Коммерциялық емес акционерлік қоғам

ҒУМАРБЕК ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Ғарыштық инженерия кафедрасы

ФИЗИКА 1

Физика есептерін шығару бойынша әдістемелік нұсқаулар
6В100200 – Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері
мамандықтарының студенттеріне арналған

Алматы 2021

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: Наурызбаева Г.Қ., Абдикасова А.А., Алджамбекова Г.Т. Физика 1. Физика есептерін шығару бойынша әдістемелік нұсқаулар. 6В100200 – Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері мамандықтарының студенттеріне арналған. – Алматы: АЭжБУ, 2021. – 43 б.

Әдістемелік нұсқаулар есептерден, әдістемелік ұсыныстар мен қажетті әдебиеттер тізімінен тұрады.

Бейн. 4, кесте 20, библиограф. – 11 атау.

Пікір жазған: ТКИТ кафедрасының профессоры, т.ғ.к. К.С. Чежимбаева

«Ғумарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2020 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Ғумарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2021 ж.

Кіріспе

Жалпы физика курсын оқу процесінде әр студент теориялық материалдарды тереңірек оқу және өздігінен жұмыс істеу мақсатымен есеп шығару тапсырмаларды орындау керек. Бұл тапсырмалар семестр бойы оқылған дәріс материалдарын қамтиды.

Ақпарат технологияларының және компьютерлендірудің дамуы пәнді өз бетімен оқу мүмкіндігін молайтады. Сондықтан оқу материалы компьютерлік оқытудың талаптарына сай жасалған. Бұл оқу - әдістемелік құрал дистанциялық оқыту мен тапсырма алу мүмкіндігін береді.

Курстың негізгі мақсаттары:

а) классикалық физика теориялары мен оның негізгі заңдарын, сондай-ақ физикалық зерттеулер әдістерін қолдану арқылы студенттердің біліктіліктері мен дағдыларын қалыптастыру;

б) студенттердің шығармашылық ой-танымы мен ғылыми дүниетанымын, өзіндік танымдық іс-әрекет дағдыларын және физикалық құбылыстарды моделдеу біліктілігін қалыптастыру.

Физика 1 курсы бойынша классикалық физиканың «Механиканың физикалық негіздері», «Статистикалық физика және термодинамика», «Электр және магнетизм» бөлімдері оқытылады. Осы бөлімдерге арналған теңдеулер, есептің шығару жолдары көрсетілген және өзіндік жұмыстарға арналған есептер жауаптарымен берілген.

1 «Физика 1» пәнін үйренудегі ұсыныстар

Бұл пәнді оқып үйрену кезінде, біріншіден, классикалық және қазіргі физиканың негізгі түсініктерін, заңдылықтары мен ұстанымдарын түсініп алу қажет, одан кейін оларды ары қарай зерттеу жүзеге асырылады.

«Механиканың физикалық негіздері» бөлімінде келесі тақырыптарға теңдеулер берілген:

- ілгерілемелі және айналмалы қозғалыстардың кинематикалық және динамикалық сипаттамалары және олардың байланысы. Ол үшін векторлық алгебраның математикалық аппараты, дифференциалдау мен интегралды есептеулерді білген маңызды;
- консервативті және консервативті емес күштердің ерекшеліктерін ескеріп, жұмыс пен энергияны түсіну;
- импульстің, импульс моментінің, механикалық энергияның сақталу заңдарын, олардың уақыт пен кеңістіктің симметриялы ең негізгі қасиеттерінен байқалатын жан-жақтылығын;
- физикалық есептерді сақталу заңдарын қолданып шешудің тиімділігін;
- классикалық физиканың қолдану шекарасын.

«Статистикалық физика және термодинамика» бөлімінде макроскопиялық жүйенің физикалық қасиеттерін зерттеудің бір-бірінен ерекшеленетін және бір-бірін толықтырып тұратын статистикалық және

термодинамикалық әдістерін меңгеру қажет. Әсіресе статистикалық таралулар (Максвеллдің, Больцманның), термодинамиканың бірінші, термодинамиканың екінші бастамасына назар аудару керек.

«Электр және магнетизм бөлімінде мыналарды: денелерге электр өрісінің зарядталған әсер етуін, осы өрістің сипаттамаларын (кернеулік пен потенциал) және олардың қасиеттерін түсіндіретін негізгі:

- электростатикалық өріс циркуляциясы туралы;
- Гаусс теоремаларын түсініп алған дұрыс.

Есеп шығарғанда суперпозиция принципі мен Гаусс теоремасын қолдана білу керек.

Өткізгіштерде зарядтардың таралуы және электр өрісіндегі диэлектриктер жайлы білу де аса маңызды сұрақ болып табылады. Жалпылама Ом заңын оқып үйренгенде потенциалдар айырымы, электр қозғаушы күш, кернеу туралы түсініктердің физикалық мағыналарын айыру керек. Сонымен қатар магнит өрісінің сипаттамалары мен қасиеттері, заңдарын оқи отырып, магнит өрісі мен электростатистикалық өрістің ұқсастықтары мен айырмашылықтарын (потенциалды және құйынды сипат, өріс туғызатын көздердің болу-болмауы, электр зарядтарына өрістің әсері) ұғыну қажет.

1.1 Есеп шығару жолдары және тапсыруға қойылатын жалпы талаптар

Физика есептері әртүрлі құрастырылып келетіндіктен, оларды шығарудың бірыңғай жолы жоқ, дегенмен де есептерді шығарғанда мыналарды естен шығармаған жөн:

- есептің мағынасын түсіне білу, мазмұнына анализ жасап, берілген жүйе немесе дене қандай жағдайда қарастырылып отырғанын ойластырып алып, есептің мағынасын аша түсетіндей және ары қарай оның шығарылуын жеңілдететіндей сызбасын, графигін немесе суретін салып алу керек;
- қарастырылып отырған жағдайда физиканың қандай заңдарын қолдануға болатындығын ойластырып, оны алдымен жалпы түрде жазып көрсету керек, одан кейін сол заңды осы есепке қолданып, теңдеудің әрбір белгісі нені білдіретінін түсіну керек;
- есепті жалпы түрде жазып, жұмыс (есептеу) формуласын алыңыз. Есептің шартында берілген мәндер ізделініп отырған физикалық шаманы өрнектейтін жұмыс (есептеу) формуласына ғана қойылып шығарылады;
- есептеулер жүргізген кезде, оны қалай жуықтап шығаруды білу керек. Формулаға қойылған мәндердің барлығы да бір бірліктер жүйесінде болуы керек (ХБ жүйесінде болғаны дұрыс);
- қажет болған немесе кейбір жағдайларда есеп жауабының дұрыстығын тексеру керек, бұл есептің қатесіз шығуына көмектеседі.

Барлық ЕСЖ компьютермен жазылып тапсырылады. Тексеру уақытына өткізу міндетті.

Есептің шарты және «Берілгені» деп басталып, жалпыға бірдей белгілеулермен белгіленуі тиіс. Әрбір есеп физикалық шамалардың мағыналарын түсіндіретін анықтамалармен, физикалық заңдылықтармен, сұлбалық сызбалармен, суреттермен жалпы түрде (әріптік белгілеулер) шығарылуы тиіс. Одан кейін сан мәндерін қойып, есептеп, соңында ізделініп отырған физикалық шаманың өлшем бірлігін жазып қоюы керек. Есептеулер жүргізгенде жуықтап есептеулер ережесін пайдаланып, есептің жауабын қатесіз, түсінікті етіп жазу керек.

Жұмысының аяғында студенттің тапсырмаларды орындау үшін пайдаланылған әдебиеттердің тізімі көрсетіледі.

Егер бақылау жұмысы дұрыс орындалмай, өзіне қайтарылып берілсе, көрсетілген қателерімен жұмыс жасалып, қайтадан алдыңғы бақылау жұмысымен бірге тапсырылады. Пікір жазушы есептің шығарылуы бойынша сұрақтармен студентті әңгімеге тартуға құқылы.

2. I бөлім. Механиканың физикалық негіздері

2.1 Кинематика

- **Орташа және лездік жылдамдық:**

$$<\vec{\upsilon}>=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t},\ <\upsilon>=\frac{\Delta S}{\Delta t},\ \vec{\upsilon}=\frac{d\vec{r}}{dt},\ \upsilon=\frac{dS}{dt}.$$

$\Delta\vec{r}$ - орын ауыстыру радиус-векторыны.

$$S=\int_0^S dS=\int_{t_1}^{t_2}\upsilon\cdot dt.$$

- Бірқалыпты қозғалыс кезінде ($\upsilon=const$) жолдың теңдеуі мына түрде жазылады:

$$S=\upsilon\cdot t.$$

- Орташа және лездік үдеу:

$$<\vec{a}>=\frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t},\quad \vec{a}=\frac{d\vec{\upsilon}}{dt},\quad \vec{a}=\frac{d\vec{\upsilon}}{dt}=\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}.$$

- Үдеу тұрақты кездегі ($a=const$) қозғалыс бірқалыпты айнымалы деп аталады (бірқалыпты үдемелі, егер $a>0$, және бірқалыпты кемімелі, егер $a<0$). Бірқалыпты айнымалы қозғалыс үшін жолдың және жылдамдықтың өрнектері мына түрде жазылады:

$$S=\upsilon_0 t\pm\frac{at^2}{2},\quad \upsilon=\upsilon_0\pm at.$$

- Қисық сызықты қозғалыс кезінде толық үдеу:

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau, \quad \vec{a} = \sqrt{\vec{a}_n^2 + \vec{a}_\tau^2}.$$

Тангенциал үдеу $(a_\tau = \frac{d\upsilon}{dt})$, нормаль үдеу $a_n = \frac{\upsilon^2}{R}$.

$$a = \sqrt{\left(\frac{d\upsilon}{dt}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon^2}{R}\right)^2}.$$

Әртүрлі ілгерілемелі қозғалыс кезіндегі үдеу құраушыларының мәндері 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте

