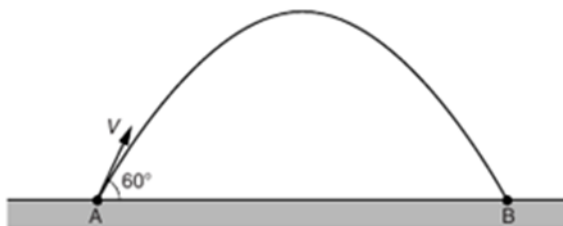
1. Металл сымның көлденең қимасының диаметрі 0,8 мм.
 - a) Сымның диаметрін өлшеу үшін қандай құрал қолданылатынын көрсетіңіз.
 - b) Өзіңіз (a) бөлімінде көрсеткен құрал қалай қолданылу керек екенін көрсетіңіз,
 - (i) өлшеу кезіндегі жүйелік қателіктерді болдырмау үшін
 - (ii) кездейсоқ қателіктерді азайту үшін
2. Қозғалыстағы дененің арақашықтық – уақыт графигі суретте берілген.



Мына нүктелер арасындағы дененің қозғалысына сипаттама беріңіз және неліктен ондай шешімге келгеніңізді түсіндіріңіз.

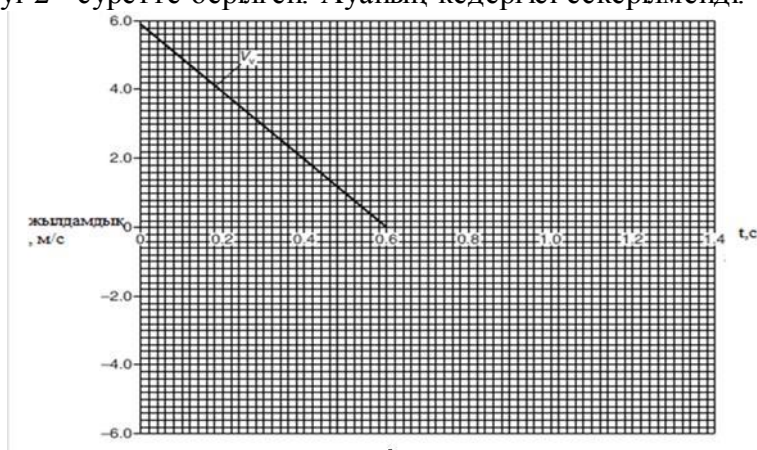
- i) А мен В
 - ii) В мен С
- (a) Дененің үдеуі қандай мәнге (оң, теріс, нөл) ие болатындығын анықтаңыз:
 - i) А мен В арасында
 - ii) В мен С арасында
 - (b) Дененің 40 с ішіндегі орташа жылдамдығын есептеңіз.

3. Өзеннің арғы бетіне өтпекші болған катер өзен ағысына перпендикуляр бағытта 4 м/с жылдамдықпен жүзеді. Егер өзеннің ені 800 м/с, ал ағыс жылдамдығы 1 м/с болса, катерді ағыс қанша метрге төмен қарай ығыстырады?
4. Шар А нүктесінен В нүктесіне дейін 1-суретте көрсетілгендей лақтырылды.



1- сурет

Шардың бастапқы жылдамдығының көкжиекпен жасайтын бұрышы 60° . Шар жылдамдығының вертикаль құраушысының $t=0$ с пен $t=0,6$ с аралығындағы уақытқа тәуелді өзгеруі 2 - суретте берілген. Ауаның кедергісі ескерілмейді.



2-сурет

- (a) 2-суретті шар В нүктесіне жеткенге дейінгі уақытқа сәйкес мәндермен толықтырыңыз.
- (b) Шардың максимал көтерілу биіктігін есептеңіз.
- (c) Жылдамдықтың горизонталь құраушысының $t=0$ мезетіндегі мәнін есептеңіз.
- (d) А және В нүктелерінің L арақашықтығын есептеңіз.
- (e) 2-суретті пайдаланып шар траекториясының лақтырылғаннан кейінгі 0,6 с мезетіндегі қисықтық радиусын анықтаңыз. Өз жұмысыңызды түсіндіріп, формулалармен дәлелдеңіз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Жүйелік және кездейсоқ қателіктер көзін анықтайды	1(a)	сым диаметрін өлшеу үшін қолданылатын құралды анықтайды;	5
	1(b)i	жүйелік қателіктерді болдырмау шараларын анықтайды;	5
	1(b)ii	кездейсоқ қателіктерді азайту жолдарын анықтайды;	5
Кинематика теңдеулерін есептер шығаруда қолданады	2 (a)	(i) график бойынша дененің А мен В нүктелері арасындағы қозғалысын сипаттайды;	5

		(ii) график бойынша дененің В мен С нүктелері арасындағы қозғалысын сипаттайды;	5
	2 (b)	(i) графиктегі А мен В нүктелері арасындағы үдеу мәнін анықтайды;	5
		(ii) графиктегі В мен С нүктелері арасындағы үдеу мәнін анықтайды;	5
	2с	дененің орташа жылдамдығының формуласын қолданады;	5
		орташа жылдамдықтың мәнін анықтайды;	5
Салыстырмалық принципін есептер шығаруда қолданады	3	катердің өзеннің қарсы бетіне өту уақытын анықтайды;	5
		катердің ағыс әсерінен ығысуын есептейді;	5
Көкжиекке бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын сипаттайды	4 (a)	дене жылдамдығының таңбасын анықтайды;	5
		графикті толықтырады;	5
	4 (b)	доптың максимал көтерілу биіктігінің мәнін есептейді;	5
	4(c)	доптың жылдамдығының горизонталь құраушысының мәнін анықтайды;	5
	4(d)	А мен В нүктелерінің арақашықтығын есептейді;	5
Қисықсызықты қозғалысты сипаттайтын шамаларды анықтайды	4(e)	траекторияның қисықтық радиусының формуласын қолданады;	5
		берілген нүкте үшін жылдамдық мәнін анықтайды;	5
		қисықтық радиусының мәнін есептейді.	10
Жалпы балл			100

«Динамика» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

10.1.2.1 Бірнеше күштің әрекетінен болатын дененің қозғалысына есеп шығарудың алгоритмдерін құру

Бүкіл әлемдік тартылыс заңын есептер шығаруда қолдану
Материалдық дененің инерция моментін есептеу үшін
Штейнер теоремасын қолдану

Айналмалы қозғалыс динамикасының негізгі теңдеуін есеп шығаруда қолдану

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Бірнеше күш әрекет ететін дене үшін Ньютон заңдарын қолданады
- Бүкіл әлемдік тартылыс заңының мағынасын түсіндіреді
- Штейнер теоремасын есептер шығаруда қолданады
- Айналмалы қозғалыс динамикасының негізгі теңдеуін қолданады

Ойлау дағдыларының деңгейлері Қолдану Жоғары деңгей дағдылары

Орындау уақыты 20 минут

Тапсырмалар

1. Ньютонның II-заңын тұжырымдаңыз.

(a) Білеуше суретте көрсетілгендей жазықтық бойымен төмен қарай сырғанайды.

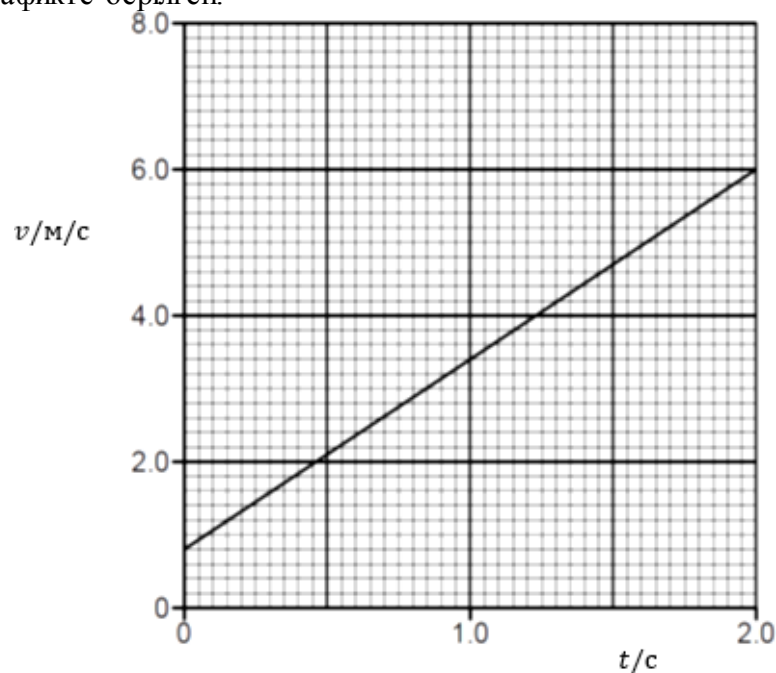


1-сурет

Жазықтықтың горизонтпен жасайтын бұрышы 20° . Білеушенің массасы 65 кг. Білеушенің сырғанауы кезінде оған әрекет ететін үйкеліс күші F тұрақты болып қалады.

(b) Білеушеге әрекет ететін басқа екі күштің аты мен бағытын анықтаңыз

(c) Білеуше қозғалысы кезіндегі оның жылдамдығының уақытқа тәуелді өзгерісі 2-суреттегі графикте берілген.



2-сурет

(i) 2-суретті пайдаланып, білеушенің үдеуін анықтаңыз.

(ii) Білеушеге әрекет ететін тең әрекетті күш мәнін есептеңіз.

(d) Білеушеге әрекет ететін F үйкеліс күшінің мәнін есептеңіз.

2.

(a) Ньютонның бүкіләлемдік тартылыс заңын тұжырымдаңыз.

(b) Планета Күнді айнала дөңгелек орбита бойымен қозғалған кезде оған центрге тартқыш күші әрекет ететінін ескере отырып, мына байланысты анықтаңыз: $T^2 \sim R^3$, мұндағы T – планетаның Күнді орбита бойымен айналу периоды, R – орбита радиусы.

3. Массалары мен радиустары бірдей, бірдей материалдан жасалған шар мен сақина үйкеліссіз бірдей жылдамдықпен домалап барады. Шардың кинетикалық энергиясы сақинаның кинетикалық энергиясынан қанша есе аз?

Инерция моменті $J = 63,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ маховик тұрақты $\omega = 31,4 \text{ рад/с}$ бұрыштық жылдамдықпен айналады. Маховик тежеуші момент әрекетінен 20 с-тан кейін тоқтаса, осы момент мәнін анықтаңыз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		Білім алушы	
Бірнеше күш әрекет ететін дене үшін Ньютон заңдарын қолданады	1	(a) Ньютонның II-заңын тұжырымдайды;	5
		(b) денеге әрекет ететін екі күштің атын/бағытын анықтайды;	5 5
		(c) (i) графиктен градиентті анықтайды;	5
		градиенттің сандық мәні үдеу болатынын көрсетеді;	5
		(c)(ii) білеушеге әрекет ететін тең әрекетті күш мәнін есептейді;	5
		(d) білеуше қозғалысы үшін Ньютонның екінші заңын векторлық формада жазады;	5
		горизонталь осьтегі күш проекцияларын жазады;	5
		үйкеліс күшінің мәнін есептейді;	10
Бүкіл әлемдік тартылыс заңының мағынасын түсіндіреді	2(a)	бүкіл әлемдік тартылыс заңын тұжырымдайды;	5
	2(b)	бүкіл әлемдік тартылыс күші мен центрге тартқыш күштің теңдігін қолданады;	5
		планетаның центрге тарқыш үдеуі мен айналу периоды арасындағы байланысты қолданады;	5
		планетаның орбитаны айналу периоды мен орбита радиусы арасындағы тәуелділікті қорытады;	5

Штейнер теоремасын есептер шығаруда қолданады	3	үйкеліссіз домалайтын дене үшін кинетикалық энергияның формуласын қолданады;	5
		шар мен сақинаның импульс моменттерін қолданады;	5
		кинетикалық энергиялар қатынасын анықтайды;	5
Айналмалы қозғалыс динамикасының негізгі тендеуін қолданады	4	айналдырушы күш моментінің формуласын қолданады;	5
		бұрыштық үдеу мен бұрыштық жылдамдық байланысын қолданады;	5
		тежеуші күш моментін есептейді.	5
Жалпы балл			100

«Статика», «Сақталу заңдары» және «Сұйықтар мен газдардың механикасы» бөлімдері бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

10.1.3.2 Әртүрлі тепе-теңдікті түсіндіру кезінде себеп-салдарбайланысын орнату

10.1.4.1 Сақталу заңдарын сандық және эксперименттік есептерді шығаруда қолдану

Сұйықтар мен газдардың ламинарлық және турбуленттік ағыстарын сипаттау

Үзіліссіздік тендеуі мен Бернулли тендеуін эксперименттік, сандық және сапалық есептерді шығаруда қолдану

Бағалау критерийі

Білім алушы

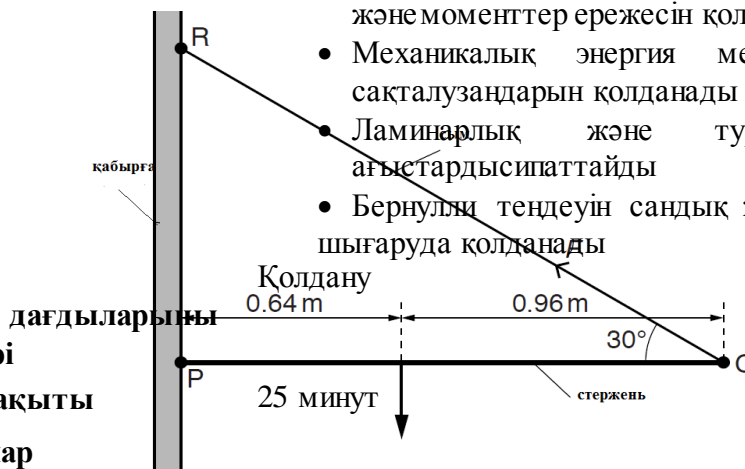
- Дененің тепе-теңдік шарттарын түсіндіреді және моменттер ережесін қолданады
- Механикалық энергия мен импульстің сақталу заңдарын қолданады
- Ламинарлық және турбуленттік ағыстарды сипаттайды
- Бернулли тендеуін сандық және сапалық есептер шығаруда қолданады

Ойлау

н деңгейлері

Орындау уақыты

Тапсырмалар



1. RQ стержені вертикаль кабырғаға P нүктесінде суретте көрсетілгендей бекітілген.

Стерженнің ұзындығы 1,60 м. P нүктесінен 0,64 м қашықтықта стерженьге ауырлық күші әсер етеді. Стержень кабырғаға бекітілген QR сымының көмегімен горизонталь қалыпта тепе-теңдікте орнатылған. Сымның керілу күші $F = 44$ Н горизонтпен 30° бұрыш жасайды.

(a) Анықтаңыз:

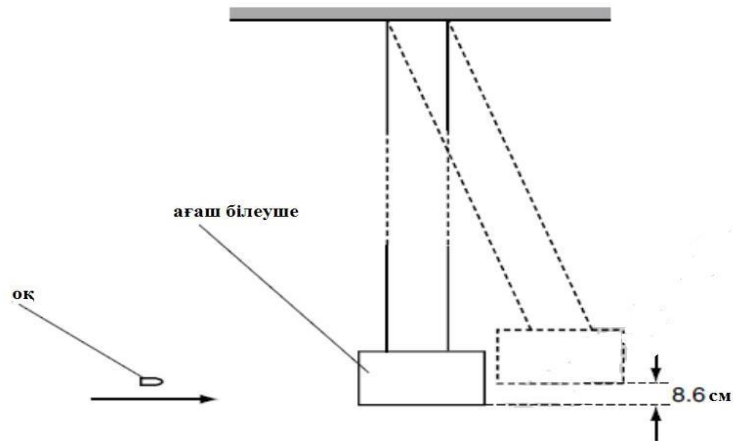
- F күшінің вертикаль құраушысын;
- F күшінің горизонталь құраушысын.

(b) P нүктесіне қатысты моменттер ережесін пайдаланып, F_F ауырлық күшінің мәнін анықтаңыз.

(с) Неліктен қабырға тарапынан стерженьге Р нүктесінде қысым түсірілетінін түсіндіріңіз.

(д) Қабырға тарапынан стерженьге Р нүктесінде түсірілетін қысым күшінің бағытын көрсетіңіз және ол күшті N әрпімен белгілеңіз.

2. Массасы 2,0 г оқ горизонталь бағытта ұшып, массасы 600 г ағаш білеушеге тиеді. Білеуше вертикаль жіптердің көмегімен төбеге бекітілген және еркін қозғалады. Оқ білеушенің ішіне енеді. Оғы бар білеуше вертикаль бағытта 8,6 см биіктікке суретте көрсетілгендей көтеріледі.



(а) Оқ пен білеушенің гравитациялық потенциалдық энергиясының өзгерісін анықтаңыз.

(б) Оқ пен білеушенің бірге қозғалар алдындағы бастапқы жылдамдығын есептеңіз.

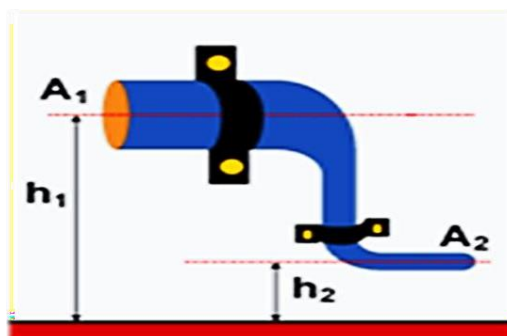
(с) Импульстің сақталу заңын пайдаланып, оқтың білеушемен соқтығысар алдындағы жылдамдығын есептеңіз.

(д) Оқтың білеушемен соқтығысар алдында ие болған кинетикалық энергиясын есептеңіз.

(е) Оқ пен білеушенің әрекеттесуінің түрін сипаттап, қорытынды жасаңыз.

3. Ламинарлық және турбуленттік ағыстардың екі айырмашылығын көрсетіңіз. Өз түсіндірулеріңізде сызба қолдануға болады.

4. Суретте үйдегі су құбырының жүйесі көрсетілген. Құбырдың тар және кең жерлеріндегі аудандарының қатынасы 1:4 және құбырлар еденнен $h_1 = 5$ м, $h_2 = 1$ м деңгейде орналасқан. Құбырдың A_1 кең жеріндегі су ағысының жылдамдығы $9,1 \cdot 10^5$ Па қысымда 36 км/сағ болады. Су тығыздығын 1000 кг/м^3 деп алыңыз.



Келесі шамаларды анықтаңыз:

(а) құбырдың тар жеріндегі су ағысының жылдамдығын;

(б) құбырдың екі ұшындағы қысымның айырымын;

(с) құбырдың тар бөліміндегі қысымның мәнін.

5. Кейбір су көліктерінің қозғалысы Бернулли теңдеуіне негізделген. Суретте желкен орнына алып цилиндрлерді пайдаланатын кеме көрсетілген. Цилиндрлер мотор арқылы айналысқа келеді. Оңтүстіктен үздіксіз жел соғып тұрсын делік. Ал кеме шығысқа қарай жүзуі қажет. Цилиндрлер қай бағытта айналулары керек, сағат тілімен бағыттас па, әлде сағат тіліне қарсы бағытта ма? Екі суреттің қай нұсқасы дұрыс? Көрініс кеменің үстіңгі жағынан түсірілген.



2

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор		Балл
		<i>Білім алушы</i>		
Дененің тепе-теңдік шарттарын және моменттер ережесін қолданады	1(a)	F күшінің вертикаль құраушысын анықтайды;	5	
		F күшінің горизонталь құраушысын анықтайды;	5	
	1(b)	моменттер ережесін қолданады;	5	
		ауырлық күшінің мәнін анықтайды;	5	
	1(c)	қысым күшінің пайда болуын түсіндіреді;	5	
1(d)	қысым күшін белгілейді;	5		
Механикалық энергия мен импульстің сақталу заңдарын қолданады	2 (a)	оқ пен білеушенің потенциалдық энергиясының өзгерісін анықтайды;	5	
		оқ пен білеушенің бірлескен қозғалысы үшін энергияның сақталу заңын қолданады;	5	
	2 (b)	оқ пен білеушенің бастапқы жылдамдығын анықтайды;	5	
		оқ пен білеушенің әрекеттесуі үшін импульстің сақталу заңын қолданады;	5	
	2 (c)	оқтың жылдамдығын анықтайды;	5	
		оқтың кинетикалық энергиясын есептейді;	5	
	2 (e)	оқ пен білеушенің әрекеттесу түрін анықтайды;	5	
оқ пен білеушенің әрекеттесуінің түрін сипаттайды;		5		
Ламинарлық және турбуленттік ағыстарды сипаттайды	3	ламинарлық және турбуленттік ағыстардың екі айырмашылығын сипаттайды;	5	
Бернулли теңдеуін сандық және сапалық есептер шығаруда қолданады	4(a)	құбырдың тар жеріндегі су ағысының жылдамдығын анықтайды;	5	
	4(b)	құбырдың екі ұшындағы қысымның айырымын анықтайды;	5	
	4(c)	құбырдың тар бөліміндегі қысымның мәнін анықтайды;	5	
	5	қысымдар айырымының пайда болуын түсіндіреді;	5	

	цилиндрлердің айналу бағыты дұрыс берілген суретті анықтайды;	5
Жалпы балл		100

«Молекулалық- кинетикалық теория негіздері» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары	<p>Температура мен молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясының байланысын сипаттау</p> <p>Идеал газ моделін сипаттау</p> <p>Молекулалық кинетикалық теорияның негізгі теңдеуін есептер шығаруда қолдану</p>
Бағалау критерийі	<p>Білім алушы</p> <ul style="list-style-type: none"> • Идеал газға анықтама береді • МКТ негізгі теңдеуін түрлендіреді • Газ молекулаларының жылдамдығының температурамен байланысын қолданады • Молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының температураға тәуелділігін сипаттайды
Ойлау дағдыларының деңгейлері	Қолдану
Орындау уқыты	2 5минут

Тапсырмалар

1. Идеал газ ұғымына сипаттама беріңіз.

2. Идеал газдың қысымы мына өрнекпен беріледі: $p = \frac{1}{3} \rho \langle c^2 \rangle$, мұндағы ρ газдың тығыздығы.

(a) $\langle c^2 \rangle$ таңбасының нені білдіретінін түсіндіріңіз.

(b) Идеал газ қысымының өрнегін пайдаланып, газ молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы төмендегідей формуламен өрнектелетінін қорытып шығарыңыз.

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$$

Өз жұмысыңызды толық көрсетіңіз және қолданылған физикалық шамаларға түсініктеме беріңіз.

3. Идеал газдың $2,0 \cdot 10^5$ Па қысымдағы тығыздығы $2,4 \text{ кг/м}^3$ және температурасы 300 К.

a) Газ атомдарының 300 К температурадағы орташа квадраттық жылдамдығын анықтаңыз.

b) Осы газ молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы (i) бөлімінде есептелген мәннен екі еселенетін температураны анықтаңыз.