Қозғалыс	**Тангенциал үдеу** a_τ	**Нормаль үдеу** a_n
Бірқалыпты түзу сызықты	0	0
Бірқалыпты айнымалы түзу сызықты	$a_\tau = a = const$	0
Бірқалыпты айналмалы	0	$a = a_n = const$
Бірқалыпты айнымалы қисықсызықты	$a_\tau = const$	$a_n \neq 0$

- Бұрыштық орын ауыстыру – ауытқу векторы $(\Delta\vec{\varphi})$, оның модулі бұрылу бұрышына тең, бағыты оң бұранда әдісімен анықталады. Бұрылу бұрышы $\Delta\varphi$ аз болса, доғаның шамасы мына өрнекпен анықталады:

$$\Delta S = R \cdot \Delta\varphi.$$

- Бұрыштық жылдамдық және бұрыштық үдеудің өрнектері:

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}, \qquad \vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2}$$

- Дененің бірқалыпты айналмалы қозғалысы кезінде бұрыштық айналу мен бұрыштық жылдамдық заңдылықтары келесі түрде жазылады:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}, \qquad \omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

- Нүктенің түзусызықтық және бұрыштық кинематикалық сипаттамалары арасындағы байланысты анықтайы:

$$s = R\varphi, \ \upsilon = R \cdot \omega, \quad a_\tau = R \cdot \varepsilon, \ a_n = \omega^2 \cdot R,$$

2.1 кестеде ілгерілмелі және айналмалы қозғалыстар кезіндегі дененің кинематикалық сипаттамалары көрсетілген.

2.2 - кесте

Ілгерілмелі қозғалыс		**Айналмалы қозғалыс**		**Сипаттамалар арасындағы байланыс**
Радиус-вектор	$\vec{r}$	Айналу бұрышы	φ	
Орын ауыстыру векторы	$d\vec{r}$	Бұрыштық орын ауыстыру векторы	$d\vec{\varphi}$	
Жол ұзындығы	dS	Жол ұзындығы	dS	$dS = R \cdot d\varphi$
Жылдамдық	$\vec{\upsilon} = \frac{d\vec{r}}{dt}$	Бұрыштық жылдамдық	$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$	$\upsilon = R \cdot \omega$, $\vec{\upsilon} = [\vec{\omega}\vec{r}]$
Үдеу	$\vec{a} = \frac{d\vec{\upsilon}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$	Бұрыштық үдеу	$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2}$	
Тангенц. үдеу	$a_\tau = \frac{d\upsilon}{dt}$			$a_\tau = R \cdot \varepsilon$, $\vec{a}_\tau = [\vec{\varepsilon}\vec{r}]$
Нормаль үдеу	$a_n = \frac{\upsilon^2}{R}$			$a_n = \omega^2 \cdot R$, $\vec{a}_n = -\omega^2 \cdot \vec{R}$

2.2 Қатты дененің ілгерілмелі қозғалысының және материялық нүктенің динамикасы

- Импульс немесе материялық нүкте қозғалыс мөлшері:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{\upsilon}.$$

- Ньютонның екінші заңы:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}, \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a} = m\frac{d\vec{\upsilon}}{dt} = \frac{d}{dt}(m \cdot \vec{\upsilon}) = \frac{d\vec{p}}{dt}.$$

- Ньютонның үшінші заңы:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

- Импульстің сақталу заңы:

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot \vec{\upsilon}_i = const.$$

- Тартылыс күші (гравитациялық күш):

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

мұндағы $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$ - гравитациялық тұрақтылық.

- Ауырлық күші:

$$\vec{P} = m\vec{g},$$

мұндағы m - дене массасы, g - еркін түсу үдеуі.

- Дененің үйкеліс күші:

$$F_{үйк} = kN.$$

- Серпімділік күші:

$$F = -kx,$$

мұндағы k - серіппенің қатаңдығы; x - серпімділік деформациясы.

- Күш жұмысы:

$$\delta A = (\vec{F} \cdot \vec{dr}) = F \cdot |dr| \cdot \cos\alpha = F \cdot dS \cdot \cos\alpha = F_S \cdot dS.$$

- Атқарылған жұмыстың жылдамдығын сипаттау үшін қуат деген ұғым енгіземіз:

$$N = \frac{\delta A}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{\upsilon}.$$

- Толық механикалық энергияны Е:

$$E = E_K + E_П.$$

- Механикалық жүйенің кинетикалық энергиясы E_k:

$$E_K = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2}.$$

- Потенциалдық энергия:

1) массасы m болатын h биіктікке көтерілген дененің потенциалдық энергиясы:

$$E_n = mgh;$$

2) x шамасына керілген серіппенің потенциалдық энергиясы:

$$E_n = \frac{kx^2}{2};$$

3) Бір-бірінен R қашықтықта орналасқан массалары m_1 және m_2 болатын денелердің өзара әсерлесуі кезіндегі потенциалдық энергиясы:

$$E_n = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{R};$$

4) Бір-бірінен R қашықтықта орналасқан зарядталған q_1 және q_2 зарядтары бар екі дененің бір-біріне әсері кезіндегі потенциалдық энергия:

$$E_n = k \frac{q_1 \cdot q_2}{R}.$$

- Механикалық энергияның сақталу заңы:

$$E_k + E_n = E = const.$$

- Күш моменті:

$$\vec{M} = \left[\vec{r}\,\vec{F}\right],$$

мұндағы $\vec{r}$ - күштің түсірілу нүктесінің радиус-векторы. $\vec{M}$ векторы O нүктесі арқылы өтеді.

$$M = r \cdot F \cdot \sin\alpha = F \cdot l,$$

мұндағы $l = r\sin\alpha$ - күш иіні деп аталады.

- Материялық нүктенің J_Z инерция моменті:

$$J_Z = m \cdot R^2.$$

- Дененің инерция моменті айналу осіне байланысты оның барлық материялық нүктелерінің инерция моменттерінің қосындысына тең:

$$J_Z = \lim_{\Delta m \to 0} \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot R_i^2 .$$

2.3кестеде кейбір дұрыс геометриялық пішінді денелердің инерция моменттері келтірілген.

2.3 кесте

Дене	**Айналу осінің орналасуы**	**Инерция моменті**
Қуыс жұқа қабырғалы радиусы R цилиндр	Симметрия осі	mR^2
Радиусы R тұтас цилиндр немесе дискі	Симметрия осі	$\frac{1}{2}mR^2$
Ұзындығы l жіңішке стержень	Ось стерженнің ортасы арқылы өтеді және оған перпендикуляр.	$\frac{1}{12}ml^2$
Радиусы R тұтас шар	Симметрия осьі	$\frac{2}{5}mR^2$

- Штейнер теоремасы кез келген оське қатысты дененің инерция моментін J_Z осы оське параллель және массалар центрі арқылы өтетін оське қатысты дененің J_C инерция моментін осы осьтер арақашықтығының квадратын дене массасына көбейтіп қосқанға тең.

$$J_Z = J_C + m \cdot a^2 .$$

- Айналмалы қозғалыстағы дененің жұмысы:

$$\delta A = F_\tau \cdot dS = F_\tau R \cdot d\varphi = M_Z \cdot d\varphi .$$

- Айналмалы қозғалыстағы дененің кинетикалық энергиясы:

$$E_K = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2} + \frac{J \cdot \omega^2}{2} .$$

- Қатты дененің айналмалы қозғалыс динамикасының негізгі теңдеуі:

$$\vec{\varepsilon} = \frac{\vec{M}_Z^{сырткы}}{J_Z}.$$

- Импульс моменті және оның сақталу заңы:

$$\vec{L}_i = \left[\vec{r}_i\,\vec{p}_i\right] = \left[\vec{r}_i\,m_i\vec{\upsilon}_i\right] \qquad L_i = r_i \cdot m_i\upsilon_i.$$

$$\frac{d\vec{L}_Z}{dt} = J_Z\frac{d\vec{\omega}}{dt} = J_Z \cdot \vec{\varepsilon} = \vec{M}_Z^{сырткы}.$$

$$\frac{d\vec{L}_Z}{dt} = 0 \quad \text{және} \quad \vec{L}_Z = const.$$

Бұл теңдік импульс моментінің сақталу заңын құрайды*: қозғалмайтын оське қатысты дененің импульс моменті тұйық жүйеде тұрақты болып, уақыт бойынша өзгермейді.*

2.4 кесте- кестеде дененің ілгерілемелі және айналмалы қозғалысының негізгі теңдеулері келтірілген.

2.4 кесте

Ілгерілемелі қозғалыс		**Айналмалы қозғалыс**	
Масса	m	Инерция моменті	$J = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot R_i^2$
Күш	$\vec{F}$	Күш моменті	$\vec{M} = \left[\vec{r}\,\vec{F}\right]; M = F \cdot l$ $\vec{M}_z = \left[\vec{R}\,\vec{F}_\tau\right];$ $M_z = F_\tau \cdot R$
Импульс	$\vec{p} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot \vec{\upsilon}_i$ $\vec{p} = m \cdot \vec{\upsilon}_c$	Импульс моменті	$\vec{L} = \sum_{i=1}^{n} \left[\vec{r}_i\,\vec{p}_i\right]$ $\vec{L}_z = \sum_{i=1}^{n} \left[\vec{R}_i\,\vec{p}_i\right];$ $\vec{L}_z = J_z \cdot \vec{\omega}$
Динамиканың негізгі теңдігі	$\vec{a} = \frac{\vec{F}^{сырткы}}{m}$ $\vec{F}^{сырткы} = \frac{d\vec{p}}{dt}$	Динамиканың негізгі теңдіктері	$\vec{\varepsilon} = \frac{\vec{M}_Z^{сырткы}}{J_Z}$ $\vec{M}_Z^{сырткы} = \frac{d\vec{L}_z}{dt}$
Жұмыс	$\delta A = F_S \cdot dS$	Жұмыс	$\delta A = M_z \cdot d\varphi$

Кинетикалық энергия	$E_к = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2}$	Кинетикалық энергия	$E_к = \frac{J_z \cdot \omega^2}{2}$

2.4 Арнайы салыстырмалы теорияның элементтері

•Ұзындықтың қысқаруы:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2} \ ,$$

1) Массаның артуы:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2} \ ,$$

2) Уақыттың баяулауы:

$$t = t_0 / \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2} \ ,$$

3) Жылдамдықтарды қосу ережесі:

$$\upsilon = \upsilon_1 + \upsilon_2 / \sqrt{1 - \upsilon_1 \upsilon_2 / c^2} \ .$$

•Дененің толық энергиясы:

$$E = mc^2 \ .$$

•Лоренц түрлендірулері мына түрде анықталған:

$$x' = \frac{x - \upsilon t}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}} \ , \quad y' = y \ , \quad z' = z \ , \quad t' = \frac{t - \frac{\upsilon}{c^2} x}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}} \ .$$

•Релятивистік динамика элементтері:
Импульс және масса:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v_2 / c^2}} \ , \quad \vec{p} = \frac{m_0 \vec{\upsilon}}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}} \ .$$

Кинетикалық энергия және энергиямен импульстың байланысы:

$$E_k = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}} - 1 \right),$$

$$E^2 = m_0^2c^4 + p^2c^2, \quad pc = \sqrt{T(T + 2m_0c^2)}.$$

2.5 Есеп шығару мысалдары

1 Есеп: Материялық нүктенің ось бойымен қозғалысының теңдеуі x=A+Bt+Ct^3, мұндағы A = I м, B = 2 м/с, C = - 0,5 м/с^3. t = 1 с. уақыттағы нүктенің X координатасын, υ_x жылдамдығын және a_x үдеуін табыңыз.

Берілгені:	**Шешуі:**
A= 1м; B= 2м/с; C= -0,5 м/ с^3; t=1с. x= ?; υ_x = ?; a_x = ?	Қозғалыс теңдеуіне A, B, C, t мәндерін қойып X координатаның мәнін табамыз:

$$x = (1+2.1-0,5\cdot 1^3)\ м = 2,5\ м.$$

Координатаның уақыт бойынша өзгерісі x осіне қатысты дененің жылдамдығын анықтайды:

$$\vartheta_x = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2.$$

Координатаның уақыт бойынша 2-реттік туындысы немесе жылдамдықтың уақыт бойынша өзгерісі дененің үдеуін анықтайды:

$$a_x = \frac{d\upsilon_x}{dt} = 6Ct$$

t= 1 с уақыт ішінде жылдамдық пен үдеудің сәйкесінше мәндерін есептейміз:

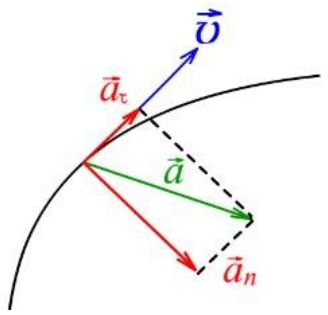
$$\upsilon_x = (2 - 3\cdot 0,5\cdot 1^2) = 0,5 м/с$$

$$a_x = 6(-0,5)\cdot 1 м/с^2 = -3 м/с^2.$$

Жауабы: x=2,5 м, $\upsilon_x = 0,5 м/с$, $a_x = -3 м/с^2$.

2 **Есеп:** Радиусы r=0,5 м дөңгелек шеңберімен $\varphi = At^2 + Bt^3$ теңдеуімен айналатын нүктенің t=3 с уақыттағы $\vec{a}$ үдеуін анықтаңыз, мұндағы A = 0,1 рад/с^2, B = 0,01 рад/с^3.

Берілгені:	**Шешуі:**
r = 0,5 м; t = 3 с; A= 0,1 рад/с^2; B = 0,01 рад/с^3 $\vec{a}$ = ?	Суреттен көрініп тұрғандай, қисық сызық бойымен қозғалатын нүктенің толық $\vec{a}$, үдеуі траекторияға жанама



бойымен бағытталған тангенциал $\vec{a}_\tau$ үдеу векторы мен траектория қисықтығының центріне бағытталған нормаль $\vec{a}_n$ үдеу векторының геометриялық суммасымен анықталады:

$$\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_n$$

1 сурет

$\vec{a}_n$ және $\vec{a}_c$ өзара перпендикуляр болғандықтан үдеудің модулі былай анықталады:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Айналушы нүктенің тангенциал және нормаль үдеулердің модульдері мына формулалармен жазылады:

$$a_\tau = \varepsilon r, \qquad a_n = \omega^2 r \ ,$$

мұндағы ω - нүктенің бұрыштық жылдамдығының модулі, ε- нүктенің бұрыштық үдеуінің модулі.

a_τ және a_n формулаларын (1)-формулаға қойып:

$$a = \sqrt{\varepsilon^2 r^2 + \omega^4 r^2} = r\sqrt{\varepsilon^2 + \omega}^{\,4} \quad .$$

түрде жазамыз.

Айналу бұрышынан бірінші ретті туынды алып, бұрыштық ω жылдамдықты табамыз: $\omega = \dfrac{d\varphi}{dt} = 2At + 3Bt^2$.

Бұрыштық үдеу: $\varepsilon = \dfrac{d\omega}{dt} = 2A + 6Bt$.

Нормаль үдеу: $a_n = \omega^2 r = (2At + 3Bt^2)^2 r$.

Тангенциал үдеу: $a_\tau = \varepsilon r = (2A + 6Bt)r$.

Толық үдеу: $a = \sqrt{(2At + 3Bt^2)^4 r^2 + (2A + 6Bt)^2 r^2}$;

$a = \sqrt{(2 \cdot 0{,}1 \cdot 3 + 0{,}01 \cdot 9)^4 + (2 \cdot 0{,}1 + 6 \cdot 0{,}01 \cdot 3)^2} = 0{,}42 м/с^2$. **Жауабы:** $a = 0{,}42 м/с^2$

2.6 Өзіндік жұмыстарға арналған есептер

1. Ұзындықтары 800м және 200м екі поезд бір-біріне қарама - қарсы бағытта 72 км/сағ және 108 км/сағ жылдамдықпен өзара параллель темір жолдар арқылы қозғалып келеді. Бірінші поездың екіншісінің жанынан өту уақыты [20 с]

2. Вагон 0,5 м/с^2 теріс үдеумен бірқалыпты кемімелі қозғалады. Вагонның бастапқы жылдамдығы 54 км/сағ. Вагон қозғалыс басталған нүктеден қанша уақыттан кейін және қандай қашықтықта тоқтайды? [30 сек, 225 м]

3. Материалдық нүкте радиусы R=1м шеңбер бойымен бірқалыпты үдемелі қозғала отырып, t_1= 10с-та S=50м жол жүрді. Қозғалыс басталғаннан кейін 5с өткен кездегі центрге тартқыш а үдеуін анықта. [25 м/с^2]

4. ϑ_x жылдамдықпен тасты горизанталь бағытта лақтырған кезде 0,5 секунд уақыт өткеннен кейін оның жылдадығы ϑ жылдамдығы ϑ_x лақтыру жылдамдығынан 1,5 есе үлкен болған. Тас қандай жылдамдықпен лақтырылған? [4,4 м/с]

5. Жоғары қарай 10 м биіктікке лақтырылған тас қанша уақыттан кейін Жерге түседі? Ол тастың бастапқы жылдамдығын 2 есе арттырғанда, ол қандай биіктікке көтерілер еді? [2,9 с, 40 м]

6. Автомобиль жолының бірінші жартысын 90 км/сағ, ал екінші жартысын 54 км/сағ жылдамдықпен жүреді. Оның орташа жылдамдығын табыңыз. [18,75 м/с]

7. Вагон 0,5 м/с^2 теріс үдеумен бірқалыпты кемімелі қозғалады. Вагонның бастапқы жылдамдығы 54 км/сағ. Вагон қозғалыс басталған нүктеден қанша уақыттан кейін және қандай қашықтықта тоқтайды? [30 с; 225 м]

8. Дене υ_0 бастапқы жылдамдықпен бірқалыпты үдемелі қозғалады. Егер дене $t = 2$с уақытта $S = 16$ м жол жүріп, жылдамдығы $\upsilon = 3\upsilon_0$ – ға тең болса, оның үдеуі неге тең? [$a = 4м/с^2$.]

9. Радиусы $r = 3м$ шеңбер бойымен дененің жүрген жолы келесі заңдылықпен берілген: $S = At^2 + Bt$, мұндағы $A = 0{,}4м/с^2$, $B = 0{,}1м/с$. Қозғалыс басталғаннан кейінгі уақыттың $t = 1с$ мезетіндегі нормаль, тангенциаль және толық үдеулерді анықтаңыздар. [$a_n = 0{,}27м/с^2$; $a_\tau = 0{,}8м/с^2$; $a_T = 0{,}84м/с^2$.]

10. Айналу жиілігі $\nu = 50с^{-1}$ болатын электрдвигатель якорін токтан ажыратқаннан кейін $N = 628$ айналым жасап барып тоқтайды. Якорьдің бұрыштық үдеуін анықтаңыздар. [$\varepsilon = 12{,}5рад/с^2$.]

11. Массасы 200г, тік жоғары қарай 10м/с жылдамдықпен лақтырылған дененің, максимал көтерілу биіктігінің 3/4 бөлігіндегі потенциалдық энергиясын табыңыз g=10м/с^2. [E_p =7,5 Дж]

12. Бастапқы жылдамдығы нольге тең дене h =19,6 м биіктіктен вертикаль төмен түседі. Дене: 1) өзінің жолының бірінші 1 метрін және 2)

өзінің жолының ақырғы 1 метрін қанша уақытта жүріп өтеді? Ауаның кедергісі есепке алынбайды. [t_1 =0.45 с. t_2= 0,05 с.]