4. Жердің гравитациялық өрісінің әсерін жеңіп, ұшып кетуі үшін гелий атомдары Жер атмосферасының ең жоғарғы қабатында шамамен $1,1 \cdot 10^4$ м/с жылдамдыққа ие болуы керек.

a) Осы атмосфераның жоғарғы қабатындағы температураның мәнін бағалаңыз. Гелий атомының массасы $6,6 \cdot 10^{-27}$ кг.

Неліктен гелий атомдары (b) бөлімінде есептелген температурада Жердің тартылыс күшін жеңіп, ұшып кете алатындығын түсіндіріңіз.

ғалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		Білім алушы	
Идеал газға анықтама береді	1	идеал газға анықтама береді;	5
		газдың идеал ретінде қарастырылу шарттарын көрсетеді;	5
МКТ негізгі теңдеуін түрлендіреді	2(a)	физикалық шаманың мағынасын түсіндіреді;	5
	2(b)	МКТ негізгі теңдеуін қолданады;	10
		идеал газ қысымының температурамен байланысын қолданады;	5
		математикалық түрлендірулер арқылы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының формуласын алады;	5
		қолданылған физикалық шамаларды сипаттайды;	5
Газ молекулаларының жылдамдығының температурамен байланысын қолданады	3(a)	МКТ теңдеуін түрлендіреді;	10
		орташа квадраттық жылдамдық мәнін есептейді;	10
	3(b)	орташа квадраттық жылдамдықтың температурамен байланысын қолданады;	5

		температура мәнін есептейді;	5
Молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының температураға тәуелділігін сипаттайды	4(a)	жылдамдық пен температураның байланысын қолданады;	10
		атмосфераның жоғарғы қабатындағы температура мәнін анықтайды;	10
	4(b)	атомдардың орташа кинетикалық энергиясы мен температураның байланысын сипаттайды.	10
Жалпы балл			100

«Газ заңдары» және «Термодинамика» бөлімдері бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

10.2.2.1 Идеал газ күйінің негізгі теңдеуін есептер шығаруда қолдану
Тұрақты көлем кезінде қысымның газ температурасына тәуелділігін зерттеу
Газ заңдарын сандық және графиктік есептер шығаруда қолдану
Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге және адиабаталық процеске қолдану
Идеал жылу қозғалтқышы үшін Карно циклін сипаттау

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Газ күйінің теңдеуін қолданады
- Шарль заңын есептер шығаруда қолданады
- Газ заңдарын графиктік есептер шығаруда қолданады
- Термодинамиканың бірінші заңын қолданады
- Идеал жылу қозғалтқыштарының жұмыс циклін сипаттайды

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Қолдану

Орындау уақыты

25 минут

Тапсырмалар

1.

(a) $pV = \text{constant} \cdot T$

теңдеуі газ қысымы, көлемі және термодинамикалық температураны байланыстырады. Берілген теңдеудің қолданылуына қойылатын екі шартты көрсетіңіз.

(b) Көлемі $4 \cdot 10^4 \text{ см}^3$ цилиндрде қысымы $2,5 \cdot 10^7 \text{ Па}$ және температурасы 290 К сутегі бар.

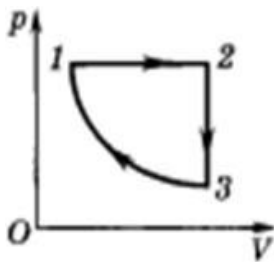
Цилиндрдегі сутегіні баллондарды толтыру үшін пайдаланады. Әр толтырылған баллонда $1,85 \cdot 10^5 \text{ Па}$ қысымдағы, көлемі $7,24 \cdot 10^3 \text{ см}^3$, температурасы 290 К сутегі болады. Сутегі үшін (a) бөліміндегі шарттар орындалады деп қарастырып, есептеңіз:

- (i) толық цилиндрдегі сутегінің зат мөлшерін;
- (ii) цилиндрдегі сутегімен толтырылған баллондар санын.

2. Изохоралық процесс кезінде газ температурасы 30%-ға артып, қысымы 200 кПа болды. Берілген мәндерді пайдаланып, газдың бастапқы қысымын анықтаңыз.

3.

(a) Суреттегі графигі берілген циклдегі әр процесті анықтаңыз:



→2: _____

2→3: _____

3→1: _____

(b) Осы циклдің графигін $V(T)$ тәуелділігінде салып көрсетіңіз.



4. Идеал газ ретінде қарастырылатын көлік қозғалтқышының цилиндріндегі көлемі 540 см^3 ауаның қысымы $1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$, температурасы 27°C . Ауа кенеттен адиабаталық 30 см^3 көлемге дейін сығылады да, қысымы $6,6 \cdot 10^6 \text{ Па}$ қысымға дейін көтеріледі.

- (a) Ауаның сығылғаннан кейінгі температурасын анықтаңыз.
- (b) Термодинамиканың I заңының өрнегін жазып, мағынасын түсіндіріңіз.
- (c) Термодинамиканың I-заңын пайдаланып сығылу кезіндегі ауаның температурасының өзгеру себебін түсіндіріңіз.

Карно циклінің реал жылу машиналарының жұмыс циклінен қандай айырмашылығы бар?

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Газ күйінің теңдеуін қолданады	1(a)	идеал газ күйі теңдеуінің қолданылуының екі шартын көрсетеді;	10
	1(b)i	газ күйінің теңдеуін қолданады;	5
		цилиндрдегі зат мөлшерін анықтайды;	5
	1(b)ii	әр баллондағы сутегінің зат мөлшерін анықтайды;	5
газ толтырылған баллондар санын анықтайды;		5	
Шарль заңын есептер шығаруда қолданады.	2	Шарль заңын қолданады;	5
		математикалық түрлендірулер арқылы газдың бастапқы қысымының өрнегін анықтайды;	5
		қысым мәнін есептейді;	5
Газ заңдарын графиктік есептер шығаруда қолданады	3(a)	газда өтетін процестерді сипаттайды;	5
	3(b)	циклдің графигін салады;	5
Термодинамиканың бірінші заңын қолданады.	4(a)	газда өткен процеске сәйкес өрнекті қолданады;	5
		ауаның температурасын анықтайды;	5
	4(b)	термодинамиканың I-заңының өрнегін жазады;	5
		термодинамиканың I-заңын түсіндіреді;	5
	4(c)	процеске сәйкес термодинамиканың I-заңын жазады;	5
		ауа температурасының өзгерісін түсіндіреді;	5
Жылу қозғалтқыштарының жұмысын сипаттайды.	5	Карно циклінің өрнегін қолданады;	5
		идеал жылу машинасының және Карно циклдерін салыстырады.	5
Жалпы балл			100

«Сұйық және қатты денелер» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары 10.2.4.1 Гигрометрдің және психрометрдің көмегімен ауаның салыстырмалы ылғалдылығын анықтау
Сұйықтың беттік керілу коэффициентін әртүрлі тәсілдермен анықтау
Әртүрлі қатты денелер мысалында кристалдық және аморфты денелердің құрылымын ажырату
Серпімді деформация кезіндегі Юнг модулін анықтау

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Ауаның салыстырмалы ылғалдылығының физикалық мағынасын сипаттайды
- Сұйықтың беттік керілу коэффициентін есептейді
- Кристалл және аморф денелердің айырмашылығын түсіндіреді
- Қатты заттың механикалық қасиетін сипаттайды

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Қолдану

Орындау уақыты 20 минут

Тапсырмалар

1.

- Шық нүктесі ұғымына анықтама беріңіз.
- Неліктен метеорологтар жауын-шашынның түсуін болжау кезінде дәлірек ақпараталу үшін шық нүктесін қолданатынын түсіндіріңіз.
- Ауаның температурасы 20°C , шық нүктесі 10°C . Ауаның салыстырмалы ылғалдылығын есептеңіз.

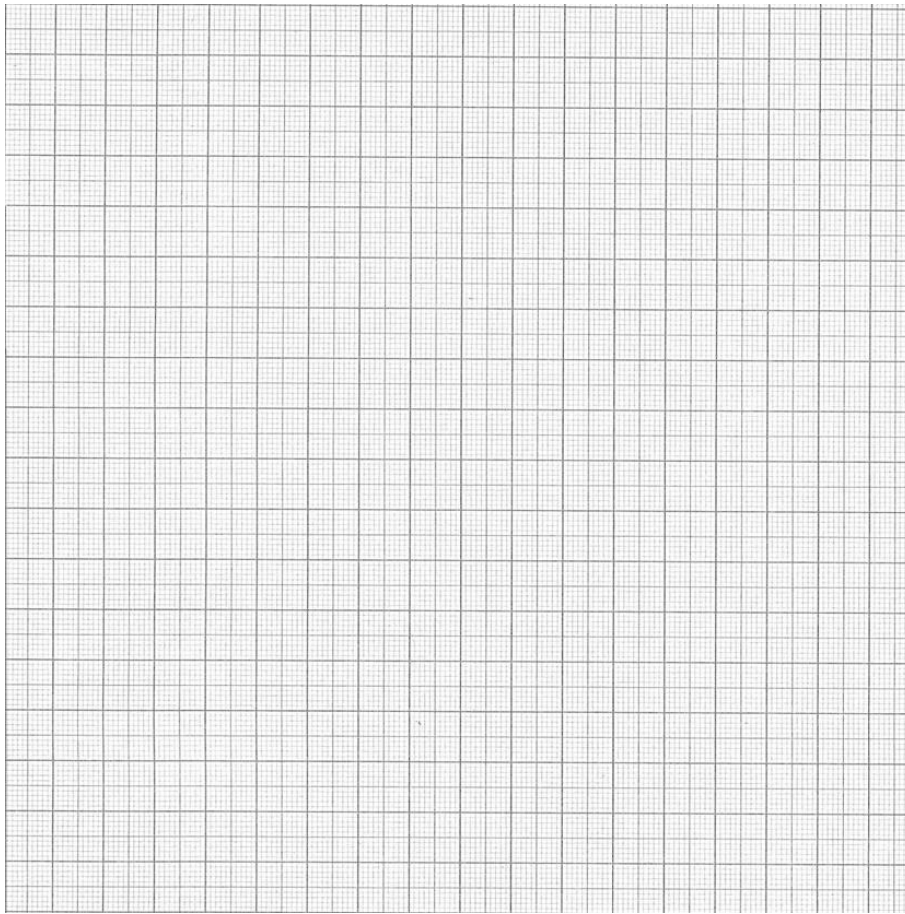
2. Пипетка көмегімен 3,6 г майдан 304 тамшы алынды. Пипетка ұшының диаметрі 1,2 мм. Майдың беттік керілу коэффициентін анықтаңыз.

3. Кристалл және аморф денелердің үш айырмашылығын көрсетіңіз.

4. Сым вертикаль бағытта бір ұшынан бекітілген. Екінші бос ұшына жүктерді арттыра отырып іледі, сол кездегі сымның созылуы төменде кестеде берілген.

Жүк/Н	0	2,0	4,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,5
Созылу/мм	0	1,2	2,4	3,6	4,2	4,9	5,7	7,0	8,0

- Сымға әсер етуші күштің сымның созылуына тәуелділік графигін сызыңыз.



- б) Өз графигіңізден Гук заңы орындалатын аумақты белгілеңіз.
- с) Созылмаған сымның ұзындығы 1,6 м, көлденең қимасының ауданы $8,0 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$. Берілген ақпараттар мен өз графигіңізді пайдаланып, осы сым үшін Юнг модулінің мәнін анықтаңыз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Ауаның салыстырмалы ылғалдылығының физикалық мағынасын сипаттайды	1(a)	шық нүктесіне анықтама береді;	5
	1(b)	шық нүктесінің ауа-райын болжауда қолданылуын түсіндіреді;	5
	1(c)	ауаның салыстырмалы ылғалдылығын анықтайды;	5
Сұйықтың беттік керілу коэффициентін есептейді	2	тамшының үзілу шартын қолданады;	5
		беттік керілу күшінің формуласын қолданады;	10
		беттік керілу коэффициентін анықтайды;	10
Кристалл және аморф денелердің айырмашылығын түсіндіреді	3	кристалдар мен аморф денелердің үш айырмашылығын көрсетеді;	20
Қатты заттың механикалық қасиетін сипаттайды	4(a)	осьтер дұрыс белгіленіп, өлшем бірлігі көрсетілген;	5
		нүктелер дұрыс қойылған (мәндерге сәйкестік, нүктенің өлшемі);	5
		сапалы, дұрыс сызылған жұқа сызық;	5

	4(b)	графиктен Гук заңының орындалу аумағын белгілейді;	5
	4(c)	жұмыстық формуланы қолданады;	5
		графикті тиімді қолданады;	5
		Юнг модулінің мәнін есептейді.	10
Жалпы балл			10 0

«Электростатика» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

- 10.3.1.1 - электр зарядының сақталу заңы мен Кулон заңын есептер шығаруда қолдану
10.3.1.3 - зарядталған жазықтықтың, шардың, сфераның және шексіз жіптің электр өрісінің кернеулігін анықтау үшін Гаусс теоремасын қолдану
10.3.1.8 - конденсатор сыйымдылығының оның параметрлеріне тәуелділігін зерттеу;
10.3.1.10 - электр өрісінің энергиясын есептеу

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Зарядтардың өзара әрекеттесу күшін сипаттайды
- Электр өрісіндегі өткізгіштерді сипаттайды
- Электр сыйымдылығының мағынасын сипаттайды және мәнін анықтайды
- Электр өрісінің энергиясын анықтайды

Ойлау

Қолдану

дағдыларыны

ндеңгейлері

Орындау уақыты

20 минут

Тапсырмалар

1. Екі бірдей заряд ауада бір-бірінен $0,05$ м қашықтықта $1,2 \cdot 10^{-4}$ Н күшпен әсерлеседі.

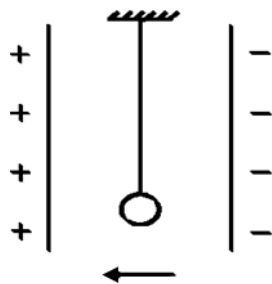
а) Зарядтардың шамасын есептеңіз.

б) Осы екі зарядты диэлектрлік өтімділігі ϵ сұйыққа бір-бірінен $0,05$ м қашықтыққа орналастырады.

i. Зарядтардың арасындағы әрекеттесу күші қалай өзгертінін сипаттаңыз.

ii. Зарядтар диэлектрикте бір-бірінен $0,12$ м қашықтықтан өзара $1,5 \cdot 10^{-5}$ Н күшпен әрекеттеседі деп алып, сұйықтың диэлектрлік өтімділігін анықтаңыз.

2. Әр аттас зарядталған пластиналар арасына зарядталмаған өткізгіш шарды орналастырып, көрсетілген бағыт бойынша қозғалысқа келтірсе, қандай өзгерістер болатынын тұжырымдаңыз.



3. Кернеулігі $1,2$ Н/Кл біртекті электр өрісінде заряды -3 мкКл-ға тең тозаң тепе-теңдік қалпын сақтаған. Тозаңның массасын анықтаңыз. Электр өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетіңіз.

4. C_1 конденсаторы бір-бірінен 4 мм қашықтықта орналасқан, қырының ұзындығы 10 см шаршы түріндегі жазық параллель пластиналардан тұрады. Ал C_2 конденсаторы бір-бірінен 1 мм қашықтықта орналасқан, қырының ұзындығы 5 см шаршы түріндегі жазық параллель пластиналардан тұрады.

а. Осы конденсаторлар сыйымдылықтарының қатынасын анықтаңыз.

б. Егер C_2 конденсаторының астарларының арасын маймен толтырса ($\epsilon=2,1$) сыйымдылықтар қатынасы қалай өзгертінін туралы дәлелді қорытынды жасаңыз.

5.

а) Электр сыйымдылығы ұғымына анықтама беріңіз.

б) Конденсаторлар қолданылуының бір себебі – олардың электр энергиясын сақтауға болатыны. Конденсаторларда электр энергиясы қалай сақталатыны туралы қысқаша түсіндіріңіз.

с) Сыйымдылығы 1200 мкФ конденсатордың астарлары арасындағы потенциалдар айырымы 50 В-тан 15 В-қа дейін өзгергенде конденсатордағы электр энергиясының өзгерісін есептеңіз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор		Балл
		<i>Білім алушы</i>		
Зарядтардың өзара әрекеттесу сипаттайды	1(a)	электр зарядтарының мәнін анықтайды;		5
	1(b)I	зарядтардың әрекеттесу күшінің өзгерісін сипаттайды;		5
	1(b)II	сұйықтың диэлектрлік өтімділігін есептейді;		5
Электр өрісіндегі өткізгіштерді сипаттайды	2	шарда қандай өзгерістер болатынын сипаттайды;		5
	3	тозаңның тепе-теңдікте болу шартын жазады;		5
		тозаңның массасын анықтайды;		5
		электр өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді;		10
Электр сыйымдылығының мағынасын сипаттайды және мәнін анықтайды	4(a)	электр сыйымдылығының формуласын қолданады;		5
	4(a)	сыйымдылықтар қатынасын анықтайды;		5
	4(b)	сыйымдылықтың өзгерісін сипаттайды;		10
	5(a)	электр сыйымдылығына анықтама береді;		10
Электр өрісінің энергиясын анықтайды	5(b)	конденсаторларда электр энергиясы жинақталуын сипаттайды;		10
	5(c)	электр энергиясының формуласын қолданады;		10
		электр энергиясының өзгерісін анықтайды.		10
Жалпы балл				100

«Тұрақты ток» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

- 10.3.2.1 Аралас жалғанған өткізгіштерден тұратын тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолдану
- 10.3.2.3 Электр қозғаушы күші мен кернеу көзінің әртүрлі жұмыс режиміндегі (жұмыстық, бос жүріс, қысқа тұйықталу) байланысын зерттеу
- 10.3.2.6 Тармақталған электр тізбегіне Кирхгоф заңын қолдану

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданады
- ЭҚК пен кернеудің түсуі арасындағы айырмашылықты сипаттайды
- Өткізгіштердегі кернеудің түсуін, қуатын есептейді
- Кирхгофф заңдарын теңдеулер жазуда қолданады

Ойлау дағдыларының деңгейлері

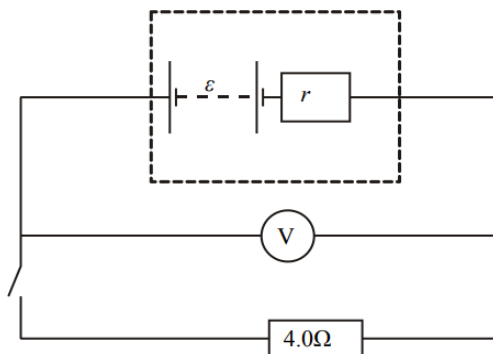
Қолдану

Тапсырмалар

1. Электрлік су қыздырғышы ұзындығы 20 м кабель арқылы ток көзіне қосылған. Кабель көлденең қималары $4,0 \text{ мм}^2$ екі мыс өткізгіштен тұрады. Мыстың меншікті кедергісі $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

- Әр өткізгіштің кедергісі 0,085 Ом болатынын көрсетіңіз.
- Электрлік су қыздырғышының жұмыстық тогы 37 А. Кабель өткізгіштеріндегі толық кернеу түсуін есептеңіз.
- Неліктен кабельге көлденең қимасының ауданы $6,0 \text{ мм}^2$ өткізгіштерді қолданған дұрыс болатынын түсіндіріңіз.

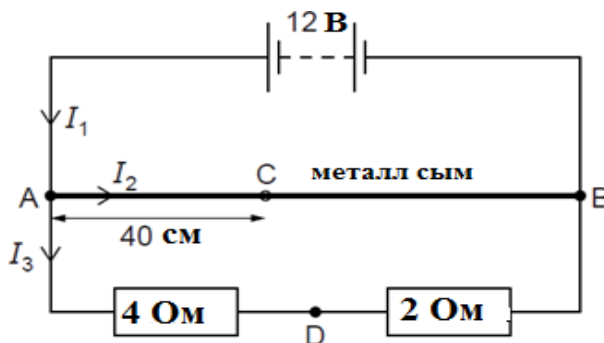
2. ЭҚК-і ε және ішкі кедергісі r батарея тізбекте көрсетілгендей жалғанады.



Кілт ашық тұрған кезде вольтметр көрсетуі 12,0 В. Кілт тұйықталғанда вольтметр көрсеткіші өзгерді және оның көрсетуі 8,0 В болды.

- Вольтметр көрсеткішінің өзгеру себебін түсіндіріңіз. Өз түсіндірулеріңізді формулалар қолдану арқылы жазуға болады.
- Кілт жабық тұрған кездегі тізбектегі токтың мәнін есептеңіз.
- Ток көзінің r ішкі кедергісін анықтаңыз.

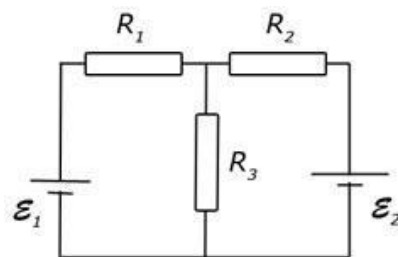
3. ЭҚК 12 В, ішкі кедергісі елеусіз аз ток көзіне біртекті АВ металл сымы қосылған. Сымның ұзындығы 1,00 м және кедергісі 10 Ом. Кедергілері сәйкесінше 4 Ом және 2 Ом екі резистор өзара тізбектей жалғанып, осы тізбекке қосылған.



I_1, I_2, I_3 токтары тізбекте суретте көрсетілгендей ағады.

- Кирхгофтың I-заңын қолданып, I_1, I_2, I_3 токтары арасындағы байланысты жазыңыз.
- I_1 мәнін есептеңіз.
- C және D нүктелері арасындағы потенциалдар айырымын анықтаңыз. AC аралығы 40 см, D нүктесі тізбектелген екі кедергілердің арасында орналасқан.

4. Электр тізбегі екі гальвани элементі мен үш резистордан тұрады.