13. Материалдық нүкте шеңбер бойымен t уақыт мезетінде тангенстік үдеуі 0,5 м/с^2 болатындай, ал толық үдеуі жылдамдық векторымен 60^0 бұрыш жасай қозғалады. Нүктенің толық үдеуінің мәнін анықтаңыз. [a=1 м/сек^2.]

14. Мұздың бетімен $\upsilon = 3м/с$ жылдамдықпен сырғып жіберілген тас $S = 20{,}4м$ жолды жүріп өткеннен кейін тоқтап қалған. Тас пен мұз арасындағы үйкеліс коэффициенті қандай? [μ= 0,02]

15. Тас қандай да бір h биіктіктен Жерге $t = 1{,}43$ с уақытта құлап түседі. Тастың массасы 2 кг. Тастың Жерге дейінгі аралықтағы жолының ортаңғы нүктесіндегі $E_к$ және $E_п$ табу керек. [$E_П = E_k = 98{,}1Дж.$]

16. Массасы m=5кг дискінің жиегіне F=19.6 Н жанама күш әсер етеді де, ол дискі айнала бастайды. t=5 с уақыттан дискінің кинетикалық энергиясы қандай болады? [1,92 кДж]

17. Ит жеккен шанаға қар үстінде жұмсалатын күш 0,5кН. Үйкеліс коэффиценті 0,1 болса, жегілген иттердің бірқалыпты қозғалып, сүйрей алатын, жүк тиелген шанасының массасы ($g = 10\frac{м}{с^2}$) [m =500 кг]

18. 0,5 рад/с^2 бұрыштық үдеумен айналып тұрған дөңгелектің $t_{1=}$ 15 с уақыт мезетіндегі импульс моменті L=73.5 кгм^2/с болса, онда оның t_2=20 с уақыттағы $E_к$ энергиясы қандай болады? [490 Дж]

19. V=9 км/сағ жылдамдықпен келе жатқан велосипед жүргізушінің кинетикалық энергиясы қандай болады? Велосипед жүргузушісінің велосипедпен қосқандағы массасы m=78 кг, осы массаның $m_{0=}$3 кг үлесі дөңгелектің массасы болып табылады. [248 Дж]

20. Жіпке массасы $m = 500г$ жүк ілінген. Жіпке ілінген жүкті: 1) 2м/с^2 үдеумен жоғары көтерген кездегі; 2) 2м/с^2 үдеумен төмен түсірген кездегі жіптің керілу күшін анықтаңыздар. [$T = 5{,}9H$; 2) $T = 3{,}9H$.]

21. Көлбеу жазықтықтың төбесіне салмақсыз блок орналасқан. Жазықтықтың көлбеулік бұрышы $\alpha = 30^0$. Массалары $m_1 = m_2 = 1кг$ болып келетін екі жүк бір-біріне жіппен байланған және блок арқылы асырылып тасталған. Жүктер қандай a үдеумен қозғалады және жіптің керілу күші қандай? Жіптің блоктағы үйкелісі және екінші жүктің көлбеу жазықтықпен үйкелісі ескерілмейді. [$a = 2{,}45м/с^2$, $T_1 = T_2 = 7{,}35H$.]

22. Столдың шетінде салмақсыз блок бекітілген. Массалары $m_1 = m_2 = 1кг$ жүктер бір-бірімен жіп арқылы блокқа ілінген. Екінші жүктің столмен үйкеліс коэффициенті $\mu = 0{,}1$. Блоктағы үйкелісті ескермей, жүктердің a үдеуі мен жіптің T керілу күшін табу қажет. [$a = 4{,}4м/с^2$, $T_1 = T_2 = 5{,}4H$]

23. Радиусы $R = 10см$ және массасы $m = 5кг$ шар симметрия осі айналасында келесі заңдылықпен айналады: $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$, мұндағы $B = 2рад/с^2$, $C = -0{,}5рад/с^3$. $t = 3с$ уақыт мезетіндегі M күш моментін анықтаңыздар. [$M = -0{,}1H \cdot м.$]

24. Ұзындығы $l = 50см$, массасы $m = 360г$ жіңішке біртекті стерженьге перпендикуляр және оның 1) ұшы арқылы (J); 2) стерженьнің ұшынан $\frac{l}{6}$ арақашықтығындағы нүкте арқылы өтетін осьтерге қатысты $(J_{\frac{l}{6}})$ инерция моменттерін анықтаңыздар. [1) $J = 3 \cdot 10^{-2} кг \cdot м^2$; 2) $J_{\frac{l}{6}} = 1{,}75 \cdot 10^{-2} кг \cdot м^2$.]

25. Бірдей материалдан жасалған, массалары бірдей шар мен тұтас цилиндр бірдей жылдамдықпен горизонталь жазықтық бойымен сырғанаусыз домалап келеді. Шардың кинетикалық энергиясы тұтас цилиндрдің кинетикалық энергиясынан қанша есе аз екенін анықтаңыздар. [$\frac{E_2}{E_1} = 1{,}07$.]

26. Радиусы $R = 0{,}5$ м біртекті тұтас диск шетіне $F = 100H$ тұрақты жанама күш әсер етеді. Айналу барысында дискке $M_{уйк} = 2H \cdot м$ күш әсер етеді. Айналудың бұрыштық үдеуі $\varepsilon = 16 рад/с^2$. Дисктің массасын анықтау керек. [24 кг].

27. Жылдамдығы 8 м/с, массасы 3 г бөлшек, қозғалмай тұрған массасы 2 г бөлшекке келіп соғылған. Серпімсіз соқтығыстан соң, олар 6 м/с жылдамдықпен бірге қозғалған. Соқтығысу кезіндегі деформациялануға кеткен энергияны табыңыз [6мДж]

28. Массасы 150 г доп беті тегіс қабырғаға 30^0 бұрыш жасай соғылады да, жылдамдығын жоғалтпастан кері қарай ұшады. Доптың жылдамдығы 10 м/с, ал соқтығысу мерзімі 0,1с. Қабырға тарапынан допқа әсер етуші күштің орташа мәнін анықтаңыз [5Н]

29. Жылдамдығы 8 м/с, массасы 3 г бөлшек, қозғалмай тұрған массасы 2 г бөлшекке келіп соғылған. Серпімсіз соқтығыстан соң, олар 6 м/с жылдамдықпен бірге қозғалған. Соқтығысу кезіндегі деформациялануға кеткен энергияны табыңыз. [6 мДж]

30. Массасы 3 кг дене 4 м/с жылдамдықпен қозғалады да, массасы осындай тыныштықтағы денемен соқтығысады. Соққыны центрлік және серпімсіз деп алып, соқтығысқан уақыттағы бөлініп шығатын жылу мөлшерін табу керек. [Q = 12 Дж]

31. Массасы 7 кг дене 3 м/с жылдамдықпен массасы 3 кг қарсы келе жатқан денемен серпімсіз соқтығысады. Соққыдан кейінгі денелердің жылдамдығы 1,5 м/с болса, қарсы қозғалған дене қандай жылдамдықпен қозғалған? (OX осі оңға бағытталған). [v_2 = 2м/с]

32. Массасы 1 кг, жылдамдығы 1 м/с дене жазық бетте массасы 0,5 кг, жылдамдығы 0,5 м/с бір бағыттағы денені қуып жетіп серпімсіз соқтығысады. Соқтығыстан кейінгі дененің жылдамдығын анықтаңыз. [0,83 м/с]

33. Массасы 4 г дене, массасы 1,5 г қозғалмай тұрған денемен соқтығысады. Серпімді соқтығысудан кейін олар сол бағытта 3 м/с және 4 м/с жылдамдықтармен қозғалған. Соқтығысуға дейін бірінші дененің жылдамдығын табыңыз. [4,5 м/с]

34. Массасы m_1 дене тыныштықта тұрған массасы m_2 денемен центрлік соқтығысады, нәтижесінде бірінші дененің жылдамдығы екі есе кемиді. Анықтаңыздар: 1) бірінші дененің массасы екінші дененің массасынан қанша есе артық екенін $\frac{m_1}{m_2}$ – ? 2) Егер бірінші дененің соқтығысқа дейінгі кинетикалық энергиясы 800 Дж болса, екінші дененің соқтығыстан кейінгі кинетикалық энергиясы неге тең? [$\frac{m_1}{m_2} = 3$; $E'_k = 600$ Дж]

35. Массасы $m_1 = 3$ кг дене $\upsilon_1 = 2$ м/с жылдамдықпен келіп, тыныштықта тұрған массасы осындай денеге соғылады. Соқтығыс центрлік және серпімсіз деп санап, соқытығыс барысында бөлінген жылу мөлшерін анықтаңыздар. [$Q = 3$ Дж].

3. II бөлім. Статистикалық физика және термодинамика

3.1 Идеал газдардың молекула-кинетикалық теориясы

- Идеал газдың күй теңдеуі Менделеев – Клапейрон теңдеуі:

$$pV = \frac{m}{M}RT, \quad p = nkT.$$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\,моль^{-1}$ – мөлшері 1 моль заттағы молекулалар санына тең Авогадро саны, $k = \frac{R}{N_A} = \frac{8,31\,Дж\,моль}{моль\,K\,6,02 \cdot 10^{23}} = 1,38 \cdot 10^{-23}\,\frac{Дж}{K}$ – Больцман тұрақтысы, $\frac{N_A}{V_M} = n$ – молекулалар концентрациясы (бірлік көлемдегі газ бөлшектерінің саны).

- Идеал газдардың молекула-кинетикалық теориясы:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n < \upsilon^2 >.$$

мұндағы m_0 –молекула массы, n –молекулалар концентрациясы; $< \upsilon^2 >$ – газ молекулаларының ілгерілемелі қозғалысының орташа квадраттық жылдамдығы (көп жағдайда $\upsilon_{кв}$ түрінде белгіленеді).