- a) Сызбада ток көздерінің ЭҚК бағытын көрсетіңіз.
- b) Сызбада әр резистор арқылы өтетін ток бағытын көрсетіңіз.
- c) Берілген электр тізбегі үшін Кирхгофтың I заңын жазыңыз.
- d) Берілген электр тізбегі үшін Кирхгофтың II заңын жазыңыз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданады.	1(a)	мыс өткізгіштің кедергісін анықтайды;	5
	1(b)	екі өткізгіштегі жалпы кернеу түсуін есептейді;	5
	1(c)	көлденең қимасы артық өткізгіш болған кездегі кернеу түсуін анықтайды;	5
		кернеудің түсуі мен қуат арасындағы байланысты қолданады;	5
ЭҚК пен кернеудің түсуі арасындағы айырмашылықты сипаттайды.	2(a)	ЭҚК-нің физикалық мағынасын түсіндіреді;	5
		вольтметр өзгеруінің себебін көрсетеді;	5
	2(b)	кілт жабық тұрған кездегі ток мәнін есептейді;	5
	2(c)	ток көзінің ішкі кедергісін анықтайды;	5
Өткізгіштердегі кернеудің түсуін, қуатын есептейді	3(b)	тізбектің жалпы кедергісін анықтайды;	5
		F_1 тогының мәнін есептейді;	5
	3(c)	AC аралығы үшін потенциалдар айырымын анықтайды;	5
		AD аралығы үшін потенциалдар айырымын анықтайды;	5
		CD аралығындағы потенциалдар айырымын есептейді;	5
Кирхгофф заңдарын тендеулер жазуда қолданады	3(a)	берілген тізбек үшін Кирхгофтың I-заңын жазады;	5
	4(a)	ЭҚК-нің бағытын белгілейді;	5
	4(b)	резисторлардағы токтың ағу бағытын таңдайды;	5
	4(c)	берілген тізбек үшін Кирхгофтың I-заңын жазады;	10
	4(d)	тізбектің екі контуры үшін Кирхгофтың II-заңын жазады;	10
Жалпы балл			100

«Әртүрлі ортадағы электр тогы» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

- 10.3.3.1 Металдардағы электр тогын сипаттау және кедергінің температураға тәуелділігін талдау;
- 10.3.3.3 Жартылай өткізгіштердегі электр тогын сипаттау және жартылай өткізгіш құралдарын қолдану принципін түсіндіру
- 10.3.3.5 Электролиттердегі электр тогын сипаттау және электролиз заңын есептер шығаруда қолдану
Газдардағы және вакуумдағы электр тогын сипаттау;
Электронды-сәулелік түтікшенің жұмыс істеу принципін және қолданылуын түсіндіру

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Металдар кедергісінің температураға тәуелділігін сипаттайды
- Жартылай өткізгіштік құралдардағы электр тогын сипаттайды
- Электролиз құбылысының қолданылуын түсіндіреді
- Фарадей заңын есептер шығаруда қолданады
- Вакуумдағы электр тогын сипаттайды
- Электронды-сәулелік түтікше жұмысын сипаттайды

Ойлау дағдыларының деңгейлері Қолдану

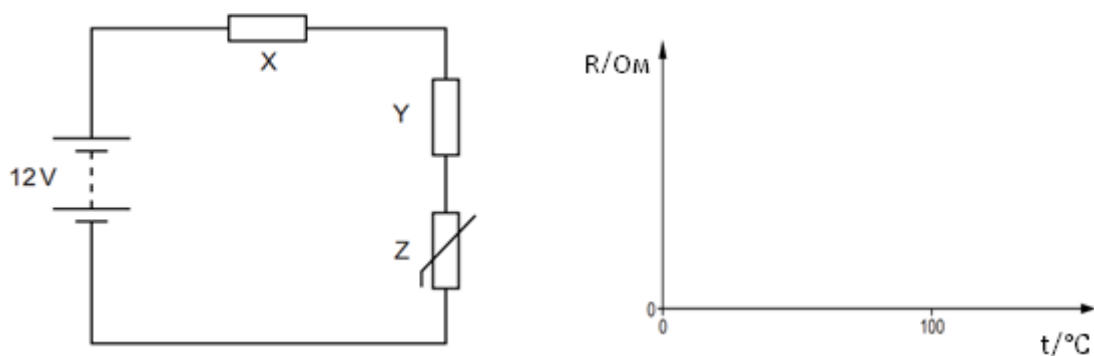
Орындау уақыты 20 минут

Тапсырмалар

1. Мыс сымды катушкаға тұрақты кернеу берілген. Осы катушканы еріп жатқан мұзға батырғанда ток күші 14 мА, ал қайнаған суға батырғанда ток күші 10 мА болды. Осы мәліметтерді пайдаланып, мыс сымның кедергісінің температуралық коэффициентін анықтаңыз.

2.

а) Графикте термистор кедергісінің температураға тәуелділігін сызыңыз.



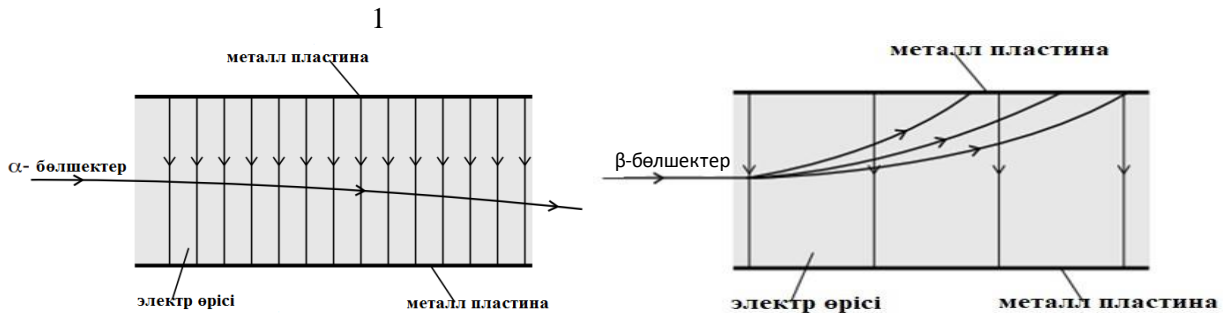
б) Суретте көрсетілгендей ЭҚК-і 12 В, ішкі кедергісі өте аз ток көзіне Х және Y резисторлары мен Z термисторы тізбектей жалғанған. Y кедергісі 15 кОм, ал белгілі бір температурадағы термистор кедергісі 3 кОм. Y резисторындағы кернеудің түсуі 8 В.

- (i) Тізбектегі ток күшінің мәнін есептеңіз.
- (ii) X кедергісінің мәнін есептеңіз.
- (iii) Z термистордың температурасы артты. Осы кезде Z термистордағы кернеудің түсуі қалай өзгеретінін тұжырымдаңыз және түсіндіріңіз.

3. Электролиз құбылысының практикалық қолданылуына мысалдар келтіріңіз.

4. Электролиттік ыдыстарды тізбектей жалғағанда катодтардан бөлінетін үш валентті темір мен екі валентті мырыштың массаларын салыстырыңыздар. $k(\text{темір})=0,193$ мг/Кл; $k(\text{мырыш})=0,339$ мг/Кл.

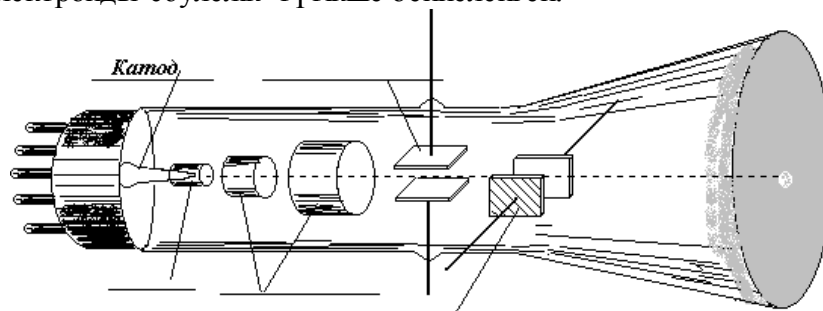
5. Өзара параллель екі металл пластиналардың арасындағы вакуумде электр өрісі бар. Осы пластиналар арасындағы біртекті электр өрісінде α -бөлшектер суретте көрсетілгендей ауытқиды.



Пластиналар арасындағы электр өрісінің кернеулігі азайтылды және α -бөлшектер β -бөлшектермен алмастырылады. β -бөлшектердің ауытқыуы 2-суретте көрсетілген.

- а) 1-ші және 2-ші суреттерде көрсетілген электр өрістерінің бір ұқсастығын көрсетіңіз.
- б) 2-ші суреттегі электр өрісінің кернеулігі 1-ші суреттегімен салыстырғанда кем. Электр өрісінің кернеулігін азайтудың әдісін көрсетіңіз.
- с) α - және β -бөлшектердің қасиеттеріне сілтеме жасай отырып, 1-ші және 2-ші суреттерде бейнеленген ауытқулардың түрлі болуының себебін көрсетіңіз.

6. Суретте электронды-сәулелік түтікше бейнеленген.



- а) Суретке оның негізгі бөліктерінің аталуын жазыңыз.
- б) Электронды сәулелік түтікшенің жұмысын қысқаша сипаттаңыз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Металдар кедергісінің температураға тәуелділігін сипаттайды	1	кедергінің температураға тәуелділігін қолданады;	5
		математикалық түрлендірулер арқылы кедергінің температуралық коэффициентін анықтауға арналған өрнекті қорытады;	5
		температуралық коэффициент мәнін есептейді;	5
Жартылай өткізгіштік құралдардағы электр тогын сипаттайды	2(a)	термистор кедергісінің температураға тәуелділік графигін сызады;	5
	2(b)i	тізбектегі ток күшін анықтайды;	10
	2(b)ii	жұмыстық формуланы анықтайды белгісіз кедергіні есептейді;	10
	2(c) iii	термистор кернеуінің қалай өзгеретінін анықтайды;	5
		термистор кернеуінің температураға тәуелділігін сипаттайды;	5
Электролиз құбылысының қолданылуын түсіндіреді	3	электролиз құбылысының практикалық қолданылуына мысалдар келтіреді;	10
Фарадей заңын есептер шығаруда қолданады	4	Фарадей заңын қолданады;	5
		темір мен мырыш массаларын салыстырады;	5
Вакуумдағы электр тогын сипаттайды	5(a)	суреттердегі электр өрістерінің ұқсастығын анықтайды;	5
	5(b)	электр өрісін азайтудың екі әдісін ұсынады;	5
	5(c)	α - және β - бөлшектердің ауытқуларындағы айырмашылықты анықтайды;	5
Электронды-сәулелік түтікше жұмысын сипаттайды	6(a)	электронды-сәулелік түтікшенің құрылысын сипаттайды;	5
	6(b)	ЭСТ-нің жұмысын сипаттайды.	5
Жалпы балл			100

«Магнит өрісі» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

- 10.3.4.1 Магнит индукция векторының физикалық мағынасын заманауи техниканың жетістіктері мен есептер шығару арқылы түсіндіру
- 10.3.4.3 Токомақ, циклотрон, андронды коллайдер, магниттік тордың жұмыс істеу принципін талдау және поляр шұғыласының табиғатын түсіндіру

Заттың магниттік қасиеттері бойынша топтастыру және олардың қолдану аймағын анықтау
Магниттік материалдарды (неодим магниттер, датчиктер, сейсмометрлер, металл іздегіш) заманауи қолдану аймағын және олардың қолдану үрдісін талқылау

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Магнит индукция векторының бағытын анықтайды
- Магнит өрісі қасиетінің қолданылуын түсіндіреді
- Циклотронның жұмыс жасау принципін сипаттайды
- Ферромагниттердің қасиетін сипаттайды
- Магниттік материалдардың қолданылуына мысалдар келтіреді

Ойлау дағдыларының деңгейлері

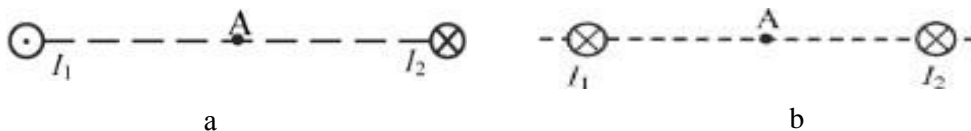
Қолдану

Орындау уақыты

20 минут

Тапсырмалар

1. А нүктесіндегі $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ магнит өрісінің бойымен I_1 және I_2 бірдей токтар ағып, сурет жазықтығына перпендикуляр орналасқан (а және б жағдайлар берілген) өткізгіштер тудырады.

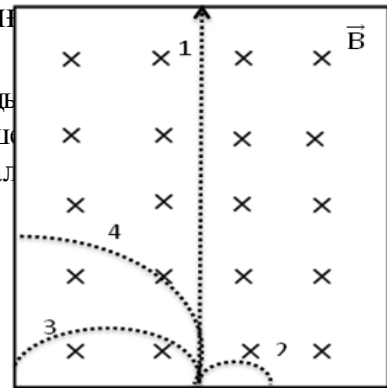


- а) Әр жағдай үшін (а және б) А нүктесіндегі \vec{B}_1 және \vec{B}_2 векторларының бағытын анықтаңыз.
- б) Өткізгіштердің өзара әрекеттесуі туралы қорытынды жасаңыз.

2. Вильсон камерасы зарядталған бөлшектерді бақылауға мүмкіндік беретін құрылғы. Ол біртекті магнит өрісіне орналастырылған, шыныдан жасалған герметикалық жабық ыдыс.

Суретте ішінде біртекті магнит өрісі тудырылған Вильсон камерасы бейнеленген.

- a) Камера ішіндегі магнит өрісінің бағытын анықтаңыз.
 b) Вильсон камерасы көмегімен зарядталған бөлшектің сипаттайтын қандай екі шама туралы мәлімет алына болады?



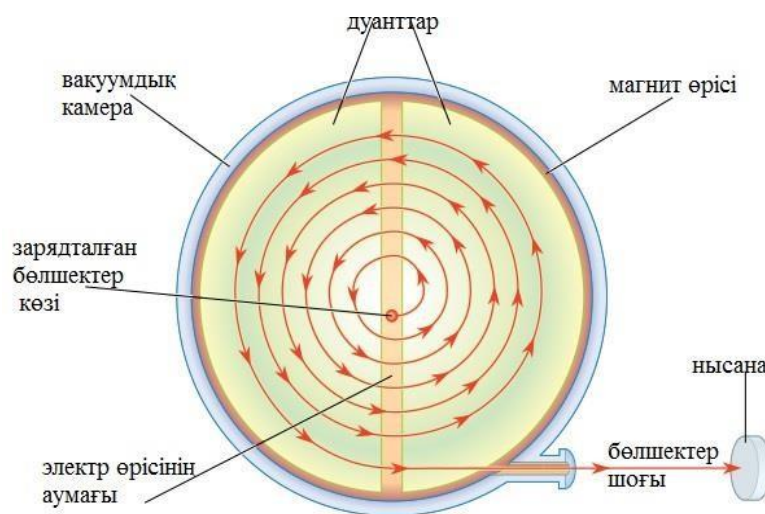
- c) Камераға электрон, протон, нейтрон және α -бөлшек ұшып кірді. Бөлшектердің тректері суретте 1,2,3,4 цифрларымен көрсетілген.

Осы бөлшектер мен тректер номерін сәйкестендіріңіз:

электрон
протон
α -бөлшек
нейтрон

1
2
3
4

3. Циклотрон құрылысының сызбасын пайдаланып, сұрақтарға жауап беріңіз.



- a) Дуанттар деген не, не үшін қолданылады?
 b) Осы сызбадағы магнит және электр өрістерінің ролін түсіндіріңіз.

4.

- a) Заттың магниттік өтімділігі ұғымына анықтама беріңіз.
 b) Ферромагниттердің басты үш қасиетін көрсетіңіз.
 c) Ферромагниттерге жататын заттардың астын сызыңыз:
никель, азот, оттегі, кобальт, қорғасын, цинк, темір, болат

5. Магниттік материалдардың қолданылуына екі мысал келтіріңіз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Магнит индукция векторының бағытын анықтайды	1	индукция векторларының бағытын анықтайды;	5
		тогы бар өткізгіштердің өзара әрекеттесуі туралы қорытынды жасайды;	5
Магнит өрісі қасиетінің қолданылуын түсіндіреді	2(a)	Вильсон камерасындағы магнит өрісінің бағытын анықтайды;	5
	2(b)	Вильсон камерасы көмегімен элементар бөлшек туралы алынатын екі мәліметті анықтайды;	10
	2(c)	элементар бөлшектерді тректерімен сәйкестендіреді;	10
Циклотронның жұмыс жасау принципін сипаттайды	3(a)	дуанттардың қолданылуын сипаттайды;	5
	3(b)	магнит өрісінің қызметін сипаттайды;	10
		электр өрісінің қызметін сипаттайды;	10
Ферромагниттердің қасиетін сипаттайды	4(a)	магнит өтімділігі ұғымына анықтама береді;	10
	4(b)	ферромагниттердің үш қасиетін сипаттайды;	10
	4(c)	ферромагнитке жататын заттарды анықтайды;	10
Магниттік материалдардың қолданылуына мысалдар келтіреді	5	магниттік материалдардың қолданылуына екі мысал келтіреді.	10
Жалпы балл			100

«Электромагниттік индукция» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

Электромагниттік (электромагниттік трансформатор) жұмыс істеу принципін зерттеу құралдардың (реле, генератор, трансформатор) жұмыс істеу принципін зерттеу

Электромагниттік индукция заңын есептер шығаруда қолдану

Механикалық және магнит өрісінің энергиялары арасындағы сәйкестікті жүргізу

Қолданыстағы электрқозғалтқыштың моделін зерттеу және Фарадей заңы мен Ленц ережесін қолданып алынған нәтижелерді пайдалана отырып дәлелді түрде түсіндіру

Бағалау критерийі

Білім алушы

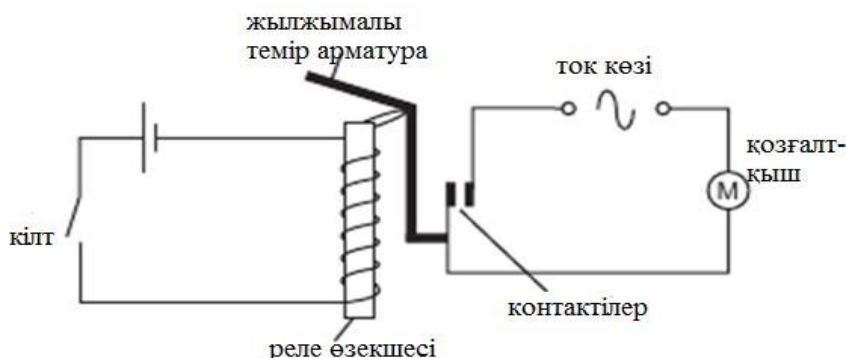
- Электромагниттік реленің жұмыс жасау принципін сипаттайды
- Фарадей заңын қолданады
- Механикалық және магнит өрістері энергияларының ұқсастығын анықтайды
- Фарадей және Ленц заңдарын қозғалтқыш жұмысын түсіндіруде қолданады

Ойлау дағдыларының деңгейлері Қолдану

Орындау уақыты 20 минут

Тапсырмалар

1. Суретте электр қозғалтқыш жұмысын басқару үшін электромагниттік реле қолданылғаны көрсетілген.



Төменде құрылғының жұмыс кезеңдерін сипаттайтын сөйлемдер берілген.

- A. Жылжымалы арматура мен контактілер тұйықталады.
- B. Реленің өзекшесі магниттеледі.
- C. Кілт тұйықталады және катушка арқылы ток ағады.
- D. Қозғалтқыш арқылы ток жүріп, оны жұмысқа қосады.
- E. Өзекше жылжымалы арматураның жоғарғы бөлігін тартады.

Төменде берілген ұяшықтарға сәйкес кезеңдерді ретімен белгілеңіз. Бір ұяшық мысал ретінде толтырылған:

1-кезеңге сәйкес сөйлем

C

2-кезеңге сәйкес сөйлем

--	--

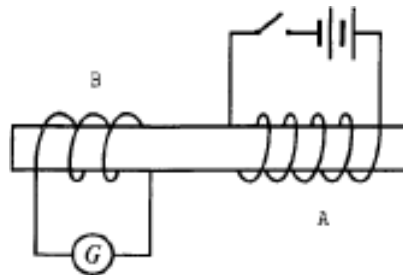
3-кезеңге сәйкес сөйлем	
4-кезеңге сәйкес сөйлем	
5-кезеңге сәйкес сөйлем	

2. Өткізгіш контурды тесіп өтетін магнит ағыны онда индукцияның ЭҚК 1,2 В болғанда 0,6 Вб-ге бірқалыпты өзгерді. Магнит ағынының өзгеру уақытын анықтаңыз. Өткізгіш кедергісі 0,24 Ом.

3. Механикалық және магнит өрісі энергиясын сипаттайтын шамалар арасындағы сәйкестікті анықтап, кестені толтырыңыз.

Механикалық энергияны сипаттайтын шамалар	Магнит өрісінің энергиясын сипаттайтын шамалар

4. Кілтті қосқанда және ажыратқанда катушкада индукцияланатын ток бағытын анықтаңыз.



5. Велосипед дөңгелегі горизонталь магнит өрісіндегі металл оське вертикаль бағытта бекітіледі. Дөңгелектің металл шеті мен металл ось шанақтар арқылы байланысқан.



- Неліктен дөңгелекті айналдырғанда ЭҚК индукцияланатынын түсіндіріңіз.
- Осы ЭҚК-ті арттырудың екі әдісін көрсетіңіз.
- Дөңгелек радиусы 15 см және ол секундына бес рет айналады. Магнит өрісін біртекті деп есептеуге болады, оның индукциясы 5 мТл.

Есептеңіз:

- әр шанақтың бір секундта қамтитын ауданын;
- контактілер арасында пайда болатын ЭҚК-ін.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
Электромагниттік реленің жұмыс жасау принципін сипаттайды	1	электромагниттік реленің жұмыс кезеңдерін сәйкестендіреді;	5
Фарадей заңын қолданады	2	Фарадей заңын қолданады;	5
		магнит ағынының өзгеру уақытын анықтайды;	5
Механикалық және магнит өрістері энергияларының ұқсастығын анықтайды	3	механикалық және магнит өрістері энергияларының арасындағы сәйкестікті анықтайды;	5
Фарадей және Ленц заңдарын қозғалтқыш жұмысын түсіндіруде қолданады	4	кілтті қосқан кездегі катушкадағы индукциялық ток бағытын анықтайды;	10
		кілтті ажыратқан кездегі катушкадағы ток бағытын анықтайды;	10
	5(a)	индукциялық ЭҚК пайда болуын сипаттайды;	10
	5(b)	индукциялық ЭҚК-ті арттырудың екі әдісін ұсынады;	20
	5(c)і	магнит ағыны өзгерісі жүзеге асатын ауданды анықтайды;	10
	5(c) ii	Фарадей заңын қолданады;	10
		ЭҚК мәнін анықтайды.	10
Жалпы балл			100

«Механикалық тербелістер» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.4.1.1 - эксперименттік, аналитикалық және графиктік тәсілмен гармоникалық тербелісті $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ зерттеу

Бағалау критерийі

Білім алушы

- графиктік тәсілмен гармоникалық тербелістің $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ зерттеп, тербеліс амплитудасын, периодын, жиілігін, бұрыштық жиілігін, максимал үдеуін анықтайды;
- берілген тербеліс теңдеуін пайдалана отырып, тербеліс амплитудасын, периодын, жиілігін, бұрыштық жиілігін анықтайды, жылдамдықтың- уақытқа қатысты тәуелділік теңдеуін жазады және

графикін сызады;

Ойлау дағдыларының

Білу және түсіну

деңгейлері

Қолдану

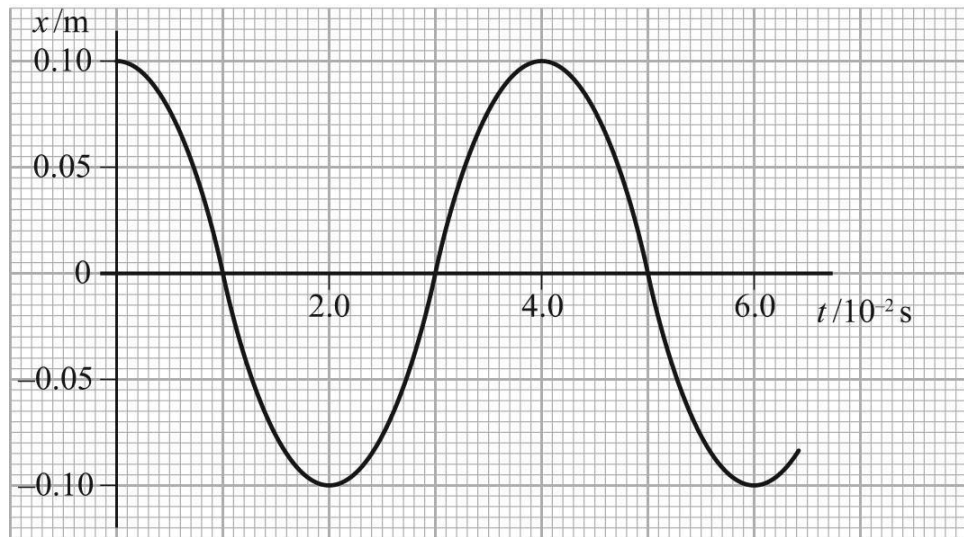
Жоғарғы деңгей дағдылары

Орындау уақыты

25 минут

Тапсырмалар

1. Суретте дене тербелісінің $x(t)$ тәуелділік графигі көрсетілген.