- Газ молекулаларының ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 < \upsilon^2 >}{2} = \frac{2}{3} n < E_{к0} >.$$

$$\upsilon_{кв} = \sqrt{< \upsilon^2 >} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}.$$

$$< E_{к0} >= \frac{m_0 < \upsilon^2 >}{2} = \frac{3}{2}kT .$$

Энергияның еркіндік дәрежелер бойынша бірқалыпты таралу заңы (3.1 кесте).

3.1 кесте

Еркіндік дәре-жесінің саны	**Біратомды газ**	**Екіатомды газ**	**Көпатомды газ**
Ілгерілемелі	3	3	3
Айналмалы	0	2	3
Барлығы	3	5	6

- Орташа кинетикалық энергиясы мына шамаға тең болады:

$$< \varepsilon >= \frac{< E_{ко} >}{3} = \frac{3kT}{2 \cdot 3} = \frac{1}{2}kT , \qquad < E_{k0} >= \frac{i}{2}kT .$$

- Ішкі энергия:

$$U_M =< E_{k0} > N_A = \frac{i}{2}kTN_A = \frac{i}{2}RT \text{ және } \quad U = \frac{m}{M}\frac{i}{2}RT$$

- Сыртқы күш өрісіндегі бөлшектер үшін Больцман таралуы:

$$p = p_0 \exp(-\frac{Mgh}{RT}) ,$$

мұндағы: p мен p_0 – газдың h және $h = 0$ биіктіктердегі қысымы, M – газдың мольдік массасы. Осы өрнек пен күй теңдеуі $p = nkT$ бойынша *Больцман таралуы* деп аталатын концентрацияның сыртқы потенциалдық өрісте биіктікке байланысты өзгеру заңын алуға болады:

$$n = n_0 \exp(-\frac{Mgh}{RT}) \text{ немесе } n = n_0 \exp(-\frac{m_0 gh}{kT}) = n_0 \exp(-\frac{E_п}{kT}) ,$$

мұндағы n мен n_0 – газдың h және $h = 0$ биіктіктердегі концентрациясы, m_0 – молекула массасы, E_n - бөлшектің потенциалдық энергиясы.

Барометрлік өрнек бойынша қысым арқылы биіктікті анықтауға болады:

$$h = \frac{RT}{Mg} \ln \frac{p_0}{p}.$$

3.2 кесте жылдамдықтардың теңдеулері берілген

3.2 кесте

Ең ықтимал жылдамдық $\upsilon_{ык}$	$\upsilon_в = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$
Орташа арифметикалық жылдамдық $<\upsilon>$	$<\upsilon> = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = 1{,}13\upsilon_в$
Орташа квадраттық жылдамдық $\upsilon_{кв} = \sqrt{<\upsilon^2>}$	$\upsilon_{кв} = \sqrt{<\upsilon^2>} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = 1{,}22\upsilon_в$

3.2 Термодинамикалық тепе-теңдіксіз жүйелердегі тасымалдау құбылыстары

3.3 кесте

Тасымалдау құбылыстары	Тасымалданушы шамалар	Тасымалдау теңдеуі	Тасымалдау коэффициенті
Диффузия	Масса	Фик заңы $dm = -D\frac{d\rho}{dx} dS_\perp dt$ $j_m = -D\, grad\, \rho$	$D = \frac{1}{3} <\upsilon><\ell>$
Ішкі кедергі (тұтқырлық)	Импульс	Ньютон заңы $dF = -\eta \left\| \frac{d\upsilon}{dx} \right\| \cdot dS$ $dp = -\eta \frac{d\upsilon}{dx} \cdot dS \cdot dt$	$\eta = \frac{1}{3}\rho <\ell><\upsilon>$
Жылу өткізгіштік	Жылу мөлшері (ішкі энергия)	Фурье заңы $\delta Q = -K\frac{dT}{dx} dS_\perp dt$ $q = -K\, grad\, T$	$K = \frac{1}{3}\langle\upsilon\rangle \cdot \langle\ell\rangle \cdot \rho \cdot c_V$

3.3 Термодинамиканың негіздері

- Термодинамиканың бірінші заңы:

$$\delta Q = dU + \delta A.$$

Егер жүйеге жылу берілсе $\delta Q > 0$, алынса $\delta Q < 0$.

- Термодинамикалық процестер мен жұмыс:

$$\delta A = p \cdot dV .$$

Газдың қысымы әрқашан оң ($p > 0$). Сондықтан, ұлғаю кезінде ($dV > 0$) газ оң жұмыс жасайды ($\delta A > 0$), ал сығылу кезінде ($dV > 0$) газ теріс жұмыс жасайды ($\delta A < 0$).

- Заттың жылусыйымдылығы:

$$C^* = \frac{\delta Q}{dT}. \quad c = \frac{C^*}{m} = \frac{1}{m}\frac{\delta Q}{dT} \quad \text{және} \quad C = \frac{C^*}{\nu} = \frac{M}{m}\frac{\delta Q}{dT} = M\,c,$$

мұндағы: $\nu = \frac{m}{M}$ – зат мөлшері; M – затың мольдік массасы.

$$\delta Q = m\,c\,dT = \frac{m}{M} C dT.$$

- Майер теңдеуі:

$$C_P - C_V = R.$$

- Пуассон теңдеуі:

$$pV^{\gamma} = const,$$

$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{i+2}{i}$ – адиабата көрсеткіші немесе Пуассон коэффициенті.

- Карно теоремасы:

Жылулық қозғалтқыш циклінің үнемділігі жылулық пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК немесе η) арқылы сипатталады. Пайдалы әсер коэффициенті – бір циклде жасалған *A* жұмыс пен қыздырғыштан жұмыс денесіне берілген Q_1 жылу мөлшерінің қатынасына тең физикалық шама. Карно циклі бойынша жұмыс істейтін қозғалтқыш үшін ПӘК:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}, \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Соңғы екі формуладан келесі қатынасты табамыз:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

3.4 Есеп шығару мысалдары

1 Есеп. Қысымы 700 мм рт. бағанасында және 7^0С температурасында газдарды идеал деп санай отырып, 4 г сутегі және 32 г оттегінің қоспасының тығыздығын анықтау.

Берілгені:	**Шешімі:**
m_1= 4г = 0,004кг	Газ қоспасының салмағы
m_2 =32 г =0,032 кг	$m=m_1+m_2$
P = 700 мм рт.ст.=0,933 · 10^5 Па	Қоспаның тығыздығы
T=273+7=280 К	$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V}$,
ρ=?	

мұндағы V- мынадай формула бойынша анықталатын қоспаның көлемі. Әрбір газдың парциалды қысымы:

$$p_1 = \frac{m_1}{M_1}\frac{RT}{V}, \quad p_2 = \frac{m_2}{M_2}\frac{RT}{V}.$$

Онда:

$$P = P_1 + P_2 = \left(\frac{m_1}{M_2} + \frac{m_2}{M_2}\right)\frac{RT}{V}.$$

(4)-тен V көлемін анықтап және (2)-ге қоя отырып, аламыз:

$$p = \frac{m_1 + m_2}{\left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)\frac{RT}{P}}.$$

Кестеден табамыз $M_1 = 2\cdot10^{-3}$ кг/моль;$M_2=32\cdot10^{-3}$ кг/моль.

Есептеу:

$$\rho = \frac{0,04 + 0,032}{\left(\frac{0,04}{2\cdot10^{-3}} + \frac{0,032}{32\cdot10^{-3}}\right)\frac{8,31\cdot300}{0,933}} = 0,5 кг/м^3.$$

Жауабы: $\rho = 0,5 кг/м^3$

2 Есеп. P1=0,8 МПа және P2=0,6 МПа қысымдарында ауамен толтырылған екі ыдыстың көлемі V1=3 л және V2=5 л болады. Ыдыстар ыдыстардың көлемімен салыстырғанда елемеуге болатын түтікпен жалғанады. p Анықталған қысымды табу. Температура тұрақты деп есептеледі.

Берілгені:	**Шешуі:**
p_1=0,8 МПа=$8\cdot10^5$ Па	Ыдыстар қосылғаннан кейін олардың әрқай-

p_2=0,6 МПа=$6\cdot10^5$Па
V_1=3 л=$3\cdot10^{-3}$ м^3
V_2=5 л =$5\cdot10^{-3}$ м^3

p - ?

сысында болған ауа екі ыдыстың V_1+V_2 көлемі бойынша бөлінеді
Бойль-Мариотта Заңына сәйкес бірінші ыдыста болған ауа үшін

$$p_1V_1= p_1'(V_1+V_2);$$

екінші ыдыста болған ауа үшін:

$$p_2V_2= p_2'(V_1+V_2),$$

мұндағы p_1' және p_2'- парциальды қысымдар. Екі теңдікті қосып, мынадай формула аламыз:

$$p_1V_1 + p_2V_2 = (p_1' + p_2')(V_1 + V_2).$$

Дальтон Заңы бойынша белгіленген қысым:

$$p = p_1' + p_2'.$$

Бұдан $p = (p_1V_1+p_2V_2)/(V_1+V_2)=675$ *кПа.*

Жауабы: *p = 675 кПа.*

3.5 Өзіндік жұмысқа арналған есептер

1. Молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 300м/с болатын ыдыста массасы 5г, ал көлемі 1л болатын идеал газ берілген. Газ молекулалардың ыдыс қабырғасына түсіретін қысымы қандай? [150 кПа]
2. 10 г көмір қышқылын (CO_2) тұрақты қысымда 20 °С - тан 30 °С - қа дейін қыздырған. Газдың ұлғаю жұмысын анықтаңыз (жауабы 18,9 Дж)
3. Идеал жылу машинасында қыздырғыштың абсолют температурасы салқындатқыш температурасынан 3 есе көп болса, онда оның ПӘК-і [67%]
4. Газ 12,32 л көлемді алып тұрды. Оны тұрақты қысымда 45 К-ге салқындатқанда көлемі 10,52 л болды. Газдың бастапқы температурасы. [308 К]
5. Кислородтық жастықты қолдану кезінде газ массасының 20 % қолданылады. Осыған қатысты жастықтың бастапқы мәніне қарағанда қысымы неше есе кемиді? [1,25 есе кемиді]
6. $40кПа$ қысымда тығыздығы $0{,}35кг/м^3$ болатын газдың молекулаларының ең ықтимал жылдамдығын анықтаңыздар. [$\upsilon = 478м/с.$]