Графикті пайдалана отырып келесі шамаларды анықтаңыз: (a) тербеліс амплитудасын

[1]

(b) тербеліс периодын

[1] (c) тербеліс жиілігін

[2]

(d) бұрыштық жиілігін

[2] (e) $x(t)$ тәуелді теңдеуін

[1]

(f) максимал үдеуін

[2]

2. Дене тербелісінің $x = 0.2\sin 2.5\pi t$ тәуелділік теңдеуі берілген

Берілген теңдеуді пайдалана отырып, келесі шамаларды анықтаңыз: (a) тербеліс амплитудасын

[1] (b) тербелістің бұрыштық жиілігін

[1] (c) тербеліс жиілігін

[1]

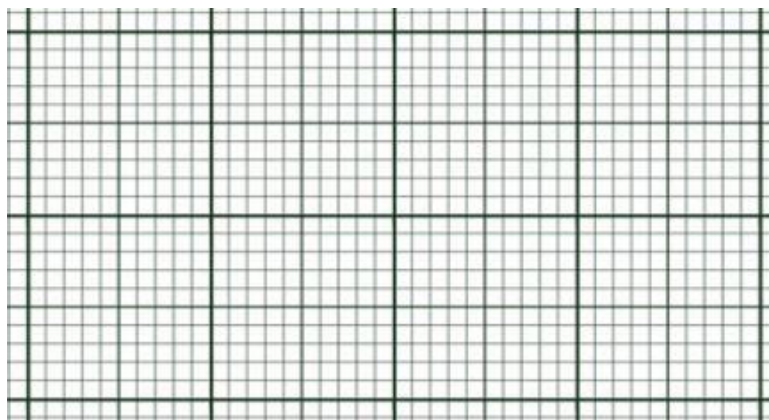
(d) тербеліс периодын

[2]

(e) $\vartheta(t)$ тәуелділік теңдеуін жазыңыз

[2]

(f) $\vartheta(t)$ тәуелділік графигін салыңыз



[2]

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
графиктік тәсілмен гармоникалық тербелістің ($x(t)$, $v(t)$, $a(t)$) зерттеп, тербеліс амплитудасын, периодын, жиілігін, бұрыштық жиілігін, максимал үдеуін анықтайды;	1	Графикті пайдалана отырып, тербеліс амплитудасын жазады;	5
		Графикті пайдалана отырып, тербеліс периодын жазады;	5
		Дененің тербеліс жиілігін формула қолдана отырып, анықтап жазады;	5
		Бұрыштық жиілігін формула қолдана отырып, анықтап жазады;	5
		$x(t)$ тәуелділік теңдеуін алынған мәліметтерді пайдалана отырып, жазады;	5

		Дене қозғалысының максимал үдеуін формуланы қолдана отырып, анықтап жазады;	5
берілген тербеліс теңдеуін пайдалана отырып, тербеліс амплитудасын, периодын, жиілігін, бұрыштық жиілігін, жылдамдықтың уақытқа қатысты тәуелділік теңдеуін жазады және графигін сызады;	2	Тербеліс амплитудасын берілген теңдеуді қолдана отырып, анықтайды;	10
		Тербелістің бұрыштық жиілігін берілген теңдеуді қолдана отырып, анықтайды;	10
		Тербеліс жиілігін анықтайды;	10
		тербеліс периодының формуласын қолданады Есептеу жұмыстарын дұрыс орындайды	10
		максимал жылдамдықты анықтайды/ $\vartheta(t) = x'(t)$ екенін біледі жылдамдық теңдеуін жазады/ <i>туындыны дұрыс есептейді</i>	10
		$\vartheta(t)$ жиілігін өзгертпей косинус салады Амплитудасын дұрыс белгілейді	20
Жалпы балл			100

«Электромагниттік тербелістер» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.4.2.2 - механикалық тербелістер мен электромагниттік

тербелістерді сәйкестендіру;

11.4.2.3 - компьютерлік моделдеу арқылы заряд пен ток күшінің уақытқа тәуелді графиктерін зерттеу;

11.4.2.1-еркін және еріксіз тербелістердің пайда болуы шарттарын сипаттау;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- механикалық тербелістер мен электромагниттік тербелістерді сәйкестендіреді;
- компьютерлік моделдеу арқылы алынған заряд пен ток күшінің уақытқа тәуелді графиктерін зерттейді;
- еркін және еріксіз тербелістерді ажырата отырып, электромагниттік тербелістерді тудыратын жүйелерді және жоғары жиілікті генераторды қайда қолданатынын біледі

Ойлау дағдыларының
деңгейлері

Білу және түсіну
Қолдану
Жоғарғы деңгей дағдылары

Орындау уақыты

25 минут

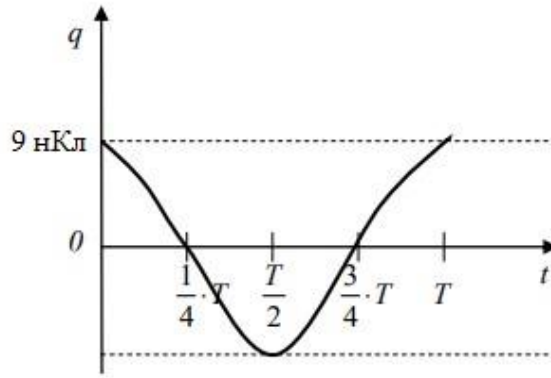
Тапсырмалар

1. Механикалық тербелістер мен электромагниттік тербелістерді сәйкестендіре отырып, берілген кестені толықтырыңыз

Механикалық тербеліс		Электромагниттік тербеліс	
Физикалық шама атауы	Белгіленуі немесе формуласы	Физикалық шама атауы	Белгіленуі немесе формуласы
Масса			L
	μ	Кедергі	
Жылдамдық		Ток күші	
Потенциалдық энергия			q^2 — $2C$
	$\frac{m\vartheta^2}{2}$	Катушканың магнит өрісінің энергиясы	
	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	Тербелмелі контурдың меншікті тербеліс жиілігі	

[6] 2.

Компьютерлік моделдеу арқылы алынған зарядтың уақытқа тәуелді графигі берілген.



Графикті пайдалана отырып, келесі шамаларды анықтаңыз.

(a) зарядтың максимал шамасын

[1]

(b) егер $T=20$ мс болса, тербеліс жиілігін

[1]

(c) тербелістің бұрыштық жиілігін

[2]

(d) зарядтың уақытқа тәуелділік теңдеуін $q(t)$ жазыңыз

[1] (e) ток күшінің уақытқа тәуелділік теңдеуін $I(t)$ жазыңыз.

[2] 3. (a) Еркін электромагниттік тербеліс дегеніміз не?

.....

.....

.....

.....

[1] (b) (i) еріксіз электромагниттік тербеліс дегеніміз не?

.....

.....

.....

.....

[1]

(ii) еріксіз электромагниттік тербелісті тудыратын жүйелерді атаңыз

[1] (с) Жиілігі 1МГц жоғары жиілікті тудыратын генераторларды қайда қолданады?

[1]

бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
механикалық тербелістер мен электромагниттік тербелістерді сәйкестендіреді;	1	механикалық тербелістер мен электромагниттік тербелістерді сәйкестендіре отырып, берілген кестені дұрыс толықтырады; (егер екеуі қате болса, 5 балл; төртеуі қате болса, 4 балл; алтауы қате болса, 3 балл)	10
компьютерлік моделдеу арқылы алынған заряд пен ток күшінің уақытқа тәуелді графиктерін зерттейді;	2	зарядтың уақытқа тәуелді графикті пайдалана отырып, зарядтың максимал шамасын анықтайды;	10
		тербеліс жиілігін анықтайды;	10
		тербелістің бұрыштық жиілігін формула қолдана отырып анықтайды;	10
		алынған мәліметтерді пайдалана отырып, зарядтың уақытқа тәуелділік теңдеуін $q(t)$ жазады;	10
		ток күшінің амплитудасын анықтайды / <i>ток күшінің теңдеуі заряд теңдеуінің туындысы екенін біледі</i> ток күшінің уақытқа тәуелділік теңдеуін $I(t)$ жазады; / <i>туындыны дұрыс есептейді</i>	10
еркін және еріксіз тербелістерді ажырата отырып, электромагниттік	3	еркін электромагниттік тербеліс анықтамасын жазады;	10
		еріксіз электромагниттік тербеліс анықтамасын жазады;	10

тербелістерді тудыратын жүйелерді және жоғары жиілікті генераторды қайда қолданатынын біледі	еріксіз электромагниттік тербелісті тудыратын жүйелердің аттарын дұрыс жазады;	10
	жиілігі 1МГц жоғары жиілікті тудыратын генераторларды қайда қолданатынын дұрыс жазады;	10
Жалпы балл		100

Айнымалы ток» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.4.3.3 - синусоидалы айнымалы ток немесе кернеуді

гармоникалық функция түрінде көрсете алу

11.4.3.4 - айнымалы ток тізбегінде тек активті жүктеме кезінде(резистор) фаза ығысуын сипаттау;

11.4.3.9 - резонанс шартын түсіндіру және оның қолданылуына мысал келтіру;

11.4.3.13 - трансформатор орамасындағы орам санын эксперимент арқылы анықтау;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- берілген графикті қолдана отырып, қажетті физикалық шамаларды анықтайды және айнымалы ток немесе кернеуді гармоникалық функция түрінде көрсете алады;
- айнымалы ток тізбегіндегі актив кедергінің ролін, ток күші мен кернеудің теңдеулерін және тек активті жүктеме кезінде(резистор) фаза ығысуын сипаттайды;
- білу, резонанс шартын түсіндіру және кернеу резонансының қолданылуына мысал келтіреді;
- трансформатордың сұлбасын пайдалана отырып, түрін ажыратады, бірінші және екінші ретті орамдағы кернеулерді және трансформатор формуласын қолдана отырып, орам санын анықтайды;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну

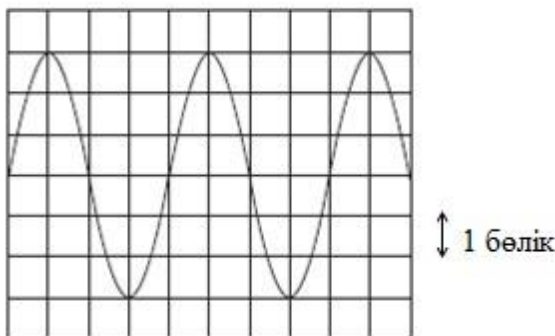
Қолдану

Жоғарғы деңгей дағдысы

Орындау уақыты
Тапсырмалар

20 минут

1. Суретте осциллограф арқылы алынған айнымалы кернеудің-уақытқа тәуелділік графигі бейнеленген.



Осциллографтың бір бөлігі уақытқа қатысты 20 мс, ал кернеуі 1.5 В (а) толық бір тербеліске кеткен уақытты анықтаңыз.

[1] (b) тербелістің бұрыштық жиілігін анықтаңыз. [1]

(c) айнымалы кернеудің максимал шамасын анықтаңыз.

[1] (d) айнымалы кернеудің-уақытқа тәуелді теңдеуін жазыңыз. [1]

2.(a) Актив кедергі дегеніміз не?

.....
.....

[1]

(b) Актив кедергісі 20 Ом болатын және кернеуі $u = 308 \cos 314t$ заңдылығы бойынша өзгеретін тізбектің ток күшінің теңдеуін жазыңыз. $i =$

[2] (c) Актив кедергідегі кернеу мен ток күшінің тербеліс фазалар айырымы

π

A) – ге артта қалады

2

π

B) – ге озады

2

C) 0 D) π – ге артта
қалады 4

[1]

3. (a) Электр тізбегіндегі резонансқа анықтама беріңіз.

.....
.....

[1] (b) Резонанстың байқалу шартын сипаттаңыз.

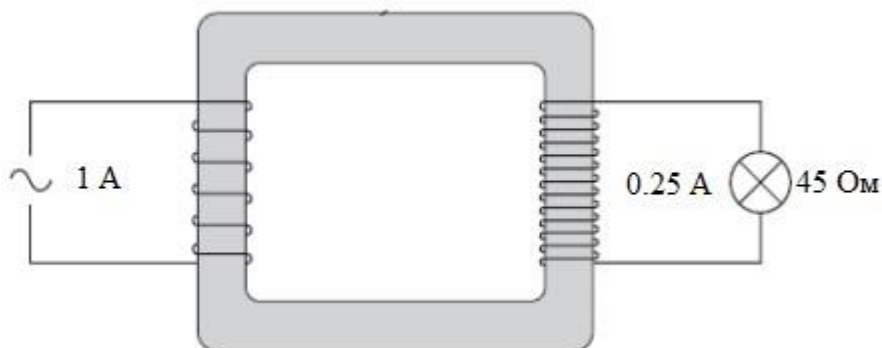
.....
.....

[1] (c) Кернеулер резонансының қолдану аясын бір мысал жазыңыз.

.....
.....

[1]

4. Оқушының зерттеу жұмысында қолданылған трансформатордың сұлбасы төменде берілген.



(a) берілген сұлбаны пайдаланып, трансформатордың түрін ажыратыңыз.

.....
[1]

(b) Оқушы зерттеу жұмысына пайдаланылған трансформатор мәндерін қолдана отырып, төмендегі шамаларды анықтаңыз. (i) екінші ретті орамдағы кернеудің мәнін

[1]

(ii) бірінші ретті орамдағы кернеу мәнін

[2]

(iii) егер трансформатордың бірінші ретті орам саны 400-ге тең болса, екінші ретті орам саны қанша болатындығын анықтаңыз.

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
берілген графикті қолдана отырып, қажетті физикалық шамаларды анықтайды және айнымалы ток немесе кернеуді гармоникалық функция түрінде көрсете алады;	1	толық бір тербеліске кеткен уақытты графикті пайдалана отырып анықтайды;	10
		тербелістің бұрыштық жиілігін формуланы қолдана отырып анықтайды;	10
		айнымалы кернеудің максимал шамасын графикті пайдалана отырып анықтайды;	10
		айнымалы кернеудің-уақытқа тәуелді теңдеуін алынған мәліметтерге сүйене отырып, дұрыс жазады;	10
айнымалы ток тізбегіндегі актив кедергінің ролін, ток күші мен кернеудің теңдеулерін және тек активті жүктеме кезінде(резистор) фаза ығысуын сипаттайды;	2	айнымалы ток тізбегіндегі актив кедергінің ролін дұрыс сипаттап жазады;	5
		ток күшінің максимал мәнін есептейді ток күші теңдеуін жазады;	5
		актив кедергідегі кернеу мен ток күшінің тербеліс фазаларының айырымын дұрыс анықтайды	10
айнымалы токтың резонансын білу, резонанс шартын түсіндіру және кернеу резонансының қолданылуына мысал келтіреді;	3	электр тізбегіндегі резонанс анықтамасын жазады;	10
		резонанстың байқалу шартын сипаттайды;	5
		кернеулер резонансының қолдану аясын бір нақты мысал келтіреді;	5
трансформатордың сұлбасын пайдалана	4	берілген сұлбаны пайдаланып, трансформатордың түрін ажыратады;	5

отырып, түрін ажыратады, бірінші және екінші ретті орамдағы кернеулерді және трансформатор формуласын қолдана отырып, орам санын анықтайды;	зерттеу жұмысына пайдаланылған трансформатордың мәндерін қолдана отырып, (i) (ii) бірінші және екінші ретті орамның кернеулерін анықтайды; (iii) берілген мәліметті қолдана отырып, екінші ретті орам санын анықтайды.	5 5
Жалпы балл		100

Толқындық қозғалыс» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.5.1.1 - ауадағы тұрғын дыбыс толқындарының пайда болуын зерттеу;

11.5.1.4 - Гюйгенс принципін және механикалық толқындарда дифракциялық көріністі бақылаудың шарттарын түсіндіру

11.5.1.2 - графикалық әдісті қолданып түйіндер мен шоғырларды анықтау және тұрғын толқындардың пайда болуын түсіндіру;

11.5.1.3 - судың бетінде екі көзде пайда болған интерференцияны зерттеу

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Ауада пайда болған тұрғын дыбыс толқындарының сұлбасын пайдалана отырып, неліктен тұрғын толқын пайда болатындығын, оның толқын ұзындығы мен жиілігін және таратушы көзден шыққан микротолқының жазық поляризацияланатындығы қалай анықтауға болатындығын сипаттайды;
- Дифракция құбылысын Гюйгенс принципіне сүйене отырып сипаттайды, суретін сызады;
- Аспап ішегінің қозғалысы кезіндегі тұрғын толқынның пайда болуын түсіндіреді, графикалық әдісті қолдана отырып, түйіндер мен шоғырларды анықтайды және тұрғын толқынның ұзындығы мен

фазаларын анықтай алады;

- судың бетінде екі көзде пайда болған интерференцияны зерттей отырып, қажетті шамаларды сипаттайды;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну Қолдану

Орындау уақыты

30 минут

Тапсырмалар

1. Төмендегі суретте микротолқынның толқын ұзындығын анықтау үшін қолданылатын құрылғы сұлбасы бейнеленген.



Таратушы көзден шыққан микротолқын TP бағытында металл пластинаға қарай перпендикуляр қозғалады. Тұрғын толқын TP аралығында пайда болады. (i) неліктен бұл аралықта тұрғын толқын пайда болатындығын түсіндіріп жазыңыз.

.....
.....

[2]

(ii) микротолқынды қабылдайтын D детекторды T мен P аралығында ақырындап қозғаса, сигнал біресе күшейеді, біресе әлсірейді. Екі жақын жатқан әлсіз сигналдардың арасы 1.4 см.

Микротолқынның келесі шамаларын анықтаңыз:

1. толқын ұзындығын толқын ұзындығы = см [1]

2. жиілігін жиілік = Гц [2]

2. (a) Келесі физикалық құбылысқа анықтама беріңіз.

Дифракция

.....

(b) Су бетіндегі толқынның дифракция суретін аяқтаңыз.



[2]

(c) Гюйгенс принципіне сүйене отырып, дифракция құбылысын сипаттаңыз

.....

.....

.....

.....

[2]

3. (a) Аспап ішегінің қозғалысы кезіндегі тұрғын толқынның пайда болуын түсіндіріп, жазыңыз.

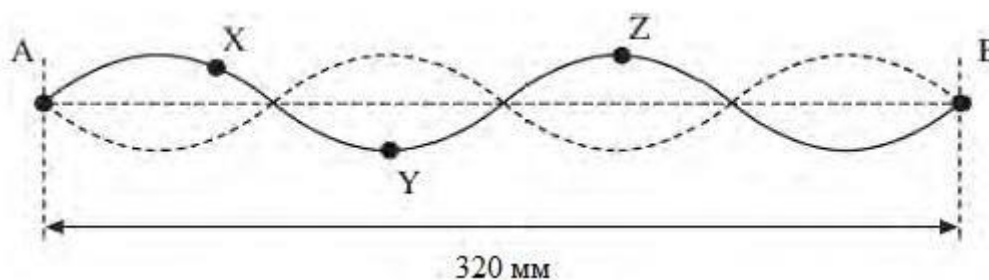
.....

.....

.....

[2]

(b) Суретте скрипканың ішегінің қозғалысы нәтижесінде пайда болған тұрғын толқын графигі бейнеленген.



(i) жоғарыда көрсетілген суреттегі қандай әріп шоғырды көрсетеді?

[1] (ii) берілген суретті пайдалана отырып, тұрғын толқын ұзындығын анықтаңыз.

[2]

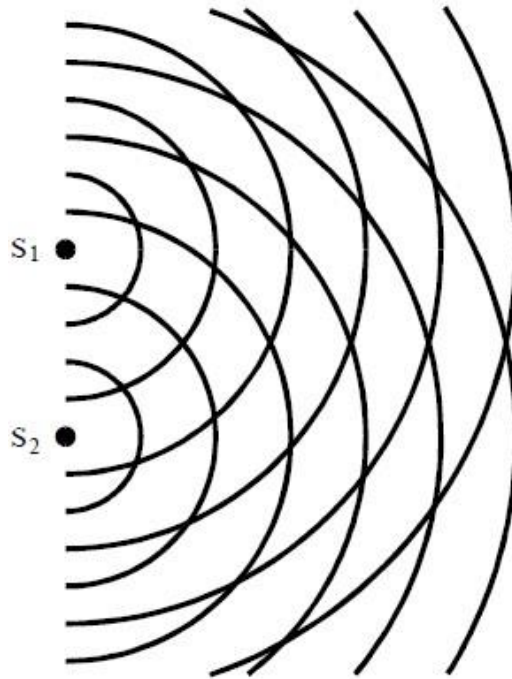
(iii) көрсетілген нүктелердің фаза айырымын жазыңыз

X және Y

X және Z

[2]

4. Суретте толқындық машина арқылы су бетінде екі көзден алынған интерференция бейнеленген.



(i) суретті қолдана отырып, толқын жылдамдығы бірдей екендігін дәлелдеуге болады?

.....
.....

[1]

(ii) суретте S1 көзен шыққан толқын S2 көзінен шыққан толқыннан жарты толқын ұзындығына қалған нүктелерді түзу арқылы қосып, X әріпімен белгілеңіз.