7. Массасы $m = 1кг$ оттегі $T = 320K$ температурада орналасқан. Анықтаңыздар: 1) оттегі молекулаларының ішкі энергиясын; 2) оттегі молекулаларының айналмалы қозғалысының орташа кинетикалық энергиясын. Газды идеал деп санаңыздар. [1)$U = 208кДж$; 2) $\langle E_{айн} \rangle = 83{,}1кДж.$]

8. $T = 290K$ температурада және $P = 0{,}1МПа$ қысымда орналасқан массалары $m_1 = 8$ г сутегі мен $m_2 = 64$ г оттегі газдары қоспасының тығыздығын анықтаңыздар. Газды идеал деп қарастыру керек. [$\rho = 0{,}498кг/м^3.$]

9. Қандай температурада оттегі молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы олардың ең ықтимал жылдамдығынан 100 м/с-қа артық. [$T = 381K.$]

10. Массасы $m = 10$ г оттегі $T = 320K$ температурада орналасқан. Анықтау керек: 1) оттегі молекулаларының ішкі энергиясын; 2) оттегі молекулаларының айналмалы қозғалысының орташа кинетикалық энергиясын. Газды идеал деп қарастыру керек. [$U = 208кДж$; $\langle E_{айн} \rangle = 83{,}1кДж.$]

11. Көлемі $V = 20л$ оттегіні изохоралық қыздыру барысында оның қысымы $\Delta p = 100кПа$ -ға өзгерген, газға берілген жылу мөлшерін анықтаңыздар. [$Q = 5кДж.$]

12. Оттегі үшін $\frac{c_p}{c_v}$ меншікті жылу сыйымдылықтарының қатынасын анықтаңыз. [$\frac{c_p}{c_v} = 1{,}4$].

13. Қандай да бір екі атомды газдың меншікті жылу сыйымдылығы: $c_p = 14{,}7кДж/(кг \cdot K)$. Осы газдың мольдік массасын анықтаңыз. [$M = 0{,}002кг/моль.$]

14. Идеал жылу машинасы бір цикл барысында температурасы 500 К қыздырғыштан 3360 Дж жылу алады. Бір циклде температурасы 400 К суытқышқа берген жылу мөлшерін табыңыз. [2688 Дж]

15. Температурасы 10^0С және қысымы 97,3 кРа сутегінің тығыздығын табу керек.[ρ=0081кг/м^3]

16. Бастапқы температурасы 280 К идеал газды изобаралық түрде қыздырғанда оның тығыздығы екі есе азайса, газдың температурасы қаншаға өзгерген? [280 К]

17. Массасы m=1 г гелий тұрақты қысымда ΔT=100 К-ге қыздырылған. Газға берілген Q жылу мөлшерін анықта. [520 Дж]

18. Жылу машинасы бір циклде қыздырғыштан 100 Дж жылу мөлшерін алады да суытқышқа 60 Дж береді. Машинаның ПӘК-і неге тең? [40%]

19. Сыйымдылығы 40 л баллонда массасы 2 г көмірқышқыл газ бар. Баллон 3 кПа қысымға ғана шыдай алады. Қандай температурада жарылыс болады? [45°С]

20. Изохоралық процесс кезінде азотқа 70 Дж жылу берілді. Азоттың ішкі энергиясын арттыруға қанша жылу кетті? [70 Дж]

21. Қалыпты жағдайда (P_0= 0,101 Мпа, T_0= 273К) Жер бетіне жақын орналасқан ауаның тығыздығы ρ-ны табыңыз. Ауаның молярлық массасы М = 29 г/ моль. [ρ=1,3 кг/м^3]

22. 27 ^{0}С температура мен 760 мм сын. бағ. қысымында 25 л көлемге ие болатын күкіртті газдың (SO_2) массасын табыңыз.(R= 8.31). [m = 650 г]

23. Т=300 К және р=5 МПа болған жағдайда Көлемі 30 л баллонда газдың молекула саны қанша болады? [3,62·10^{25}]

24. Молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 300м/с болатын ыдыста массасы 5г, ал көлемі 1л болатын идеал газ берілген. Газ молекулалардың ыдыс қабырғасына түсіретін қысымы қандай? [Р=150кПа]

25. 0,2 МПа қысымда 820 см^3 көлемге ие болатын массасы 2 г азоттың температурасы қандай? (R= 8.31, μ=0.028 кг/моль) [Т = 280 К]

26. Температурасы 309 К, ал қысымы 0,7 МПа газдың тығыздығы $\rho = 12 кг/м^3$-ге тең. Газдың салыстырмалы молекулалық массасы қандай? (R= 8.31). [μ=0.044 кг/моль]

27. Массасы m=400 г көмірқышқыл газы CO_2 тұрақты қышқыл газдың салыстырмалы молекулалық массасы қандай? (R= 8.31)8.31, .4 А болса, элементмөлшері Q мен атқарған жұмысын А табыңыз. [11.3 кДж, 5,8 кДж, 17 кДж.]

28. Қысымы 415 к Па, температурасы 47 ^{0}С оттегінің тығыздығын анықтаңыз. (M_{O_2} = 32·10^{-3} $\frac{кг}{моль}$, R=8,3$\frac{Дж}{моль \cdot К}$). [ρ=5 кг/м^3]

29. Идеал жылу машинасы бір цикл барысында температурасы 500 К қыздырғыштан 3360 Дж жылу алады. Бір цикл температурасы 400 К суытқышқа берген жылу мөлшерін табыңыз. [2688 Дж]

30. Идеал жылу машинасы бір цикл барысында температурасы 500 К қыздырғыштан 3360 Дж жылу алады. Бір цикл температурасы 400 К суытқышқа берген жылу мөлшерін табыңыз. [2688 Дж]

4. III бөлім Электр және магнетизм

4.1 Электрстатика

- Кулон заңы:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2},$$

k-өлшем жүйесіне байланысты болатын пропорционалдық коэффициент. Зарядтар арсындағы бұл күш осы зарядтар орналасқан түзу сызықтың бойымен бағытталған, яғни орталық күш болып табылады. Аттас

зарядтар үшін ($q_1 > 0$ және $q_2 > 0$ немесе $q_1 < 0$ және $q_2 < 0$) $F > 0$, ал зарядтар әр аттас болса, $F < 0$ бола. Векторлық түрде Кулон заңы былай жазылады:

$$\vec{F}_{21} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\frac{\vec{r}_{21}}{r},$$

Егер де әсерлесуші зарядтар вакуумда емес, қандай да бір ортада орналасқан болса, онда Кулон заңы былай жазылады:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2},$$

мұндағы ε-өлшем бірлігі жоқ, ортаның электрлік қасиетін көрсетуші *диэлектрлік өтімділік* деп аталатын физикалық шама. Вакуум үшін $\varepsilon = 1$ болады. Бірліктердің халықаралық жүйесінде (БХЖ):

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9\,\frac{м}{Ф},$$

Бұл формуладағы $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot 10^{-12}\,Кл^2/(Н\cdot м^2)$ немесе Ф/м – электр тұрақтысы деп аталады.

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

мұндағы $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9\,\frac{м}{Ф}$ екендігін айта кеткен жөн. Фарад (Ф) – электр сыйымдылығының өлшем бірлігі.

- Электрстатикалық өріс кернеулігі:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Егер өріс көзінің заряды q болса, онда Кулон заңына сүйене отырып, өрнегін былай жазуға болады:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}.$$

немесе скаляр түрінде өріс кернеулігі:

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}.$$

Ал егер өріс туғызушы заряд бірнеше нүктелік зарядтардың жүйесі болса, қорытқы өріс кернеулігі әрбір нүктелік заряд кернеулігінің векторлық қосындысына тең болады:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i},$$

- Гаусс теоремасы

Кез келген S ауданнан өтетін $\vec{E}$ векторының ағыны $\hat{O}_E$:

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}.$$

$$d\Phi_E = \vec{E} \cdot d\vec{S} \cdot \cos\alpha.$$

$$\int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} q.$$

$$\oint \vec{E}\, d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{n} q_i.$$

- Электрстатикалық өрісте заряд орын ауыстырғанда орындалатын жұмыс:

$$A_{12} = \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{qq_0}{r_1} - \frac{qq_0}{r_2} \right),$$

- өрісіндегі потенциалдық энергиясы:

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{qq_0}{r},$$

- Электрстатикалық өріс потенциалы.

$$\varphi = \frac{W}{q_0}.$$

- нүктелік зарядтың потенциалы

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r},$$

орын ауыстырғанда орындалатын жұмысты:

$$A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2).$$

потенциалдық энергиясы:

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_1 q_2}{r_i} \quad ,$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$$

- Кернеулік векторы $\vec{E}$ мен потенциал φ арасындағы байланыс.

$$E_x = -\frac{\partial\varphi}{dx}.$$

$$\vec{E} = -\left(\frac{d\varphi}{dx}\vec{i} + \frac{d\varphi}{dy}\vec{j} + \frac{d\varphi}{dz}\vec{k}\right) \quad ,$$

Градиент туралы анықтамадан:

$$\vec{E} = -grad\varphi \quad \text{немесе} \quad \vec{E} = -\vec{\nabla}\cdot\varphi,$$

мұндағы $\vec{\nabla} = \frac{d}{dx}\vec{i} + \frac{d}{dy}\vec{j} + \frac{d}{dz}\vec{k}$ - Гамильтон операторы (набла операторы).