[2]

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
ауада пайда болған тұрғын дыбыс толқындарының сұлбасын пайдалана отырып, неліктен тұрғын толқын пайда болатындығын, оның толқын ұзындығы мен жиілігін сипаттайды;	1	Тұрғын толқынның пайда болуын негізгі терминдерді қолдана отырып дұрыс жазады;	5 5
		Микротолқынның ұзындығын дұрыс анықтайды;	5
		Микротолқынның жиілігін формуланы қолдана отырып, дұрыс анықтайды;	5
дифракция құбылысын Гюйгенс принципіне сүйене отырып сипаттайды, суретін сызады;	2	Дифракция анықтамасын дұрыс жазады;	5
		Су бетіндегі толқынның дифракциясын дұрыс аяқтап салады;	5
		Гюйгенс принципіне сүйене отырып, дифракция құбылысын дұрыс сипаттайды;	5
аспап ішегінің қозғалысы кезіндегі тұрғын толқынның пайда болуын түсіндіреді, графикалық әдісті қолдана отырып, түйіндер мен шоғырларды анықтайды және тұрғын толқынның ұзындығы мен фазаларын анықтай алады;	3	Аспап ішегінің қозғалысы кезіндегі тұрғын толқынның пайда болуын терминдерді дұрыс қолдана отырып, жазады;	10
		Берілген графикті пайдалана отырып, түйін мен шоғырды анықтайды;	5
		Берілген графикті пайдалана отырып, толқын ұзындығын анықтайды;	5
		көрсетілген нүктелер арасындағы фаза айырымын дұрыс жазады;	5 10
судың бетінде екі көзде пайда болған интерференцияны зерттей отырып, қажетті шамаларды сипаттайды;	4	суретті қолдана отырып, толқын жылдамдығы бірдей екендігін дұрыс дәлелдейді;	5
		Бір-бірінен жарты толқын ұзындығына қалған нүктелерді түзу арқылы қосып, X әрішімен дұрыс белгілейді;	5 5
Жалпы балл			100

Оқу мақсаттары 11.5.2.2 - жоғары жиілікті электромагниттік тербелістердің модуляциясы мен детекторлауды сипаттау;
11.5.2.3 - амплитудалық (АМ) және жиіліктік (FM) модуляцияны ажырату;
11.5.2.5 - аналогтықпен салыстырғанда сандық форматтағы сигналды берудің артықшылықтарын түсіндіру;
11.5.2.6 - байланыс құралдарын жүйелеу және оларды жетілдірудің жолдарын ұсыну;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- жоғары жиілікті электромагниттік тербелісті қалай модуляциялауға болатындығын және детекторды не үшін қолданатынын сипаттайды;
- суретті пайдалана отырып, амплитудалық (АМ) және жиіліктік (FM) модуляцияны ажыратады және модуляцияға дейінгі және кейінгі графиктерді ажыратып, атауын жазады;
- сандық форматтағы сигналды берудің артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтай отырып, жазады;
- Байланыс құралдарын кемшілігін атай отырып, жетілдірудің жолдарын ұсынады;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну Қолдану

Орындау уақыты
Тапсырмалар

20 минут

1. (a) Жоғары жиілікті электромагниттік тербелісті қалай модуляциялауға болады?

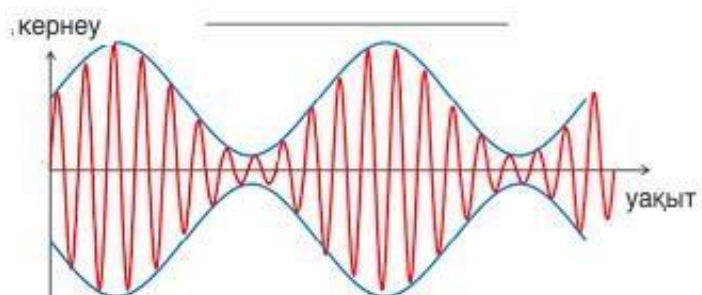
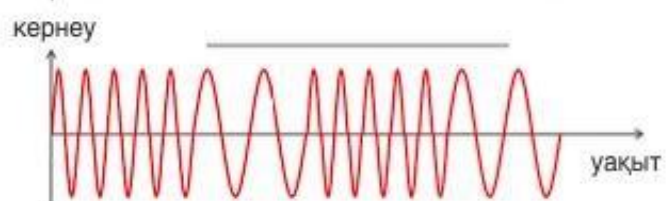
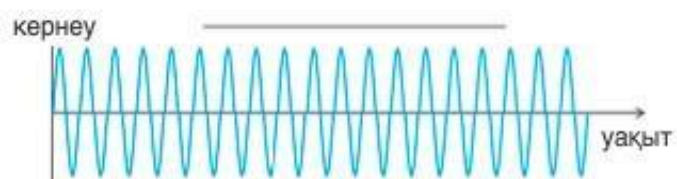
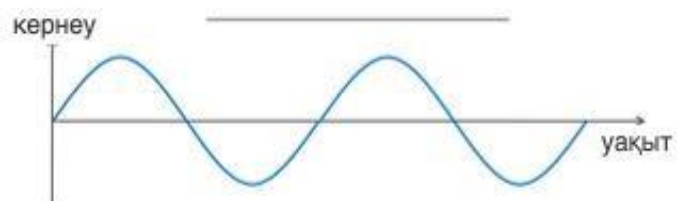
(i)

(ii)

(b) детекторды қолдану мақсатын сипаттап жазыңыз.

.....
.....
.....
.....
.....

[2]



2

(a) жоғарыда көрсетілген әр суреттің атауын жазыңыз.

[2]

(b) амплитудалық (AM) және жиіліктік (FM) модуляцияның айырмашылықтары қандай екендігін сипаттап жазыңыз.

.....

.....

.....

.....

.....

[2] 3. сандық форматтағы сигналды берудің артықшылықтары мен кемшіліктерін атап жазыңыз.

(i) артықшылығы

..... (ii)

кемшілігі

.....

[2]

4. Теледидар құралдарын жетілдірудің жолдарын ұсыныңыз.

.....

.....

Бағалау критерийі	Тапсырма а №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
жоғары жиілікті электромагниттік тербелісті қалай модуляциялауға болатындығын және детекторды не үшін қолданатынын сипаттайды;	1	Жоғары жиілікті электромагниттік тербелісті қалай модуляциялауға болатындығының екі мысалын жазады	10
		детекторды қолдану мақсатын сипаттап жазады	10
суретті пайдалана отырып,	2	4 дұрыс жауапқа 2 ұпай	10
		2-3 дұрыс жауапқа 1 ұпай 0-1 дұрыс жауапқа 0 ұпай	10

амплитудалық (АМ) және жиіліктік (FM) модуляцияны ажыратады және модуляцияға дейінгі және кейінгі графиктерді ажыратып, атауын жазады;		амплитудалық (АМ) және жиіліктік (FM) модуляцияның айырмашылықтары қандай екендігін сипаттап жазады	10 10
сандық форматтағы сигналды берудің артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтай отырып, жазады;	3	сандық форматтағы сигналды берудің артықшылықтары мен кемшіліктерін жазады	10 10
байланыс құралдарын кемшілігін атай отырып, жетілдірудің жолдарын ұсынады;	4	Теледидар құралдарын жетілдірудің жолдарын ұсынады	10 10
Жалпы балл			100

11.6.1.3 - интерференциялық көріністеріне салыстырмалы талдау механикалық және жарық жүргізу;

11.6.1.4 - жұқа пленкаға түскен және шағылған жарықтардан пайда болған интерференциялық максимумдар мен минимумдарды бақылау шарттарын анықтау;

11.6.1.6 - жарықтың толқын ұзындығын дифракциялық тордың көмегімен эксперимент арқылы анықтау;

11.6.1.7 - жарықтың қасиеттерін талдай отырып, эксперимент арқылы жарықтың электромагниттік табиғатын дәлелдеу;

Бағалау критерийі*Білім алушы*

- Механикалық толқын мен жарық толқындарының интерференциясын салыстырады;
- Жарық үшін шағылудың интерференциялық минимумы пайда болатындай минимал қалыңдығын анықтайды;
- Берілген эксперимент нәтижелерін пайдалана отырып, дифракциялық тордың периодын және түскен монохроматты сәуленің толқын ұзындығын анықтайды;
- Жарықтың қасиеттерін атай отырып, оның электромагнитті толқын екендігін дәлелдейді;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну Қолдану

**Орындау уақыты
Тапсырмалар**

25 минут

1. Механикалық толқын мен жарық толқындарының интерференциясын салыстырыңыз

Механикалық толқын интерференциясының шарттары және қолдануы

.....

.....

.....

Жарық толқынының интерференциясының шарттары және қолдануы

.....

.....

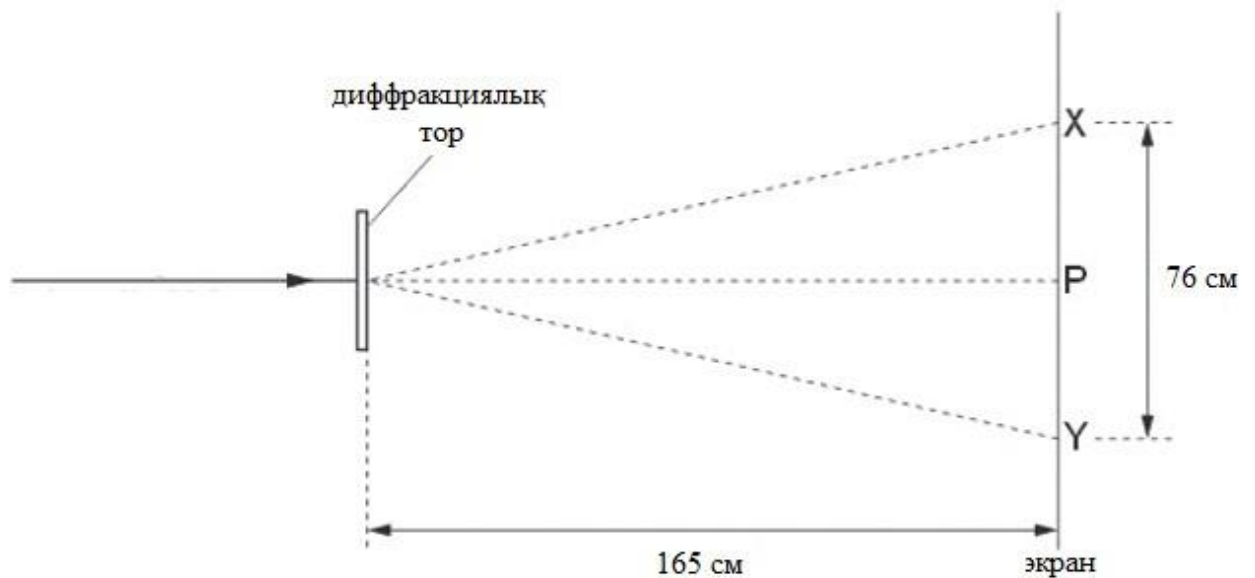
.....

[4] **2.**

Сыну көрсеткіші 1.2 болатын қабықшаға нормаль бағытпен түсетін толқын ұзындығы 550 нм жарық үшін шағылудың интерференциялық минимумы пайда болатындай минимал қалыңдығын анықтаңыз.

[3]

3. Оқушы зерттеу жұмысы кезінде бір миллиметрде 120 сызықшасы бар дифракциялық торға монохроматты жарық түсірген.



Бірінші ретті екі спектр арасы 76 см. Дифракциялық тордан экранға дейінгі арақашықтық 165 см. (a) дифракциялық тордың периодын анықтаңыз.

[2]

(b) дифракциялық торға келіп түскен монохроматты жарықтың толқын ұзындығын анықтаңыз.

[3]

4. (a) Жарықтың қасиеттерін атаңыз.

(i)

(ii)

(iii)

(iv) (v)

.....

(vi)

[3]

(b) жарықтың қандай негізгі үш қасиеті арқылы оның электромагнитті толқын екенін дәлелдеуге болады?

.....

[3]

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		Білім алушы	

Механикалық толқын мен жарық толқындарының интерференциясын салыстырады;	1	механикалық толқын мен жарық толқындарының интерференциясын салыстырады;	25
Жарық үшін шағылудың интерференциялық минимумы пайда болатындай минимал қалыңдығын анықтайды;	2	Жарық үшін шағылудың интерференциялық минимумы пайда болатындай минимал қалыңдығын формула қолдана отырып, анықтайды;	25
Берілген эксперимент нәтижелерін пайдалана отырып, дифракциялық тордың периодын және түскен монохроматты сәуленің толқын ұзындығын анықтайды;	3	Берілген эксперимент нәтижелерін пайдалана отырып, дифракциялық тордың периодын және түскен монохроматты сәуленің толқын ұзындығын формуланы және берілген суретті пайдаланып анықтайды;	25
Жарықтың қасиеттерін атай отырып, оның электромагнитті толқын екендігін дәлелдейді;	4	Жарықтың қасиеттерін атай отырып, оның электромагнитті толқын екендігін дәлелдейді;	25
Жалпы балл			100

**«Геометриялық оптика»
Оқу мақсаттары**

11.6.2.5 - шынының сыну көрсеткішін эксперименттік жолмен анықтау және экспериментті жақсартудың жолдарын ұсыну;
11.6.2.6 - линзалар жүйесінде сәулелердің жолын салу;
11.6.2.7 - әртүрлі радиустағы екі сфералық беттен тұратын жұқа линзаның формуласын есептер шығаруда қолдану;
11.6.2.8 - телескоп, микроскоп және лупадағы сәуленің жолын салу және түсіндіру;

Бағалау критерийі**Білім алушы**

- транспортирді қолдана отырып, түскен сәуле мен сынған сәуле бұрышын анықтайды, берілген шынының сыну көрсеткішін анықтайды және шыныдан ауаға өткен сәуле жүрісін аяқтайды;
- мәліметтерді және шартты белгілерді қолдана отырып, екінші линзадан шыққан кескінді салып көрсетеді;
- әртүрлі радиустағы екі сфералық беттен тұратын жұқа линзаның формуласын есептер шығаруда қолданады;
- микроскоп арқылы қарағандағы дененің ұлғайған кескінін сәулелер жүрісін салу арқылы алады;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну

Қолдану

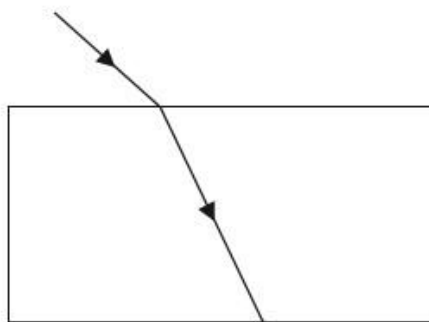
Жоғарғы деңгей дағдылары

Орындау уақыты

25 минут

Тапсырмалар

1. Оқушы шынының сыну көрсеткішін анықтау үшін зерттеу жұмысын жасаған. Зерттеу жұмысының сұлбасында шыны пластинаның орыны, түскен және сынған сәулелер бейнеленген.



(a) Транспортирді қолдана отырып, сәуленің түсу және сыну бұрыштарын өлшеңіз.

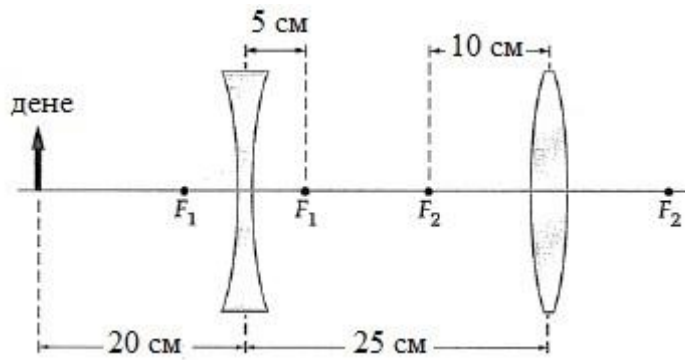
[2]

(b) алынған мәліметтерді пайдалана отырып, берілген шынының сыну көрсеткішін анықтаңыз.

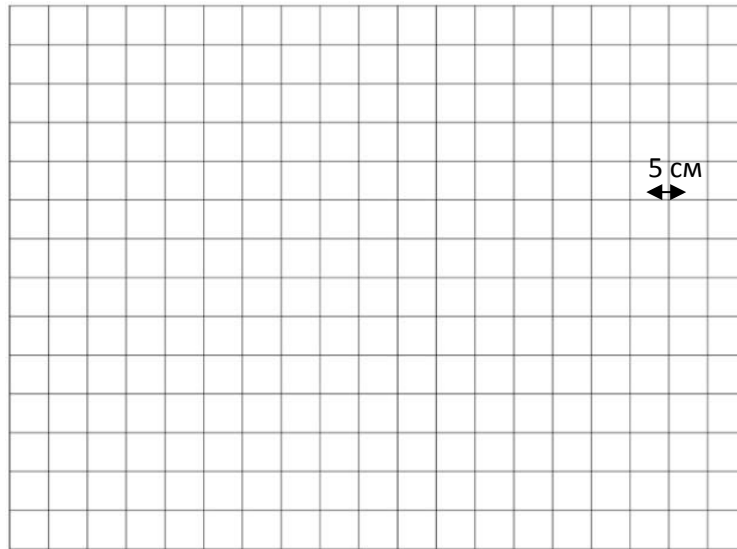
[2] (c) шыныдан ауаға өткен сәулені салып көрсетіңіз.

[1]

2. Суретте линзалар жүйесі бейнеленілген.



(a) суреттегі мәліметтерді және шартты белгілерді қолдана отырып, екінші линзадан шыққан кескінді салып көрсетіңіз. Масштабты сақтаңыз. Дене биіктігі 25 см



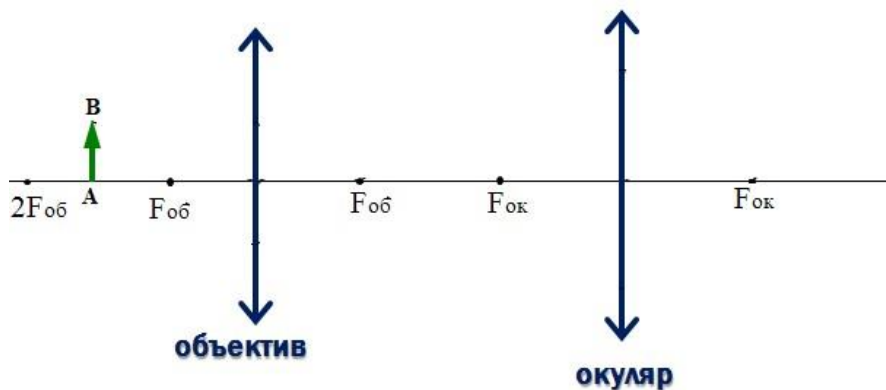
[3]

3. Екі жағы дөңес линзаның қисықтық радиустары 50 см тең. Линзаның сыну көрсеткіші 1.5. Есептеңіз (i) линзаның фокустық арақашықтығын

[2]

(ii) линзаның оптикалық күшін

[2] 4. Суретте микроскоптың ішкі құрлысы мен АВ денесі берілген.



АВ денесін микроскоп арқылы қарағандағы ұлғайған кескінін сәулелер жүрісін салу арқылы

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
транспортті қолдана отырып, түскен сәуле мен сынған сәуле бұрышын анықтайды, берілген шынының сыну көрсеткішін анықтайды және шыныдан ауаға өткен сәуле жүрісін аяқтайды;	1	транспортті қолдана отырып, түскен сәуле мен сынған сәуле бұрышын анықтайды; берілген шынының сыну көрсеткішін анықтайды; шыныдан ауаға өткен сәуле жүрісін аяқтайды;	5 10 10 5
мәліметтерді және шартты белгілерді қолдана отырып, екінші линзадан шыққан кескінді салып көрсетеді;	2	Масштабты сақтады 1-ші кескінді дұрыс салды 2-ші кескінді дұрыс салды	5 5 5
эртүрлі радиустағы екі сфералық беттен тұратын жұқа линзаның формуласын есептер шығаруда қолданады;	3	линза жасаушылар формуласын қолданады линзаның фокустық арақашықтығын анықтайды; линзаның оптикалық күшінің формуласы үшін линзаның оптикалық күшін анықтайды;	5 5 5 10
микроскоп арқылы қарағандағы дененің ұлғайған кескінін сәулелер жүрісін салу арқылы алады;	4	1-ші кескінді дұрыс салды 2-ші кескінді сәуле жүрісін(тұтас сызық) және сәуле жалғасын(пунктир сызық) дұрыс салу арқылы тапты	5 5 5
Жалпы балл			100

«Салыстырмалы теорияның элементтері» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.7.1.2 - Эйнштейн постулаттары мен Лоренц түрлендірулерін есептер шығаруда қолдана отырып, релятивистік эффектіні түсіндіру;

11.7.1.3 - зарядталған бөлшектердің үдеткіштерінің жұмыс істеу принципін, оларда орын алатын релятивистік эффектіні ескере отырып түсіндіру;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- релятивистік эффект салдарынан массаның өсу үшін поезд қандай жылдамдықпен қозғалуы қажет екендігін анықтайды;
- шапшаң қозғалатын бөлшектің өмір сүру уақытының ұзақтығы неше есе артатындығын анықтайды;
- зарядталған бөлшектердің үдеткіштерінің жұмыс істеу принципіне сүйене отырып сипаттайды және қозғалыстағы зарядталған бөлшектің радиусы неліктен өзгеретіндігін түсіндіреді;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну Қолдану

Орындау уақыты Тапсырмалар ^{20 минут}

1. Поезд массасы 3000 т. Массасы релятивистік эффект салдарынан 1 г-ға өсу үшін поезд қандай жылдамдықпен қозғалуы қажет екендігін анықтаңыз.

[3]

2. Лабораториялық санақ жүйесінде 0.99 с жылдамдықпен қозғалатын тұрақты емес бөлшектің өмір сүру уақытының ұзақтығы неше есе артады?

[2]

3. (а) Зарядталған бөлшектердің үдеткіштердегі қозғалысын сипаттаңыз.

.....

.....

.....

.....

.....

[4] (b) неліктен қозғалыстағы зарядталған бөлшектің радиусы өзгереді?

.....

[3]

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
релятивистік эффект салдарынан массаның өсу үшін поезд қандай жылдамдықпен қозғалуы қажет екендігін анықтайды;	1	релятивистік эффект салдарынан массаның өсу үшін қажетті формуланы дұрыс жазады; формуланы түрлендіреді дұрыс есептейді	20
шапшаң қозғалатын бөлшектің өмір сүру уақытының ұзақтығы неше есе артатындығын анықтайды;	2	шапшаң қозғалатын бөлшектің өмір сүру уақытының ұзақтығын анықтайтын формуланы дұрыс жазады; берілген формуланы қолдана отырып, дұрыс есептеу жүргізеді;	20
зарядталған бөлшектердің үдеткіштерінің жұмыс істеу принципіне сүйене отырып сипаттайды және қозғалыстағы зарядталған бөлшектің радиусы неліктен өзгеретіндігін түсіндіреді;	3	Зарядталған бөлшектердің үдеткіштердегі қозғалысын сипаттайды;	40
		қозғалыстағы зарядталған бөлшектің радиусы неліктен өзгеретіндігін дұрыс сипаттайды;	20
Жалпы балл			100

Оқу мақсаттары	<p>11.8.1.5 - фотоэффектінің табиғатын түсіндіру және оны қолдануға мысалдар келтіру;</p> <p>11.8.1.6 - фотоэффектінің заңдары мен Эйнштейн теңдеуін есеп шығаруда қолдану</p> <p>11.8.1.8 - фотосинтез және фотография үдерісін мысалға келтіре отырып, жарықтың химиялық әсерін сипаттау</p> <p>11.8.1.13 - Бор постулаттарына сүйеніп атомның орнықты күйінің шартын түсіндіру</p> <p>11.8.1.14 - сутегі атомының энергетикалық құрылымына сүйене отырып, сызықтық спектрдің табиғатын түсіндіру;</p> <p>11.8.1.18 - де Бройль толқын ұзындығының формуласын есептер шығаруда қолдану;</p> <p>11.8.1.19 - де Бройль болжамын түсіндіру</p>
-----------------------	---

Бағалау критерийі

Білім алушы

- Ішкі және сыртқы фотоэффект құбылыстарын бір-бірінен ажырата отырып, фотоэффект құбылысының қолдану аясына мысалдар келтіреді;
- фотоэффектінің қызыл шекарасының толқын ұзындығын анықтайды;
- жарықтың химиялық әсерін сипаттайды;
- Бор постулаттарына сүйеніп атомның орнықты күйінің шартын ескере отырып, орбитада орналасқан сутек атомының энергиясы әртүрлі қанша квант шығара алатындығын анықтайды және сутек атомындағы электрон бір энергетикалық деңгейден екінші энергетикалық деңгейге ауысқанда, атомның энергиясы қалай өзгертіндігін біледі;
- сутегі атомының энергетикалық құрылымына сүйене отырып, оның шығару спектрінде қанша сызықты көруге болатындығын анықтайды;
- де Бройль толқын ұзындығының формуласын есептер шығаруда қолданады;
- де Бройль болжамын дәлелдейтін тәжірибені сипаттап жазады;

Ойлау дағдыларының
деңгейлері

Қолдану
Жоғары деңгей дағдылары

25 минут

Орындау уақыты Тапсырмалар

1. (a) Ішкі және сыртқы фотоэффект дегеніміз не?

Ішкі фотоэффект

Сыртқы фотоэффект

[2]

(b) Фотоэффект құбылысының қолдану аясына **екі мысал** келтіріңіз.

.....

.....

[2]

2. Электрондардың күмістен шығу жұмысы 7.85×10^{-19} Дж. Күміс үшін фотоэффектінің қызыл шекарасының толқын ұзындығын анықтаңыз.

[2]

3. Жарықтың химиялық әсерін сипаттап жазыңыз.

.....

.....[1]

4. (a) Электрон үшінші орбитада болса, сутек атомы энергиясы әртүрлі қанша квант шығара алады? Энергетикалық деңгейлер диаграмманы алып көрсетіңіз.

[2]

(b) Сутек атомындағы электрон бірінші энергетикалық деңгейден екіншіге ауысқанда, атомның энергиясы қалай өзгереді?

.....

.....[1]

5. Сутегі атомының қозбаған күйінде электрон 12 эВ энергия алады. Сутек атомының негізгі күйінің энергиясы -13.6 эВ.

Осы электрон төменгі энергетикалық күйге өткенде, сутек атомының шығару спектрінде қанша сызықты көруге болады?

[2]

6. Сутегі атомының бірінші Бор орбитасында электронның де Бройль толқын ұзындығын анықтаңыз.

Бірінші Бор орбитасының радиусы 5.3×10^{-11} м, электрон массасы 9.1×10^{-31} кг, электрон заряды 1.6×10^{-19} Кл, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Дж×с;

[4] 7.

(а) Атақты француз ғалымы Луи де Бройль жарықтың әрі толқындық әрі корпускулалық екі жақтылық қасиетін одан ары дамытты. Осыған орай де Бройльдің болжамын жазыңыз.

.....
.....

[1] (b) Де Бройль болжамын дәлелдейтін тәжірибені сипаттап жазыңыз.

.....
.....
.....
.....

[2]

Бағалау критерийі	Тапсырма	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	

	№		
Ішкі және сыртқы фотоэффект құбылыстарын бірбірінен ажырата отырып, фотоэффект құбылысының қолдану аясына мысалдар келтіреді;	1	ішкі және сыртқы фотоэффект құбылыстарын бірбірінен дұрыс ажыратып жазады; фотоэффект құбылысының қолдану аясына дұрыс екі мысал келтіреді;	5 5 5 5
фотоэффектінің қызыл шекарасының толқын ұзындығын анықтайды;	2	күміс үшін фотоэффектінің қызыл шекарасының толқын ұзындығын формуланы қолдана отырып, дұрыс анықтайды;	5
жарықтың химиялық әсерін сипаттайды;	3	жарықтың химиялық әсерін дұрыс сипаттап жазады;	10
Бор постулаттарына сүйеніп атомның орнықты күйінің шартын ескере отырып, орбитада орналасқан сутек атомының энергиясы әртүрлі қанша квант шығара алатындығын анықтайды және сутек атомындағы электрон бір энергетикалық деңгейден екінші энергетикалық деңгейге ауысқанда, атомның энергиясы қалай өзгертіндігін біледі;	4	Электрон үшінші орбитада болса, сутек атомы энергиясы әртүрлі қанша квант шығара алатындығын дұрыс анықтап суретін салады; Сутек атомындағы электрон бірінші энергетикалық деңгейден екіншіге ауысқанда, атомның энергиясы қалай өзгертіндігін дұрыс жазады;	5 5 5
сутегі атомының энергетикалық құрылымына сүйене отырып, оның шығару спектрінде қанша сызықты көруге болатындығын анықтайды;	5	электрон төменгі энергетикалық күйге өткенде, сутек атомының шығару спектрінде қанша сызықты көруге болатындығын дұрыс анықтайды;	10

де Бройль толқын ұзындығының формуласын есептер шығаруда қолданады;	6	Сутегі атомының бірінші Бор орбитасында электронның де Бройль толқын ұзындығын формуланы қолдана отырып, дұрыс анықтайды;	5 5 5 5
де Бройль болжамын дәлелдейтін тәжірибені сипаттап жазады;	7	де Бройльдің болжамын жазады; Де Бройль болжамын дәлелдейтін тәжірибені сипаттап жазады;	5 10
Жалпы балл			100

«Атом ядросының физикасы» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11. 8.2.2 - радиоактивті ыдыраудың формуласын есептер шығаруда қолдану

11. 8.2.3 - атомдық ядроның байланыс энергиясын есептеу және меншікті байланыс энергиясының ядроның массалық санына тәуелділігін түсіндіру

11. 8.2.4 - ядролық реакцияны жазу кезінде массалық және зарядтық санның сақталу заңын қолдану;

11. 8.2.6 - магнит өрісіндегі зарядталған бөлшектердің қозғалыс сипатын түсіндіру

11. 8.2.8 - ядролық реакторлардың құрылысы мен жұмыс істеу принципін сипаттау;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- радиоактивті ыдыраудың формуласын қолдана отырып, берілген заттың жартылай ыдырау периодын және ыдырап кеткен массаны анықтайды;
- атомдық ядроның масса ақауын анықтай отырып, оның байланыс энергиясы мен меншікті байланыс энергиясын анықтайды;
- ядролық реакцияны жазу кезінде массалық және зарядтық санның сақталу заңын қолданады;
- протонның магнит өрісіне енген кездегі қозғалысын салып көрсетеді;
- ядролық реакторлардың құрылысын біледі және нейтрондарды жұтып алатын заттарды атап жазады;

**Ойлау дағдыларының
деңгейлері**

Білу және түсіну Қолдану

Орындау уақыты

25 минут

Тапсырмалар

1. Радиоактивті заттың активтілігі 8 күн ішінде төрт есе кеміген. (i) берілген заттың жартылай ыдырау периодын анықтаңыз.

[2]

(ii) егер заттың ыдырауға түскенге дейінгі массасы 4 г болса, ыдырап кеткен массасын анықтаңыз.

[2]

2. ${}^4_2\text{He}$ ядросы берілген. (${}^4_2\text{He} = 4.00260$ м. а. б., $m_p = 1.00728$ м. а. б., $m_n = 1.00867$ м. а. б.)

(i) масса ақауын анықтаңыз

[2] (ii) байланыс энергиясын анықтаңыз

[2]

(iii) меншікті байланыс энергиясын анықтаңыз.

[2]

3. (a) Стронций атомын адам сүйектерде сіңіре алады. Бірақ сүйектердегі стронций адам өміріне өте қауіпті. Осы қауіптілікті түсіндіріңіз.

.....

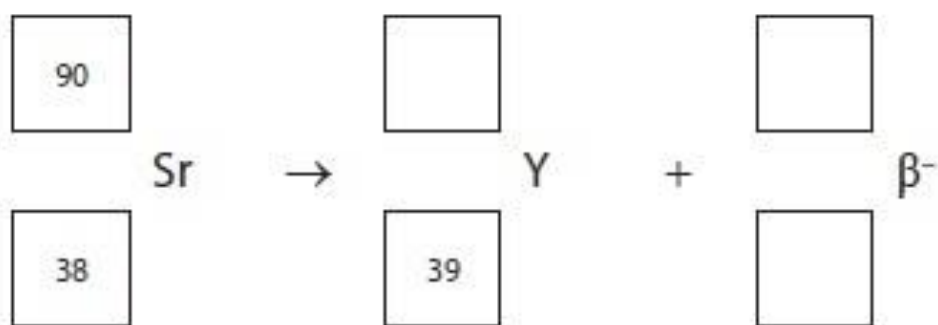
.....

.....

.....

(b) Стронций ядросынан бета бөлшек ыршып шыққан.

Төмендегі теңдеуді толықтырыңыз.



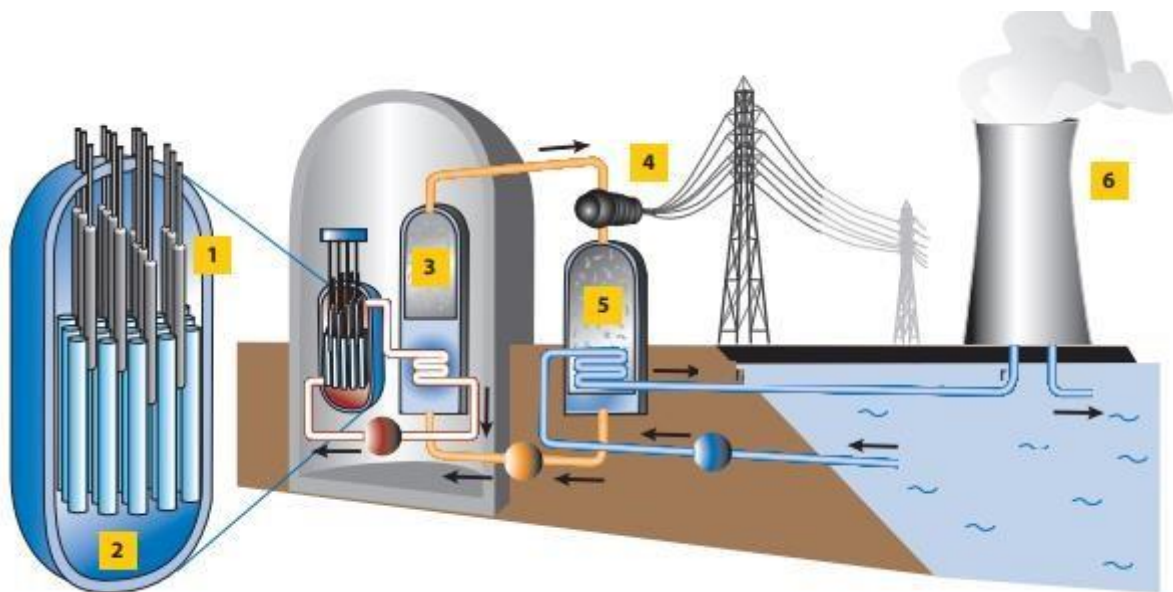
[2]

4. Ядродан протон босап шығып магнит өрісіне енгендігі төмендегі суретте көрсетілген.



протонның магнит өрісіне енген кездегі қозғалысын салып көрсетіңіз.

[1] 5. Суретте ядролық реактордың құрылысы бейнеленген.



(a) Әр бөліктің атауын жазыңыз.

1.
2.
3.
4.
5.
6.

[6]

(b) нейтрондарды жұтып алатын заттарды атап жазыңыз.

.....

.....

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		<i>Білім алушы</i>	
радиоактивті ыдыраудың формуласын қолдана отырып, берілген заттың жартылай ыдырау периодын және ыдырап кеткен массаны анықтайды;	1	радиоактивті ыдыраудың формуласын қолдана отырып, берілген заттың жартылай ыдырау периодын дұрыс анықтайды	5
			5
		ыдырап кеткен массаны формулаға сала отырып, дұрыс анықтайды;	5
			5

<p>атомдық ядроның масса ақауын анықтай отырып, оның байланыс энергиясы мен меншікті байланыс энергиясын анықтайды;</p>	2	<p>ядроның масса ақауын формулаға қойып, дұрыс анықтайды;</p> <p>атом ядросының байланыс энергиясын формулаға қойып, дұрыс анықтайды;</p> <p>меншікті байланыс энергиясын формулаға қойып, дұрыс анықтайды;</p>	5 5 5 5
<p>ядролық реакцияны жазу кезінде массалық және зарядтық санның сақталу заңын қолданады;</p>	3	<p>Стронций элементінің адам өміріне қауіптілігін сипаттап жазады;</p> <p>ядролық реакцияны жазу кезінде массалық және зарядтық санның сақталу заңын дұрыс қолданады;</p>	5 5 5
<p>протонның магнит өрісіне енген кездегі қозғалысын салып көрсетеді;</p>	4	<p>протонның магнит өрісіне енген кездегі қозғалысын дұрыс салып көрсетеді;</p>	5
<p>ядролық реакторлардың құрылысын біледі және нейтрондарды жұтып алатын заттарды атап жазады;</p>	5	<p>ядролық реакторлардың құрылысын суреттегі әрбір санның атауын дұрыс жазып көрсетеді;</p> <p>нейтрондарды жұтып алатын заттарды атап жазыңыз;</p>	20 10
Жалпы балл			100

«Нанотехнология және наноматериалдар» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.9.1.1 – наноматериалдардың физикалық қасиеттерін және оларды алудың жолдарын түсіндіру;

11.9.1.2 – нанотехнологияның қолданылуын талқылау

Бағалау критерийі

Білім алушы

- наноматериалдардың физикалық қасиеттерін ашып жаза отырып, оларды алудың жолдарының екі тәсілін сипаттап жазады;
- нанотехнология дегеніміз не екендігін сипаттай отырып, машина жасау өнеркәсібінде қалай қолданылатындығын сипаттап жазады;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Білу және түсіну Қолдану

Орындау уақыты Тапсырмалар 15 минут

1. (a) Наноматериалдардың физикалық қасиеттерін ашып жазыңыз.

.....
.....

..... [2]
(b) наноматериалдарды алудың екі тәсілін сипаттап жазыңыз.

.....
.....

..... [2]
2. (a) Нанотехнология дегеніміз

.....
.....

(b) Нанотехнологияның қолданыс аясын сипаттап жазыңыз.

Машина жасау өнеркәсібінде

.....
..... [2]

бағалау	Тапсыр	Дескриптор	Балл
---------	--------	------------	------

критерийі	ма №	Білім алушы	
наноматериалдардың физикалық қасиеттерін ашып жаза отырып, оларды алудың жолдарының екі тәсілін сипаттап жазады;	1	наноматериалдардың физикалық қасиеттерін ашып жазады; наноматериалдарды алудың екі тәсілін сипаттап жазады;	10 10 10 10
нанотехнология дегеніміз не екендігін сипаттай отырып, машина жасау өнеркәсібінде қалай қолданылатындығын сипаттап жазады;	2	нанотехнологияның ережесін жазады; нанотехнологияның қолданыс аясының бірі машина жасау өнеркәсібіндегі ролін жазады;	20 20 20
Жалпы балл			100

«Космология» бөлімі бойынша аралық бағалау

Оқу мақсаттары

11.10.1.3 - көрінерлік және абсолют жұлдыздық шаманы анықтау үшін формулаларды қолдану

11.10.1.4 - Күннің сәулеленуін сипаттау үшін Стефан-Больцман және Винн заңдарын қолдану

11.10.1.5 - Жұлдыздар эволюциясын түсіндіру үшін Герцшпрунг-Рассель диаграммасын қолдану;

11.10.1.10 - Хаббл заңын қолданып, Әлемнің жасын бағалай алу;

Бағалау критерийі

Білім алушы

- көрінерлік және абсолют жұлдыздық шаманы анықтау үшін формулаларды қолданады және есептеуді жүргізеді;
- Күннің беттік температурасын анықтау үшін Стефан-Больцман заңын қолданады;
- Герцшпрунг-Рассель диаграммасын қолдана отырып, тұжырымдамалардың дұрысы мен қатесін анықтайды;
- Хаббл заңын қолдана отырып, берілген галактиканың арақашықтығын және жасын анықтайды;

Ойлау дағдыларының деңгейлері

Қолдану

Орындау уақыты

25 минут

Тапсырмалар

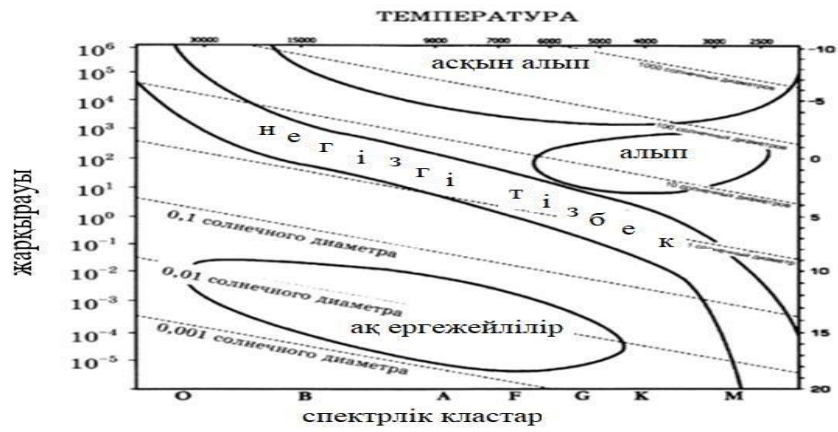
1. Альтаир жұлдызының көрінерлік жұлдыздық шамасы 0.77^m . Ол 16.8 жарық жылына тең қашықтықта орналасқан.

Альтаир жұлдызының абсолюттік жұлдыздық шамасын анықтаңыз.

[3]

2. Радиусы 7×10^5 км болатын Күн бетінің температураны анықтаңыз. Күннің жарқырауы 3.84×10^{26} Вт, $\delta = 5.67 \times 10^{-8}$ Вт/м²К⁴.

[4] 3. Суретте Герцшпрунг-Рассел диаграммасы бейнеленген.



(a) төменде көрсетілген бес тұжырымнан дұрысын(тарын) анықтап дөңгелектеп белгілеңіз.

1. жұлдыздардың көпшілігі қызыл ергежейлілер болып келеді.
2. негізгі тізбектегі К спектріндегі жұлдыздардың класының «өмірлік циклі», В спектріндегі жұлдыздардың класының «өмірлік циклінен» қысқарақ болады.
3. асқын алып жұлдыздардың орташа тығыздығы өте жоғары болады.
4. Денеб жұлдызының беттік температурасы 8550 К және ол М спектрдегі жұлдыздар класына жатады.
5. Эридан-40 жұлдызы ақ ергежейлілерге жатады, себебі оның массасы Күн массасының 0.5 құрайды.

[2]

(b) (a) тапсырмасында берілген бес тұжырымның қателерін анықтап, неліктен қате екендігін түсіндіріп жазыңыз.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[3]

4. (a) алыстау жылдамдығы 1.5×10^4 км/с болатын галактиканың бізден қандай ара қаншалықты орналасқандығын анықтаңыз. (75 км/сМпк)

[2] (b) осы галактиканың жасын анықтаңыз.