4.2 Тұрақты ток

- Ток күші және ток тығыздығы

Ток күші деп бірлік уақытта өткізгіштің көлденең қимасынан өтетін заряд мөлшерімен өлшенетін скаляр шаманы айтады. Егер dt уақытта мөлшері dq заряд тасымалданса, онда ток күші:

$$I = \frac{dq}{dt}.$$

Ток тығыздығы векторы $\vec{j}$. Ток тығыздығы векторы ток бағытымен бағытталған және оның сан мәні ток бағытына перпендикуляр dS ауданы арқылы өтетін dI ток күшінің осы ауданға қатынасына тең болады:

$$j = \frac{dI}{dS},$$

мұндағы dS - dI тогы өтетін аудан.

Егер ток кез келген аудан арқылы өтетін болса, онда:

$$I = \int_S \vec{j} d\vec{S},$$

мұндағы $d\vec{S} = \vec{n}\,dS$, $\vec{n}$-бетке нормаль бірлік вектор. БХЖ-де ток тығыздығының өлшем бірлігі: $[j] = \frac{А}{м^2}$.

- Тізбек бөлігі үшін Ом заңы:

$$I = \frac{U}{R}.$$

- Толық (тұйық) тізбек үшін Ом заңы:

$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

- Ток тығыздығы үшін Ом заңының өрнегі дифференциал түрде жазылады:

$$j = \frac{1}{\rho} E = \gamma E,$$

мұндағы $\vec{E}$ және $\vec{j}$-векторларының бағыттары бірдей болғандықтан, соңғы өрнекті мына түрде жазуға болады:

$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E} = \gamma \vec{E}.$$

- Ток тығыздығының жылулық қуаты үшін Джоуль-Ленц заңы дифференциал және интеграл түрде:
-

$$\omega = \frac{1}{\rho} E^2 = \gamma E^2. \quad Q = A = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$$

Бұл өрнектердегі γ - *меншікті электр өткізгіштігі*, оған кері шама, яғни $\rho = \frac{1}{\gamma}$ - *өткізгіштің меншікті кедергісі* деп аталады.

4.3 Тармақталған тізбектерге арналған Кирхгоф ережелері

- Кирхгофтың бірінші ережесі:

$$\sum_{i=1}^{n} I_i = 0,$$

мұндағы *n*- түйінде тоғысатын ток саны.

- Кирхгофтың екінші ережесі:

$$\sum_{i=1}^{n_1} I_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i \quad ,$$

мұндағы n - контурдағы тізбек бөліктерінің саны.

4.4 Магнит өрісі

- Био-Савар-Лаплас заңы векторларық және скалярлық түрі:

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I\left[d\vec{\ell} \cdot \vec{r}\right]}{r^3} \quad , \qquad dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell}{r^2} \sin\alpha$$

мұндағы $d\vec{\ell}$ – токтың элементар бөлігімен бірдей болатын және ток жүретін бағыт бойынша алынған вектор, $\vec{r}$ – токтың элементар бөлігінен магнит индукциясы $\vec{B}$ анықталатын нүктеге жүргізілген радиус-вектор, α – $d\vec{\ell}$ мен $\vec{r}$ арасындағы бұрыш.

Мұндағы магнит μ_0 тұрақтысы және μ магнит өтімділігі:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$$

- Тогы бар шексіз ұзын түзу өткізгіштің центрінен өткізгішке перпендикуляр R қашықтықтағы нүктедегі магнит индукциясы:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R} .$$

- Дөңгелек токтың центріндегі магнит өрісінің индукциясы:

$$B = \mu\mu_0 \frac{I}{2R} .$$

- Ампер заңы.

$$d\vec{F} = I\left[d\vec{\ell} \cdot \vec{B}\right], \; dF = I\,B\,dl\,sin\alpha,$$

мұндағы α – $d\vec{\ell}$ және $\vec{B}$ векторлары арасындағы бұрыш.

- Параллель токтардың әсерлесуі:

$$dF = \frac{\mu_0 2 I_1 I_2}{4\pi R} dl \ .$$

- Лоренц күші:

$$\vec{F}_л = q\left[\vec{\upsilon} \cdot \vec{B}\right], \ \ F_л = q\vartheta B \sin\left(\vec{\vartheta} \cdot \vec{B}\right) = q\upsilon B \sin\alpha$$

мұндағы α – $\vec{\upsilon}$ және $\vec{B}$ векторларының арасындағы бұрыш.

- Холл эффектісі:

$$eE = \frac{e \cdot \Delta\varphi}{a} = e\upsilon B \ \text{ немесе } \ \Delta\varphi = \upsilon \ Ba,$$

мұндағы $\Delta\varphi$ – Холл эффектісі нәтижесінде пайда болатын көлденең потенциалдар айырмасы; a – пластинаның қалыңдығы; υ – электрондардың реттелген қозғалысының орташа жылдамдығы. Ток күшін I, өткізгіштің бірлік көлеміндегі зарядтар санын n және олардың қозғалыс жылдамдығы арасындағы қатынасты пайдаланып, өткізгіштегі электрондардың реттелген қозғалысының орташа жылдамдығын табамыз:

$$I = adne\upsilon, \quad \text{бұдан} \ \ \upsilon = \frac{I}{adne} \ ,$$

мұндағы d – пластина ені, n – электрондардың концентрациясы.

$$\Delta\varphi = \frac{IBa}{adne} = \frac{1}{ne}\frac{IB}{d} \ .$$

$\frac{1}{ne} = R$ – затқа тәуелді Холл тұрақтысы.

$$\Delta\varphi = R\frac{IB}{d} \ .$$

- Магнит индукциясы векторының ағыны:

$$d\Phi = \vec{B}d\vec{S} = B_n dS = BS\cos\alpha,$$

мұндағы B_n = Bcosα – $\vec{B}$ векторының dS ауданына түсірілген нормаль бағытына түсірілген проекциясы, α – $\vec{n}$ мен $\vec{B}$ векторларының арасындағы бұрыш, $d\vec{S} = dS \cdot \vec{n}$ – бағыты ауданға түсірілген нормальдің $\vec{n}$ бағытымен

бағыттас бірлік аудан векторы, вектордың модулі dS-ке тең.

- Еркін алынған бет S арқылы өтетін магнит индукциясы векторының ағыны:

$$\Phi = \int_S \vec{B}\, d\vec{S} = \int_S B_n dS .$$

- Өріс біртекті болса ($\vec{B}$=const), ал бет жазық болып және $\vec{B}$ векторына перпендикуляр орналасса, онда B_n=B=const және

$$\Phi = B \cdot S .$$

- Магнит өрісі үшін Гаусс теоремасы*:* кез келген тұйық бет арқылы өтетін магнит индукция векторының ағыны нөлге тең:

$$\oint_S \vec{B}\, d\, S = \oint_S \vec{B}_n dS = 0 .$$

- Магнит өрісінде тогы бар өткізгішті орын ауыстырғанда атқарылатын жұмыс:

$$dA = IdΦ .$$

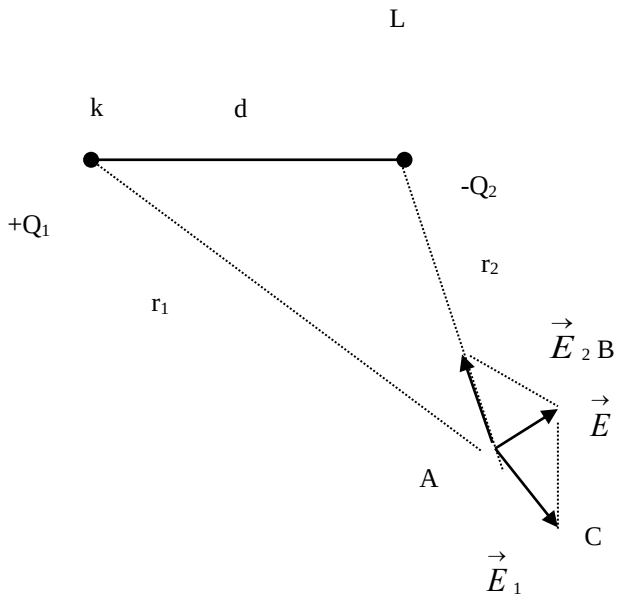
4.5 Есеп шығару мысалдары

1 Есеп. Екі нүктелік заряд $Q_1=2\cdot10^{-7}$ Кл және $Q_2=-4\cdot10^{-7}$ Кл керосинде (ε керосиндікі=2) бір-бірінен d = 10 см қашықтықта орналасқан. r1=20 см бір зарядтан және r2=15 см басқа зарядтан қашықтықтағы А нүктесіндегі электростатикалық өрістің кернеулігі және электростатикалық ығысуы қандай.

Берілгені:
$Q_1=2\cdot 10^{-7}$ Кл; $Q_2 = -4\cdot 10^{-7}$ Кл;
d = 0,1 мr$_1$ = 0,2 м; r_2 = 0,15 м;
$\varepsilon = 2$; $\varepsilon_0 = 8{,}25 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

E_A = ?; D_A = ?

Шешуі: А нүктесіндегі электростатикалық өрістің толық кернеулігі мынаған тең $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$,
мұндағы E_1 және E_2 – кернеуліктер, олар А нүктесіндегі Q_2 және Q_2 нүктелік зарядтарымен құрылады



2 сурет

вектор модулі ΔABC-дан анықталуы мүмкін:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2\cos\alpha$$

Н $\vec{E}$ үктелі заряд өрісінің кернеулігі:

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1}{\varepsilon r_1^2} \qquad \text{и} \qquad E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2}{\varepsilon r_2^2}$$

ΔAKL-дан :

$$\cos\varphi = (r_1^2 + r_2^2 - d^2)/2r_1r_2 .$$

E_1 , E_2 және cosφ үшін арналған өрнекті (1)-теңдеуге қоя отырып, мынаны аламыз:

$$E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\sqrt{\frac{Q_1^2}{r_1^4} + \frac{Q_1^2}{r_1^4} - \frac{Q_1Q_2(r_1^2 + r_2^2 - d^2)}{r_1^3r_2^3}} .$$

А нүктесіндегі электрлік ығысу векторы:

$$\vec{D}_A = \varepsilon\varepsilon_0\,\vec{E}_A$$

Сандық деректерді қою нәтижеге әкеледі.