[2]

Бағалау критерийі	Тапсырма	Дескриптор	Балл
-------------------	----------	------------	------

	№	Білім алушы	
көрінерлік және абсолют жұлдыздық шаманы анықтау үшін формулаларды қолданады және есептеуді жүргізеді;	1	Жарық жылын қажетті	5
		шамаға дұрыс айналдырады.	
		Формуласы дұрыс	5
		Есептеуі дұрыс	15
Күннің беттік температурасын анықтау үшін Стефан-Больцман заңын қолданады;	2	Күн беті ауданының формуласын жазды	5
		1 м ² ауданнан бөлінетін қуат формуласын жазды	5
		Стефан-Больцман заңын қолданады; температурасын дұрыс анықтайды.	5
Герцшпрунг-Рассель диаграммасын қолдана отырып, тұжырымдамалардың дұрысы мен қатесін анықтайды;	3	Диаграммаға қатысты берілген тұжырымды ішінен дұрысын анықтайды.	5
			5
		Қате тұжырымды неліктен қате екендігіне сипаттама жазады.	5
			5
Хаббл заңын қолдана отырып, берілген галактиканың арақашықтығын және жасын анықтайды;	4	Формула жазады	10
		Есептейді	10
		Формула жазады есептейді	15
Жалпы балл			100

СҰРАҚТАР

МЕХАНИКА

Сұрақ	жауап
Көлбеу бұрышы $\alpha = 30^\circ$ жазықтықпен дене қозғалады. Дене мен жазықтық арасындағы үйкеліс коэффициенті $\mu = 0,2; g = 10 \text{ м/с}^2$ Дененің үдеуі	$3,3 \text{ м/с}^2$
Жылдамдықтың бағыты бойынша өзгеру лездігін мына шама сипаттайды	Нормальдық үдеу
Жылдамдықтың шамасы жағынан өзгеру лездігін мына шама сипаттайды	Тангенциальды үдеу
Қандай жағдайда автомобильдің нормаль реакциясының салмағына тең болады	горизонталь бетпен қозғалғанда
Күш моментінің өлшем бірлігі	Нм
Қандай жағдайда дене салмақсыздықта болады	Еркін түскен кезде
Бір дененің екінші денеге әсерін сипаттайтын шама:	күш
Арнайы салыстырмалық теориясы қандай санақ жүйесінде қарастырылады	Инерциальдық
Серіппеге ілінген m_1 массалы дене ω_1 жиілікпен гармониялық тербеліс жасайды. Осы серіппеге ілінген $m_2 = 4m_1$ массалы дененің тербелісінің жиілігі ω_2 неге тең	$\omega_2 = \frac{\omega_1}{2}$
Диск бір секундта 25 айналым жасайды. Дискінің бұрыштық жылдамдығы:	$50\pi \text{ с}^{-1}$
Санақ жүйесіне салыстырғанда тыныштықта тұрған таяқшаның ұзындығы. Санақ жүйесіне салыстырғанда жылдамдықпен қозғалатын инерциальды санақ жүйесіндегі таяқшаның ұзындығы пен l^1 пен l_0 -дің қатынасын анықтаңыз.	$l_0 = l^1$
Импульстің сақталу заңы орындалады	Оқшауланған жүйеде
Дененің жүрген жолының уақытқа тәуелділігі $S = 6t + 3t^2 + 3t^3$ уақыттың $t=2\text{с}$ мезетіндегі дененің үдеуін анықтаңыз	72 м/с^2
Массасы m бөлшектің жылдамдығының уақытқа тәуелділігі $v = at + bt^2$ (a және b - тұрақты шамалар). Бөлшекке әсер ететін күш неге тең?	$m(a + 2\hat{a}t)$

Шамалардың қайсысы Джоульмен өлшенбейді?	Дененің импульсы
Түзу сызықты бір қалыпты үдемелі қозғалыс кезінде қай жауап дұрыс емес?	Жылдамдық векторының бағыты өзгереді
$\delta = 10 + 5t + 0,5t^2$ Заңдылығымен түзу сызықты қозғалған дененің үдеуінің уақытқа тәуелділігін қай өрнек дұрыс сипаттайды	$a_x = 1,0\hat{n} / \hat{n}^2$
Дененің қисық сызықты траектория қозғалыс кезінде келесі жауаптардың қайсысы дұрыс емес	Нормаль үдеу нольге тең
Арнайы салыстырмалық теорияда қай шама абсолютті болады?	Жарық жылдамдығы
Серпімді деформацияланған дененің деформациясын 2 есе кеміткенде оның потенциалдық энергиясы қалай өзгереді	4 есе кемиді
Классикалық механикада қандай шама инвариантты:	массасы
Қай күш консервативті емес	Үйкеліс күші
Жылдамдығы $\frac{4}{5}c$ болатын электрон қандай импульсқа ие:	$3,64 \cdot 10^{-22} \hat{e}\hat{a} / \hat{n}$
келесі формулалардың қайсысы механикалық энергияның сақталу заңын сипаттайды	$E_{\hat{e}\hat{e}\hat{i}} + E_{\hat{i}\hat{i}} = const$
Жауаптардың қайсысы түзу сызықты бір қалыпты қозғалыс үшін дұрыс болмайды	Жылдамдық және үдеу бағыттас болады
Қозғалыстағы дененің өлшемі 2 есе кему үшін оның жылдамдығы қандай болу қажет	$2,6 \cdot 10^8 \hat{i} / \hat{n}$
Алғашқы жылдамдығы 30м/с жоғары лақтырылған массасы 0,2 кг дененің 2с уақытытан кейінгі кинетикалық энергиясы неге тең?	10Дж
Бдыстағы суда жүзіп жүрген дене жүйесі үшін ішкі күшті айтыңыз	Архимед күші
Қандай жағдайда қозғалып бара жатқан дененің салмағы тыныштықтағы осы дененің салмағынан аз болады.	Дене төмен қарай бірқалыпты үдемелі қозғалса
Нүктенің тербелісі $x = 1 + 2\sin(4\pi + \varphi_0)$ теңдеуімен өрнектеледі. Нүктенің екі шеткі нүктелерінің ара қашықтығын табыңыз.	4
Консервативті болады	Ауырлық күші
Математикалық маятник периоды. Оның ұзындығын n есе өсірді. Тербеліс периодын анықтаңыз.	$\sqrt{n}T_0$

Массасы 5кг материалдық нүкте 0,5Гц жиілікпен гармоникалық тербеліс жасайды. Тербеліс амплитудасы 3см. Нүктеге әсер ететін максимальды күш:	$1,43 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$
Айдың бетінде вертикаль төмен лақтырылған денелердің (пластмасса, темір, ағаш) құлауы бақыланды. Қай зат Айдың бетіне бұрын құлайды.	Барлық заттар бір уақытта құлайды
Массасы 40 г пружиналық маятниктің тербеліс периоды қанша? Пружинаның қатаңдығы 2 Н/м:	$0,2\pi \sqrt{2} \text{ с};$
Электронның тыныштық энергиясын анықта:	$8,2 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$
Тарту күші 100 Н ракета 10 м жылжығандағы жұмыс қанша:	1000 Дж.
$x = 3t^2 - 2t + 5$ сызықпен қозғалатын нүктенің 1 с уақыттағы жылдамдығы:	4 м/с;
Жоғары лақтырылған дененің алғашқы жылдамдығы 40 м/с, 2 с кейінгі потенциал энергиясы қанша? Массасы 0,5 кг:	300 Дж;
Жер бетінен 3 м биіктіктегі массасы 0,5 кг дененің потенциалдық энергиясы неге тең? ($g=10\text{м/с}^2$):	15 Дж;
4 м/с жылдамдықпен қозғалған массасы 2 кг оқ тақтайға кіреді. Одан шыққанда жылдамдығы 1 с/м. . Үйкеліс күшінің жұмысын тап.	15 Дж;
Жеңіл автомобильдің жылдамдығы мен жүк автомобиль бірдей. Жүк автомобиль массасы 2 есе көп . Жеңіл автомобильдің кинетикалық энергиясы K_1 және K_2 ауырдың энергиясын салыстыр.	$K_1 = 2K_2$
Снаряд массы m , X осімен қозғалған сынық екіге бөлінеді. Біреуі солай $2v$ жылдамдықпен қозғалады. v , екіншісінің импульсі неге тең	0;
20 Дж жұмыс жасап пружина 2см қысылады. Пружинаны 4 см қысатын жұмыс анықта.	80 Дж.
Салыстырмалық теория екі постулатқа негізделген	Жарық жылдамдығының салыстырмалылығы
Массасы $m = 5$ кг дене $S = A \sin \omega t$ теңдеуімен қозғалады, $A = 5$ см және $\omega = \pi$ рад/с. қозғалыс басталғаннан 1/6 с уақыттан кейінгі күшті анықта:	-1,23 Н.
Жіпке ілінген жүк төмен «а» үдеуімен қозғалады. Еркін түсу үдеуі	$a = g$

және «а» үдеуі аралығында қандай қатынас бар ?	
$m_1 = 2\text{ кг}$ дене $v_1 = 8\text{ м/с}$ жылдамдықпен қозғалады. $m_2 = 3\text{ кг}$ дене $v_2 = 4\text{ м/с}$ қозғалса бөлінген жылу.	9,6 Дж;
Жоғарыдан 10 м биіктіктен түскен дене жерге 400 Дж. Кинетикалық энергиямен құлайды. Массасын анықтаңыз. ($g=10\text{ м/с}^2$):	4 кг.
Ньютонның үшінші заңын жаз	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
Толқын теңдеуі $\xi = 5 \cdot 10^{-3} \cos(628t - 2x)$ (м). Толқын ұзындығы қанша?	3,14 м;
Бөлшек $x = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$ гармоникалық теңдеумен қозғалады. Максимал күшті анықта.	$m A \omega_0^2$
Бөлшек $\frac{3}{4}$ с жылдамдықпен қозғалады. Осы бөлшектің массасы қаншқа есе көп?	1,54 есе;
нормаль үдеуені сипаттайды?	Жылдамдықтың бағыт өзгерісін;
Серпімді деформация мына формуламен есептеледі:	$E = \frac{kx^2}{2}$

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА

СҰРАҚ	ЖАУАП
Баллонда $D_1 = 10\text{ мм}$ қысымда $m_1 = 10\text{ г}$ массалы газ бар. Егер оның қысымы $D_{21} = 2,5\text{ мм}$ болса, одан қанша массалы газ алынады	7,5кг
Бір градустың шамасы бірдей 1. Цельсия. 2. Кельвина 3. Фаренгейга 4. Реомюра	А) 1,2.
Газдың ішкі энергиясы 200Дж өзгерді. Газдың жасаған жұмысы 100 Дж. Газдың алған жылу мөлшері	300Дж
қыста ($t_1 = 7^0\text{ C}$), бөлме ауа тығыздығы ρ_1 жаздың ауа тығыздығынан ρ_2 ($t_2 = 37^0\text{ C}$) қанша есес көп?	1.1;

Карно циклі үшін қыздырғыш температурасы 127°C , ал суытқыш температурасы 7°C . Осының ПӘК:	0,3
Газдың көлемі 4-тен 8л дейін өзгерді. Қысым $0,3 \cdot 10^7 \text{ Па}$ болса, жұмысты анықтаңыз.	12кДж
Ыдыстағы $t = 7^{\circ}\text{C}$ қысым $p_1 = 100 \text{ кПа}$ ысығанда ыдыстың қақпағы шығып кетті. $p_2 = 130 \text{ кПа}$ болса қызған температура қанша?	364 К;
Қозғалтқыш Карно циклімен жұмыс жасайды. Суытқыштың 17°C тұрақты температурасында қыздырғыштың температурасы 127°C ден 447°C -ге дейін өзгереді. ПӘК қалай өзгереді?	$\frac{\eta_2}{\eta_1} = 2.2$
Көлем өзгермегенде газдың қысымы екі еселену үшін оны қандай температураға дейін қыздыру қажет. Газдың алғашқы температурасы 300K .	600К
Идеал газ p_0 және V_0 болды. Тұрақты температурада масса тұрақты болғанда көлем екі есе көбейеді. Қысым қалай өзгереді?	$2p_0$
Идеал газ температурасы T_0 мен қысым p_0 болды. Қысым 1,5 есе өсті. Масса мен көлем тұрақты болса газдың температурасы қалай өзгереді?	$\frac{3}{2}T_0$
Идеал газға 5 Дж жылу берілді. Сыртқы күштер 8Дж жұмыс жасады. Газдың ішкі энергиясы қалай өзгерді	13Дж өзгерді
Ағаштан 25 м/с жылдамдықпен сұйық ағады, сұйықтың тығыздығы 1 г/см^3 . Ыдыстаға компрессор қандай қысым береді?	$3,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$
Қысым тұрақты кезде көлемі 6 л газ 27°C температуралы болды. Газдың температурасы 77°C болса, көлемі қалай болады	7л
69°C температураны Кельвинмен есепте.	342 К
Идеал газдың температурасын 4 есе көбейтсек молекулалардың жылулылығының орташа квадраттық жылдамдығы қалай өзгереді.	2 есе артады
Тұрақты температурада қысымды 4есе кеміту үшін оның көлемін қалай өзгерту қажет	4 есе арттыру
Тұрақты концентрацияда газдың абсолют температурасын 3 есе арттырсақ оның қысымы қалай өзгереді	3 есе артады
Температураны көбейткенде сұйықтың булану жылдамдығы қалай	Артады

өзгереді	
Ең көп ықтималды жылдамдық 3 есе артса газдың температурасы қалай өзгереді	9 есе артады
Адиабаталық ұлғаю кезінде идеал газдың ішкі энергиясы қалай өзгереді	$\Delta U < 0$
Бірдей температурадағы оттегі мен сутегі молекулаларының орташа квадраттық жылдамдықтарының қатынасы қандай?	4
Массасы 320г оттегі 10к-ге изобар $P = 10^5 \text{ Па}$ қыздырылса ол қандай жұмыс жасайды.	831Дж
0,01 м ³ көлемде $8 \cdot 10^{10}$ молекулалар болса концентрацияны анықта.	$8 \cdot 10^{12} \text{ 1/м}^3$;
температурасы $t=17^\circ\text{C}$ ауаның молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығын анықта. Газдың зат мөлшері бір киломоль, молярлық массасы $\mu=29 \text{ кг/кмоль}$ -ға тең	500 м/с;
температурасы $t = 60^\circ \text{ C}$ қаныққан су буының қысымы $P=19,22\text{кПа}$ болса, оның тығыздығын есепте.	$130 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$;
Егер газ 10кДж жылу алып, ішкі энергиясын 7кДж арттырса газдың жасаған жұмысы:	3кДж
Газдың көлемінің изотерм өзгеруі кезінде оның қысымы 2 есе артты. Осы кезде молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы қалай өзгереді	өзгермейді
идеал газды изобар қыздырды. Алғашқы температурасы 280К. Оның тығыздығы екі есе азайды. Газдың температурасы қаншаға көбейді:	280К;
Изохор процесс кезінде азотқа 60Дж жылу берілді. Азоттың ішкі энергиясын арттыруға қанша жылу кетті	60Дж
Тұрақты қысымды p көлем ΔV шамаға өзгерді. $p \cdot \Delta V$ көбейтіндісі қандай шаманы анықтайды?	Жұмысты
молекуланың орташа энергиясы:	$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2} kT$
Карно циклінің жылулық машинасы әрбір 4,2 кДж жұмыс үшін 1,7 кДж жұмыс жасайды. суытқыш температурасы 20°C . Қыздырғыш температурасы қандай?	492 К.
Жылу машинасы бір циклде қыздырғыштан 100 Дж жылу алады.	40%;

Тоңазытқышқа 60 Дж жылу береді. Машинаның ПӘК қандай?	
Қаныққан бу дегеніміз не?	Сұйықпен динамикалық тепе-теңдіктегі бу

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

СҰРАҚ	ЖАУАП
Вольтте өлшенбейтін физикалық шаманы көрсет	Электр өрісінің кернеулігі
Қандай да бір электр өрісінің нүктесінде заряды $4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ -ға тең зарядқа шамасы $8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ -ға тең күш әсер етеді. Осы нүктедегі өрістің кернеулігін анықта	20кВ/м
Біртекті магнит өрісінде В индукциямен бұрыштық ω жылдамдықпен рамка айналады. N орам саны және S ауданнан тұрады. Айналу осі рамка жазықтығында және индукция сызықтарына перпендикуляр ЭҚК-нің максимал мәні неге тең?	$NBS\omega$
Индуктивтілігі 0,7 Гн-ға және ток күші 100А-ға тең катушканың магнит өрісінің энергиясын анықта	3,5кДж
R-кедергінің тұрақты кернеуде қуаты қанша есе өзгереді? Егер кедергіні 10 нан 20 омға арттырса	2 есе кемиді
Электр өрісінің кернеулік өлшем бірлігі	В/м
Магнит өрісі кернеулігінің өлшем бірлігі	А/м
Сыйымдылық және индуктивтілікті екі есе көбімен ауыстырды. Тербеліс периоды қалай өзгерді	2 есе
Катушканың ұзындығы 6,28см, радиусы 1см. Онда 200орам бар. Одан 1А ток өтсе катушканың ішіндегі магнит ағыны	$12,56 \cdot 10^7 \text{ А}\hat{a}$
ЭҚК 1,5 В. Ток күші 1А, ішкі кедергі 0,2 Ом. ПӘК-і анықта	87%
Нүктелік зарядтың потенциалы	$\varphi = kq/r$
Әрбір пластинадағы зарядты екі еселесек энергия қалай өзгереді	4 есе артады
Өткізгіштің бетінің маңында электр өрісінің күш	Өткізгіштің бетіне

сызықтары қандай болады?	перпендикуляр.
Конденсатордың сыйымдылығы 4 есе азайса өшпейтін тербеліс периоды қалай өзгереді?	2 есе азаяды.
Контурдың конденсаторына сондай конденсатор параллель қосса, тербеліс периоды қалай өзгереді?	$\sqrt{2}$ есе көбейеді;
Өрістің біртекті өрнегі	$E = const$;
Тербеліс контурдағы конденсатор сыйымдылығы $2 \cdot 10^{-9}$ Ф және катушка индуктивтілігі $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. Периоды қандай?	$12,56 \cdot 10^{-6}$ с;
Тербеліс контуры индуктивтілігі 1 мГн және 2 нФ сыйымдылықты конденсатордан құралған. Периоды қандай?	$8,9 \cdot 10^{-6}$ с
Көлденең қимадан бірлік уақытта өтетін электр мөлшері	Ток күші
2 мкФ, 4 мкФ, 8 мкФ сыйымдылықты конденсаторлар тізбектей жалғанған. Конденсатор жүйесінің сыйымдылығын анықта	1,143 мкФ;
Эквипотенциальды беттерге электр өріс сызықтары қалай бағытталады:	перпендикуляр;
30 см ² ауданды контурдан өтетін магнит ағыны 0,6 мВб болса, өрістің индукциясы қандай?	0,2 Тл.
радиусы 1 см металл шарға $Q = 6,3$ мкКл. заряд берілді. Шардағы заряддың беттік тығыздығы қандай?	5 мКл/м ² ;
Тұрақты токтың қуаты қандай?:	IU
Нүктелік зарядтан r қашықтықтағы электр өрісі кернеулігі E . Осы нүктелік зарядтан $2r$ қашықтықтағы электр өрісі кернеулігі?	0,25E;
Ұзындығы 0,5 м, өткізгіш индукциясы 0,4 Тл біртекті магнит өрісінде орналасқан. Оған 0,2 Н күш әсер етеді. Ол магнит индукция сызықтарына 30° бұрыш жасаса,	2 А;

өткізгіштегі токты анықта.	
электр магнит индукциясының негізгі заңы	$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_m}{dt}$
Индуктивтілігі 2 Гн катушкадан 4 А ток өтеді. Катушканың ішіндегі магнит ағыны қандай?	8 Вб.
Ауданы 50 см ² жазық контурдан 2 мВб магнит ағыны өтеді. Өріс индукциясы 0,4 Тл болса контурмен өріс арасындағы бұрыш неге тең?	0°
Өткізгіштерді тізбектей қосқанда барлық өткізгіште бірдей болады:	Ток күші
Катушкадан тұрақты магнитті суырғанда қандай құбылыс байқалады?	Электромагниттік индукция;
Жауын бұлттарының арасындағы потенциал айырым 10 ⁸ В. Онымен 20 Кл заряд өтсе, электр өрісінің жұмысы қандай?	2·10 ⁹ Дж.
Горизонталь орналасқан ұзындығы 10 см және массасы 10 г өткізгіштегі ток күші 5 А. ауырлық күші мен Ампер күші тең болу үшін магнит индукциясы қандай болады?	0,2 Тл;
Жақын әсерлесу теориясына келесі теория қарсы келеді.	Бір зарядтың екіншісіне әсері лезде болады.
Вакуумдық фотоэлементтегі қаныққан ток күші, I _H =4,8 нА. катодтан бірлік уақытта бөлініп шығатын электрондар саны:	3·10 ¹⁹
Тербеліс контурында заряд теңдеуі берілген: $q = 2 \cdot \cos 100t, \text{ мкКл}$. Катушканың индуктивтілігі 0,5 Гн болса, конденсатор сыйымдылығы қандай?	200 мкФ;
индуктивтілігі $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ катушкадан I=1А ток өтеді. Магнит ағынын анықтаңыз.	10 ⁻³ Вб;

Кернеуді өлшейтін прибор:	Вольтметр.
Біртекті диэлектриктегі электр өрісі кернеулігі вакуумдағы электр өрісі кернеулігіне қанша есе аз.	Диэлектрлік өтімділік
Жазық конденсатордың сыйымдылығы	$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$
массасы $2m$ және заряды $-4e$ бөлшек \vec{a} удеумен қозғалады Өрістің кернеулігі:	$-\frac{ma}{2e}$
Индуктивтілігі 2 Гн катушкadan $0,1 \text{ с}$ уақытта ток 5 А -ден 3 А өзгереді. ЭҚК табыңыз.	$40 \text{ В};$
Әрбіреуі 3 мкФ 2 конденсатор параллель жалғанған. Жалпы сыйымдылық қандай?:	$6 \text{ мкФ}.$
Индуктивтілігі $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ катушкadan $I=1 \text{ А}$ ток өтеді. Магнит ағынын анықтаңыз.	$10^{-3} \text{ Вб};$
Магнит индукциясы $0,2$ - ден $0,6 \text{ Тл}$ шамкасына 4 мс уақытта өзгереді. Катушканың қима ауданы 50 см^2 , онда 5 В ЭҚК пайда болады. Катушканың орам санын анықтаңыз.	$10.$
тербеліс контурындағы электр тербелісі $q = 10^{-2} \cos 20t$ теңдеуімен берілген. Заряд тербелісінің амплитудасы қандай?	$10^{-2} \text{ Кл};$
зарядталған конденсатор энергиясы:	$\frac{CU^2}{2}$

ОПТИКА ЖӘНЕ КВАНТТЫҚ ФИЗИКА

СҰРАҚ	ЖАУАП
γ - сәулелену байланысты	Энергияның бөлінуімен
α бөлшегін ұстаудың нәтижесінде ядро ${}^{14}_7\text{N}$ изотопынан белгісіз изотоп және протон шығады. Ол	${}^{17}_8\text{X}$

қандай изотоп?	
β^- ыдырау кезінде уран изотопынан $^{209}_{83}\text{Bi}$ пайда болады	$^{209}_{84}\text{Po}$;
Біртекті изотроп ортада $\varepsilon = 2$ $\mu = 1$ жазық электромагниттік толқын тарайды. Оның фаздық жылдамдығын анықтаңыз	$2,1 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Толқындар когерент деп аталады	Олар бірдей жиілікті және тұрақты фазалар айырымды
Дифракциялық торда 1мм-де 125 штрих бар. Оған 420 мм ұзындықты толқын түседі. Қашықтығы 2,5м жердегі экранда көк сызық көрінеді. Орталық сызықтан бірінші сызыққа дейінгі қашықтық	13см
Вакуумдағы сары жарық толқын ұзындығы 0,589мкм. Жиілік:	$5,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$
Қай құбылыс бірінші рет жарықтау кванттық теориясымен түсіндірілді. 1-интерференция, 2-дифракция 3-фотоэффект, 4-поляризация	3
Z номерлі элемент ядросы пайда болу үшін қандай Менделеев таблица элементі бета-ыдырау болады?	Z+1;
Қай сәуле ең қысқа толқын ұзындыққа ие болады?	Рентген сәулесі
Қандай жағдай Резерфордтың классикалық моделімен түсіндірілмейді?	Атомның тұрақтылығы
абсолюттік сыну көрсеткіші 1,6 ортадағы сәулелердің геометриялық дол айырымы 2,5 см болса, олардың оптикалық жол айырымы қандай?	4,0 см;
Абсолют кара дене деген не?	Кез келген T температурада барлық түскен энергияны жұтады.
30 кВ,кернеумен жұмыс істеп тұрған құбырдың рентген сәулелерінің тұтас спектрлік қысқа толқын шегі	41 пм;
Еркін электрондардың комптондық шашырау кезінде толқын ұзындығының максималь өзгеруі	4,8
Металға толқын ұзындығы 200нм жарық түсті максимал кинетикалық энергия ($\lambda_0 = 4,97 \text{ \AA}$, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$)	4,97эВ

Радиусы 5см шардың сәулелену қуаты 1кВт. Онда А 0,4 сұр дене болса, оның температурасы: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ \AA} / i^2 \cdot \hat{E}^4$	1089К
Фокустық қашықтығы 20см линзаның оптикалық күші:	5дптр
Ені 0,1 мм саңылауға $\lambda = 0.6 \text{ мкм}$ толқын ұзындықты сәуле түседі. Линзадан L=1м қашықтықтағы дифракциялық көріністің центрлік максимумының енін анықтаңыз.	1,2 см;
Ядроның құрылысы ${}_{11}^{23}\text{Na}$	12 нейтрон, 11 протон
Уақыттың мезетінде $t = T/4$ радиоактивтік элементтің жартылай ыдырау периоды	$N = N_0 e^{\ln 2 / 4}$
Фотонның импульсы қандай формуламен анықталады	$h\nu/c$
Толқын ұзындығы 0,5мкм жарық дифракциялық торға түскенде үшінші максимум 30° бұрышпен бақыланады: дифракциялық тордың тұрақтысы 30	3мкм
Жазық айна жазықтыққа перпендикуляр оспен айналады, Оған сәуле α бұрышпен түседі. Егер айна 10° бұрышқа айналса, шағылған сәуле қанша бұрышқа айналады?	20° ;
Сұйық ортадағы толқынның ұзындығы 600 нм және жиілігі 10^{14} Гц. Осы сұйықтағы жарық жылдамдығын анықтаңыз.	$0,6 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Толқын ортадағы $2.7 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ жылдамдықпен таралады. Толқын көзінен 12 және 14 м қашықтықтағы нүктелердің тербелісінің фазалық айырымы қандай? Тербеліс период 10^{-3} с.	1,48 п.

Сигнал радиолокатордың дабылы таудан шағылып 2 мкс өткеннен кейін келді. Таудың орналасқан қашықтығын тап.	300 м;
Атом ядросында 7 протоны және 8 нейтроны бар бейгарап атомның электрондық бұлттында қанша электрон бар?	7;
Жинағыш линза көмегімен жарық нүктенің кескінін алды. Егер $d = 0,5$ м, $f = 1$ м болса, линзаның фокусы қандай?	0,33 м;
Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі:	$hc = \lambda \left(A + \frac{mv^2}{2} \right)$
Тербеліс теңдеуі $x = 2 \sin 100\pi t$. Ортадағы тербеліс таралу жылдамдығы 400 м/с. Толқын ұзындығы неге тең?	8 м;
Жұқа линзалардың фокустық қашықтығы бірдей	Егер линзаның екі жағында бірдей оптикалық орта болса
α -сәулелену	Гелий атом ядроларының ағыны
${}^4_2\text{H}$ -байланыс энергиясы 28МэВ болса меншікті байланыс энергиясы	7МэВ/нукл
Фотон энергиясы	$h\nu$
Толқын ұзындығы 0,6мкм үшін фотон энергиясы	2,07эВ

Негізгі формулалар

$$v = \frac{s}{t} \text{ жылдамдық (м/с)}$$

$$s = v \cdot t \text{ орын ауыстыру (м)}$$

$$t = \frac{s}{v} \text{ уақыт (с)}$$

$$v_{\text{орм}} = \frac{l}{t} \text{ орташа жылдамдық}$$

$$l = v_{\text{орм}} \cdot t \text{ орын ауыстыру (м)}$$

$$t = \frac{l}{v_{\text{орм}}} \text{ уақыт (с)}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ тығыздық (кг/м}^3\text{)}$$

$$m = \rho \cdot V \text{ масса (кг)}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \text{ көлем (м}^3\text{)}$$

$$F = kx \text{ Гук заңы (Н)}$$

$$F_a = mg \text{ Ауырлық күші (Н)}$$

$$P = F_a \text{ салмақ (кг)}$$

$$F_{\%ойк} = \mu N \text{ үйкеліс күші (Н)}$$

$$p = \frac{F}{S} \text{ қысым (Па)}$$

$$F = pS \text{ қысым күші (Н)}$$

$$S = \frac{F}{p} \text{ күш түсетін дененің ауданы (м}^2\text{)}$$

$$p = \rho gh \text{ сұйық бағанының ыдыстың табанына түсіретін қысымы}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \text{ Қатынас ыдыстар}$$

$$F_a = \rho_c g V_D \text{ Архимед заңы}$$

$$A = F \cdot s \text{ Механикалық жұмыс (Дж)}$$

$$N = \frac{A}{t} \text{ қуат (Вт)}$$

$$A = N \cdot t \text{ жұмыс (Дж)}$$

$$E_n = mgh \text{ потенциалдық энергия (Дж)}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \text{ кинетикалық энергия (Дж)}$$

$$W = E_k + E_n \text{ механикалық энергия}$$

$$M = F \cdot d \text{ Күш моменті (Н} \cdot \text{м)}$$

$$\eta = \frac{A_n}{A_T} \cdot 100\% \text{ Механизмнің немесе машинаның пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК)}$$

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

$$Q \approx (t_2 - t_1) \text{ жылу мөлшері (Дж)}$$

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \text{ Заттың меншікті жылу сыйымдылығы } \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

$$Q = qm \text{ Отынның меншікті жану жылуы } \left(1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

$$\lambda = \frac{Q}{m} \text{ Меншікті балқу жылуы } \left(1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

$$\varphi = \frac{P}{P_k} \cdot 100\% \text{ Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы}$$

$$Q = r \cdot m \text{ Меншікті булану жылуы } \left(1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

$$Q = \Delta U + A \text{ Термодинамиканың I-заңы}$$

$$Q = 0$$

$$A = -\Delta U$$

$$A = Q - \Delta U$$

$$A = pS\Delta h \text{ Газдың атқарған жұмысы}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A_{\text{мол}}}{Q} \text{ Жылу машиналарының ПӘК-і}$$

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \text{ Кулон заңы}$$

$$E = \frac{|F|}{q} \text{ Электр өрісінің кернеулігі } \left(1 \frac{\text{В}}{\text{м}} \right)$$

$$|E| = \frac{|q_0|}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \text{ СИ жүйесіндегі кернеулік}$$

$$\varphi = \frac{E_{n_1}}{q} \text{ Өріс потенциалы}$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU \text{ Электр өрісі күштерінің атқаратын жұмысы (Дж)}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = U \text{ Потенциалдар айырымы немесе кернеу (В)}$$

$$C = \frac{q}{U} \text{ Конденсатордың электрсыйымдылығы (Ф- фарад)}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \text{ Жазық конденсатордың сыйымдылығы}$$

$$\xi = \frac{A_0}{q} \text{ Электр қозғаушы күші (1 Вольт)}$$

$$I = \frac{q}{t} \text{ Ток күші (1 Ампер)}$$

$$q = It \text{ Заряд}$$

$$U = \frac{A}{q} \text{ Кернеу (1 Вольт)}$$

$$I = \frac{U}{R} \text{ Ом заңы (1 Ампер)}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$U = IR$$

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ Меншікті кедергі } \left(\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \right)$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \text{ Өткізгіштерді тізбектей жалғау}$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \text{ Өткізгіштерді параллель жалғау}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$A = qU \text{ Электр тогының жұмысы (Джоуль)}$$

$$P = \frac{A}{t} = I \cdot U \text{ Электр тогының қуаты (Ватт)}$$

$$Q = I^2 R t \text{ Джоуль-Ленц заңы}$$

$$m = kq \text{ Фарадей заңы}$$

$$m = kIt$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \text{ Жарықтың сынуының екінші заңы (Снеллиус заңы)}$$

$$D = \frac{1}{F} \text{ Линзаның оптикалық күші}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{Жұқа линзаның формуласы}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$$

$$\Gamma = \frac{h}{H} \quad \text{Сызықтық үлкейту}$$

$\vec{a} + \vec{b}$ Векторларды қосу

$$\vec{c} = \vec{a} - \vec{b} \quad \text{Векторларды азайту}$$

$$\vec{c} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

$\vec{b} = \kappa \cdot \vec{a} (\vec{b} = \vec{a} \div \kappa)$ Векторларды скалярға көбейту (бөлу)

$$\vec{a} = \frac{\vec{g} - \vec{g}_0}{t - t_0} \quad \text{немесе} \quad \vec{a} = \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} \quad \text{Үдеу (м/с}^2\text{)}$$

$\vec{g} = \vec{g}_0 + \vec{a}t$ Үдеудің формуласынан табылған жылдамдық (м/с)

$$s = g_0 t - \frac{at^2}{2} \quad \text{Теңбаяулайтын қозғалыс (м)}$$

$$s = g_0 t + \frac{at^2}{2} \quad \text{Теңүдемелі қозғалыс (м)}$$

$$s = \frac{gt^2}{2} \quad \text{Қозғалыс заңы (м)}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{Түсу уақыты (с)}$$

$$g = \sqrt{2gh} \quad \text{Жерге түскен кездегі жылдамдық (м/с)}$$

$$v = \frac{1}{T} \quad \text{Айналу жиілігі (1 с}^{-1}\text{)}$$

$$T = \frac{1}{v} \quad \text{Айналу периоды (с)}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad \text{немесе} \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad \text{Бұрыштық жылдамдық (1} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \text{)}$$

$$g = \omega R$$

$$\omega = \frac{g}{R}$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{g^2}{r} \text{ Центрге тартқыш үдеу (м/с}^2\text{)}$$

$$\vec{F}_a = m\vec{g} \text{ Ауырлық күші}$$

$$|F_{\text{айқ}}| = \mu N \text{ Үйкеліс күші}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \text{ Ньютонның II заңы}$$

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \text{ Динамиканың негізгі теңдеуі (Теңәрекетті күш) (IH)}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ Ньютонның III заңы}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \text{ Бүкіләлемдік тартылыс заңы}$$

$$g = \sqrt{gR} \text{ Бірінші ғарыштық жылдамдық}$$

$$\vec{p} = m\vec{g}$$

$$\vec{p} = \vec{p}_0 = \vec{F}\Delta t \text{ Күш импульсі (} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \text{)}$$

$$\Delta \vec{p} = \vec{F}\Delta t$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \text{ Импульстің сақталу заңы}$$

$$E_n = mgh$$

$$E_k = \frac{\kappa x^2}{2} \text{ потенциалдық энергия (Дж)}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \text{ кинетикалық энергия (Дж)}$$

$$E_{\text{толық}} = E_k + E_n = \text{const} \text{ Толық механикалық энергия}$$

$$F = -\kappa x \text{ Гук заңы}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ Маятниктің тербеліс периоды}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ Серішпелі маятниктің тербеліс периоды}$$

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \text{ Томсон формуласы}$$

$$g = \frac{\lambda}{T} \text{ Толқын жылдамдығы}$$

$$g = \lambda \nu$$

$\mathcal{G} = \frac{c}{n}$ Әртүрлі заттарда электромагниттік толқынның таралу жылдамдығы

$\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$ Электромагниттік толқынның вакуумдегі толқындық ұзындығы

$\lambda' = \mathcal{G}T = \frac{\mathcal{G}}{\nu} = \frac{c}{n\nu} = \frac{v}{n}$ Электромагниттік толқынның әртүрлі заттардағы толқындық ұзындығы

$E_0 = h\nu$ Планк формуласы

$h\nu = A_{шығы} + \frac{m_e \mathcal{G}^2}{2}$ Эйнштейн формуласы

$q_я = +Z \cdot e$ Атом ядроларының заряды
 $q_я = -Z \cdot e$

$E_0 = mc^2$ Эйнштейн қатынасы (Дж)
 $\Delta E_0 = \Delta mc^2$

$E_{байл} = \Delta mc^2 = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_я) c^2 = (Z \cdot M_H + N \cdot m_n - M_{ам}) c^2$ Байланыс энергия

$E_{менш} = \frac{E_{байл}}{A}$ Меншікті байланысты энергия

$\Delta E = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ}$ Ядролық энергия

$D = \frac{E}{m}$ Сәуленің жұтылған дозасы (Грей (Гр))

${}_Z^A X \xrightarrow{\alpha\text{-ыдырау}} {}_2^4 He + {}_{Z-2}^{A-4} Y$ Альфа және бета ыдыраулардың формулалары
 ${}_Z^A X \xrightarrow{\beta\text{-ыдырау}} {}_{-1}^0 e + {}_{Z-1}^A Y + {}_0^0 \tilde{\gamma}$

$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{t/T}}$ Ядролардың радиоактивті ыдырау заңы Резерфорд пен Содди формуласы арқылы өрнектеледі

${}_0^1 n \rightarrow {}_1^1 p + {}_{-1}^0 e + {}_0^0 \tilde{\gamma}$ Бета-ыдыраудағы нейтронның протон мен электронға түрлену формуласы

${}_{92}^{235} U + {}_0^1 n \rightarrow {}_{92}^{236} U \rightarrow {}_{56}^{144} Ba + {}_{36}^{89} Kz + 3 \cdot {}_0^1 n$ нейтрон (Уран-235 изотопы ядросының бөліну формуласы)

${}_1^1 H + {}_1^2 H = {}_2^3 He + {}_0^0 \gamma$ Сутегі изотоптары ядроларының бірігу формуласы

${}_2^4 He + {}_{13}^{27} Al = {}_{15}^{30} P + {}_0^1 n$ Алюминийді α -бөлшекпен, фосфор радио-изотобын алу формуласы

${}_0^1 n + {}_{27}^{59} Co = {}_{27}^{60} Co$ нейтрондармен кольтат-59 изотобын атқылап кольтат-60 радиоизотобын алу формуласы

$\mathcal{G}_{\text{орп}} = \frac{\Delta \bar{s}}{\Delta t}$ Орташа жылдамдық

$\bar{\mathcal{G}} = \frac{d\bar{s}}{dt}$ Лездік жылдамдық

$\bar{a} = \frac{\bar{\mathcal{G}} - \bar{\mathcal{G}}_0}{t - t_0}$ немесе $\bar{a} = \frac{\Delta \bar{\mathcal{G}}}{\Delta t}$ Үдеу (м/с^2)

$\bar{a} = \frac{d\bar{\mathcal{G}}}{dt}$ Лездік үдеу

$\mathcal{G} = \frac{2\pi r}{T}$ Сызықтық жылдамдық

$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ Бұрыштық жылдамдық ($1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$)

$T = \frac{t}{N}$ Айналу периоды (с)

$\nu = \frac{N}{t}$ Айналу жиілігі (1 с^{-1})

$T = \frac{1}{\nu}$

$\bar{\mathcal{G}}_2 = \bar{\mathcal{G}} + \bar{\mathcal{G}}_1$ Жылдамдықты қосудың классикалық заңы

$\bar{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ Ньютонның I заңы

$\vec{F} = m\bar{a}$

$\vec{F}_R = m\bar{a}$ Ньютонның II заңы

$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ Ньютонның III заңы

$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ Бүкіләлемдік тартылыс заңы

$F_a = G \frac{M_{\text{жс}} m}{R^2}$ Ауырлық күші

$g = G \frac{M_{\text{жс}}}{R^2}$ Еркін түсу үдеуі

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ Маятник тербелісінің периоды

$\mathcal{G} = \sqrt{gR}$ Бірінші ғарыштық жылдамдық

$F = -kx$ Гук заңы

$F_{\%ойк} = \mu N$ үйкеліс күші (Н)

$$\vec{p} = m\vec{g}$$

$$\vec{p} = \vec{p}_0 = \vec{F}\Delta t \quad \text{Күш импульсі } \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \quad \text{Импульстің сақталу заңы}$$

$$\vec{F} = \vec{g} \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad \text{Реактивті күш}$$

$$A = Fs \cos \alpha \quad \text{Механикалық жұмыс (Дж)}$$

$$N = \frac{A}{t} \quad \text{Қуат (Вт)}$$

$$A = E_{k_2} - E_{k_1} \quad \text{Кинетикалық энергия туралы теорема (Дж)}$$

$$A = -(E_{p_2} - E_{p_1}) \quad \text{Потенциалдық энергия туралы теорема (Дж)}$$

$$E_p = \frac{\kappa x^2}{2} \quad \text{Серіппенің жинақталған потенциалдық энергиясы}$$

$$E = E_k + E_p \quad \text{Энергияның сақталу заңы}$$

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{S_2}{S_1} \quad \text{Ссұйықтың үздіксіз теңдеуі}$$

$$p_1 + \rho \frac{g_1^2}{2} = p_2 + \rho \frac{g_2^2}{2} \quad \text{Бернулли заңы}$$

$$d = \frac{V}{S} \quad \text{Молекула диаметрі}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}} \quad \text{Заттың салыстырмалы массасы}$$

$$v = \frac{N}{N_A} \quad \text{Зат мөлшері}$$

$$M = m_0 N_A \quad \text{Молярлық масса}$$

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M} \quad \text{Молекула саны}$$

$$n = \frac{N}{V} \quad \text{Газ молекулаларының концентрациясы}$$

$$p = \frac{1}{3}nm_0\bar{g}^2$$

$$p = \frac{2}{3}n\bar{E}_k \quad \text{Газдардың молекулалы-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі}$$

$$p = \frac{1}{3}\rho\bar{g}^2$$

(Клаузиус теңдеуі)

$$T = (t + 273.15)K \quad \text{Термодинамикалық температура}$$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT \quad \text{Больцман тұрақтысы}$$

$$p = nkT \quad \text{Газ қысымы}$$

$$p_1V_1 = p_2V_2 \quad \text{Бойль-Мариотт заңы}$$
$$pV = \text{const}$$

$$V = V_0\alpha T$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{Гей-Люссак заңы}$$

$$p = \rho_0\alpha T$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{Шарль заңы}$$

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \quad \text{Идеал газ күйінің теңдеуі}$$

$$pV = \frac{m}{M}RT \quad \text{Менделеев – Клапейрон теңдеуі}$$

$$U = \frac{3}{2}NkT \quad \text{Идеал газдың ішкі энергиясы}$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}Nk(T_2 - T_1) \quad \text{Идеал газдың ішкі энергиясының өзгерісі}$$

$$U = f(T)$$

$$U = U(T, V) \quad \text{Макроскопиялық денелердің ішкі энергиясы}$$

$$Q = cm\Delta T \quad \text{Жылу алмасу}$$

$$\Delta U = Q + A \quad \text{Термодинамиканың I заңы}$$

$$\Delta U = 0 \quad \text{Изотермиялық процесс (T=const)}$$
$$Q_T = \Delta A'_T$$

$$A' = 0 \quad \text{Изохоралық процесс (V=const)}$$

$$Q_V = \Delta U_V$$

$$Q_p = \Delta U_p + A' \quad \text{Изобаралық процесс (p=const)}$$

$$A' = p\Delta V = p(V_1 - V_2) \quad \text{Изобаралық ұлғаюдағы жұмысы}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad \text{ПӘК}$$

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} \quad \text{Жылу қозғалтқышының максимал ПӘК-і}$$

$$\eta_{\max x} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad \text{Кез-келген жылу қозғалтқышының ПӘК-і}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$q = \pm N \cdot e \quad \text{Электр заряды}$$

$$q = \pm Z \cdot e \quad \text{Химиялық элементтердің атом ядроларының заряды}$$

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const} \quad \text{Электр зарядының сақталу заңы}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{Кулон заңы}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{Электр өрісінің кернеулігі}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \quad \text{Нүктелік заряд}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad \text{Суперпозиция принципі}$$

$$(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{A}{q} \quad \text{Потенциалдар айырымы}$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad \text{Зарядтың электр өрісіндегі орын ауыстыру жұмысы}$$

$$E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{d} \quad \text{Электр өрісінің кернеулігі мен потенциалдар айырымы}$$

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \text{ Конденсаторлардың электрсыйымдылығы}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \text{ Жазық конденсатордың сыйымдылығы}$$

$$W = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} \text{ Зарядталған конденсатордың энергиясы}$$

$$I = \frac{q}{t} \text{ Ток күші (А)}$$

$$U = \frac{A}{q} \text{ Кернеудің түсуі}$$

$$\xi = \frac{A_{\sigma}}{q} \text{ ЭҚК-і}$$

$$\Delta\varphi = \frac{A_{\kappa}}{q} \text{ Потенциалдар айырымы}$$

$$U = \frac{A_{\sigma}}{q} + \frac{A_{\kappa}}{q} \text{ Кернеу}$$

$$U = \xi + \Delta\varphi$$

$$I = \frac{U}{R} \text{ Тізбек бөлігі үшін Ом заңы}$$

$$I = \frac{\xi}{R + r} \text{ Толық (тұйық) тізбек үшін Ом заңы}$$

$$A = IUt \text{ Тізбек бөлігіндегі токтың жұмысы}$$

$$Q = A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \text{ Джоуль-Ленц заңы}$$

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}_{A(MAX)}}{Il} \text{ Магнит индукциясының векторы}$$

$$F_A = IlB \sin \alpha \text{ Ампер күші}$$

$$F_L = qvB \sin \alpha \text{ Лоренц күші}$$

$$\mu = \frac{B}{B_0} \text{ Ортаның салыстырмалы магнит өтімділігі}$$

$$\xi = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ ЭҚК-і}$$

$$\xi_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$\xi = \xi_0 \cos \omega t$ Өшпейтін тербелістер периоды түрде өзгертін индукциялық ЭҚК-і

$$I_i = \frac{\xi_i}{R} \text{ Индукциялық ЭҚК-інің әсерінен тұйық өткізгіштегі индукциялық ток}$$

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \text{ Электрмагниттік толқындардың кез-келген ортадағы жылдамдықтары}$$

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} \text{ Жарық жылдамдығының тұрақтылық принципі}$$

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$$

$$g_2 = \frac{g_1 + g}{1 + \frac{g_1 g}{c^2}} \text{ Жылдамдықтарды қосудың релятивтік заңы}$$

$E_0 = m_0 c^2$ Эйнштейннің масса мен энергияның өзара байланысы туралы заңы

Тұрақты шамалар:

$$g = 9.8 \frac{H}{кг}$$

$e = -1,6 \cdot 10^{-19} Кл$ Электрон заряды

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} кг$ Электрон массасы

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot м^2}{Кл^2} \text{ Пропорционалдық коэффициент}$$

$$e_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Кл^2}{H \cdot м^2} \text{ Электр тұрақтысы}$$

$c = 3 \cdot 10^8 м/с$ Вакуумдегі жарық жылдамдығы

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot м^2}{кг^2} \text{ Гравитациялық тұрақты}$$

$g_1 = 7.9 км/с$ Бірінші ғарыштық жылдамдық

$h = 6.62 \cdot 10^{-34} Дж \cdot с$ Планк тұрақтысы

1 м.а.б.=1.6605406·10⁻²⁷ кг=931 МэВ=1,49·10⁻¹⁰ Дж Массаның атомдық бірлігі

Ондық еселіктер

Атауы	Белгіленуі	Көбейткіш
Милли	м	10 ⁻³
микро	мк	10 ⁻⁶
нано	н	10 ⁻⁹
пико	п	10 ⁻¹²
тера	Т	10 ¹²
гига	Г	10 ⁹
мега	М	10 ⁶
кило	К	10 ³

Тіркес сөздердің белгіленуі, сан мәндері мен жазылуы

Тіркес сөздер атауы	Белгіленуі	Сан мәндері	Қысқаша жазылуы
Мега	М	1 000 000	10 ⁶
Кило	к	1 000	10 ³
Гекто (еселеу)	г	100	10 ²
Дека	да	10	10 ¹ =10
Деци	д	0,1	10 ⁻¹
Санги	с	0,01	10 ⁻²
Милли	м	0,001	10 ⁻³
Микро	мк	0,000 001	10 ⁻⁶

Есептеулерге қажет өлшем бірліктер

$$1 \text{ км} = 1000 \text{ м} = 10^3 \text{ м}$$

$$1 \text{ дм} = 0,1 \text{ м} = 10^{-1} \text{ м}$$

$$1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ м}^2$$

$$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$1 \text{ мл} = 0,001 \text{ л} = 1 \text{ см}^3$$

$$1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н} = 10^3 \text{ Н}$$

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} = 10^3 \text{ кг}$$

$$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$1 \text{ мг} = 0,000001 \text{ кг} = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$1 \text{ кПа} = 1000 \text{ Па} = 10^3 \text{ Па}$$

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па} = 10^2 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мм сын. Бағ.} = 133 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж} = 10^3 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}$$