Жауабы: $\vec{E}_A = 6{,}2\cdot 10^4\,B/m$, $D_A = 1{,}09\cdot 10^{-6}\,Кл$.

2. Есеп Радиусы R=1, біркелкі зарядының сызықтық тығыздығы τ=20 нКл/м болатын ұзын цилиндр айналасында электр өрісі пайда болады. Осы

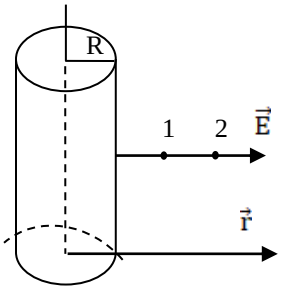
өрістің цилиндрдің бетінің ортаңғы бөлігінен $a_1 = 0{,}5см$ және $a_1 = 2см$ қашықтықта орналасқан екі нүктесінің потенциалдар айырымын анықтаңыз.

Берілгені:
R=1 см

τ=20 нКл/м
$a_1 = 0{,}5см$
$a_1 = 2см$

$(\varphi_1 - \varphi_2) - ?$

Шешуі:
Потенциалдар айырымын анықтау үшін өріс кернеулігі мен потенциалының өзгеруі арасындағы
$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\varphi$
байланысты пайдаланамыз.



Цилиндр айналасындағы өріс үшін бұл қатынастар былай жазылады:

$$E = -\frac{d\varphi}{dr} \quad \text{немесе} \quad d\varphi = -Edr$$

Осы өрнекті интегралдап цилиндр осінен r_1 және r_2 қашықтықтардағы нүктелердің потенциалдар айырымын анықтауға болады:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -\int_{r_1}^{r_2} Edr$$

Цилиндр ұзын болғандықтан, оның орта шетіне жақын нүктедегі өріс кернеулігін анықтау үшін шексіз ұзын цилиндр тудыратын өріс кернеулігінің өрнегін қолдануға болады:

$$E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 к}.$$

Осы өрнекті (1) формулаға қойып, алатынымыз:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0}\int_{к_1}^{к_2}\frac{dr}{r} = -\frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{r_1}{r_2}$$

немесе $$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0} ln\frac{r_2}{r_1}$$

мұндағы $r_2 = R + a_2$; $r_1 = R + a_1$; $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\frac{Ф}{м}$ - электр тұрақтысы.

Қорытқы (2) өрнегіне r_1, r_2 шамаларын ескерере отырып, мәндерін қойып, есептеулер жүргіземіз:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\cdot10^{-8}\cdot4\pi\cdot9\cdot10^{9}}{4\pi} ln\frac{3\cdot10^{-2}}{1{,}5\cdot10^{-2}} = 250 \text{ В}.$$

Жауабы: $\varphi_1 - \varphi_2 = 250$ В.

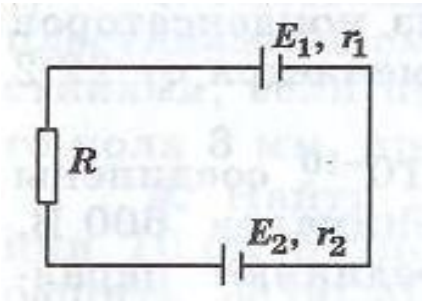
4.6 Өзіндік жұмысқа арналған есептер

1. Қабырғалары 0,4м шаршының үш төбесінде әр қайсысы $5*10^{-9}$ Кл-ға тең оң зарядтар бар. Төртінші төбесіндегі кернеулікті табыңыз? ($к=9*10^9$) [540 Н/Кл]

2. Өріс кернеулігі 10МВ/м-ге жеткенде конденсатордың тесілуі байқалатын болса , оған 3,1мкКл заряд беріледі . Жазық конденсатордың астарларының ауданы нешеге тең? ($\varepsilon_0=8,85*10^{-12}$ ф/м, $\varepsilon=1$) [0,035м^2]

3. Зарядталған шардың бетіндегі өріс кернеулігі 130 В/м. Егер шардың радиусы 6,37 м болса, шар бетінің потенциалын табыңдар.($k=9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2) [828В]

4. Берілген сұлбада бірінші ток көзінің ЭҚК-і $E_1=2$ В және ішкі кедергісі $r_1=1$ Ом, ал екінші ток көзінің ЭҚК-і $E_2=1$ В және ішкі кедергісі $r_2=3,5$ Ом. Тізбектегі ток күшін және әрбір ток көздерінің ұштарындағы кернеуді табыңдар. Резистор кедергісі 0,5 Ом. [1,8В, 1,1В]



3 сурет

5. ЭҚК-і 50В, кедергісі 1,5 Ом ток көзіне кедергісі 7 Ом қыздыру шамы мен резистор тізбектей қосылған. Тізбектегі ток күші 2,7А болса, резистордың кедергісі нешеге тең болады? [10 Ом]

6. $q_1 = 4нКл$ және $q_2 = -2нКл$ екі нүктелік заряд бір-бірінен 60см арақашықтықта орналасқан. Зарядтардың ортасындағы нүктедегі электр өрісінің кернеулігін (E) анықтаңыздар. Егер екінші заряд та оң болса, онда электр өрісінің кернеулігі (E') неге тең болады? [$E = 0,6кВ/м$; $E' = 0,2кВ/м$]

7. Кернеулігі $E_0=500$ В/м біртекті электр өрісіне, өріске перпендикуляр қалыңдығы d=1 см және ауданы S=100 см^2 шыны пластинка ($\varepsilon=7$) қойылған. Пластинкада шоғырланған электр өрісінің энергиясын анықтаңыз. [~0,75 нДж].

8. Екі нүктелік заряд $q_1^+ = 7,5$ нКл және $q_2^- = 14,7$ нКл бір-бірінен $r = 5$ см жерде орналасқан. Оң зарядтан $a = 3$ см және теріс зарядтан $b = 4$ см жерде орналасқан нүктедегі электр өрісінің E кернеулігін табу керек. [$E = 112$ кВ/м].

9. Сыртқы кедергі 3,9 Ом болғанда тізбектегі ток күші 0,5 А, ал сыртқы кедергі 1,9 Ом болғандағы ток күші 1 А болса, ток көзінің ішкі кедергісі мен ЭҚК-і. [2 В; 0,1 Ом].

10. Екі мыс өткізгіштің ұзындығы бірдей. Бірінші өткізгіштің диаметрі екінші өткізгіштің диаметрінен 2 есе кіші болса, бұл өткізгіштердің R_1/R_2 кедергілерінің қатынасы қандай? [4].

11. Кедергілері 20 Ом және 80 Ом екі өткізгіш параллель жалғанып, ток көзіне қосылған. Осы өткізгіштерде бөлініп шығатын токтың қуаттарының қатынасын N_1/N_2 табыңыз. [4].

12. Квадраттың төбелерінде $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 2{,}33 нКл$ зарядтар, ал центрінде q_0 теріс заряд орналасқан. Егер әрбір q зарядқа әсер ететін қорытқы күш $F = 0$ болса, q_0 зарядты анықтау керек. [$q_0 = -2{,}23 нКл$]

13. Радиустары және массалары бірдей екі металл шар ұзындықтары бірдей жіптерге өзара жанасатындай етіліп ілінген. Шариктерге $q_0 = 0{,}4 мкКл$ заряд берілгеннен кейін олар бір-бірінен тебіліп, $2\alpha = 60^0$ бұрышқа ауытқиды. Егер шариктердің центрінен іліну нүктесіне дейінгі қашықтық $l = 20 см$ болса, шариктердің массасын табу керек. [$m = 15.6$ г].

14. Радиусы $R = 0{,}5 см$ мыс шар майға батырылған. Майдың тығыздығы $\rho_м = 0{,}8 \cdot 10^3 кг/м^3$. Егер біртекті электр өрісінде шар майда қалқып жүрсе, шардың q заряды неге тең? Электр өрісі вертикаль жоғары бағытталған және оның кернеулігі $E = 3{,}6 МВ/м.$ [$q = 11 нКл.$]

15. Көлденең қимасы $1{,}6 мм^2$ өткізгіш арқылы 2с уақытта $2 \cdot 10^{19}$ электрондар өтетін болса, ток тығыздығы неге тең? [$j = 1 А/мм^2.$]

16. Әрқайсысының ЭҚК-і 4,5 В және ішкі кедергілері 0,25 Ом екі аккумулятор тізбектей жалғанып, 4 Ом кедергімен тұйықталған жалғанған. Бұл тізбектегі ток күші қанша болады? [2 А]

17. Электр сыйымдылығы 0,8 мкФ конденсатордың өріс кернеулігі 1000 В/м. Конденсатор астарларының ара қашықтығы 1 мм болса, онда конденсатордың электр өрісінің энергиясы қандай? [$W=4 \cdot 10^{-7}$ Дж]

18. Сыртқы кедергі 3,9 Ом болғанда, тізбектегі ток күші 0,5 А, ал сыртқы кедергі 1,9 Ом болғандағы ток күші 1 А болса, ток көзінің ішкі кедергісі мен ЭҚК-ін анықтаңыз. [r =0,1 Ом; ε=2 В]

19. Индукциясы 0,05 Тл біртекті магнит өрісіне қойылған. Қабырғалары 10см, 5см және 200 орамнан тұратын катушкадағы ток күші 2А болса, магнит өрісіңің оған әсер ететін ең үлкен айналдырушы күш моменті неге тең? [M=0,1 Н·м]

20. 0,4 Тл біртекті магнит өрісінде, индукция векторына перпендикуляр ұзындығы 0,15 м тогы бар өткізгіш орналасқан. Әсер еткен күштің бағытында өткізгіш 0,025 м орын ауыстырғанда 12 мДж жұмыс атқарылды. Өткізгіштің бойындағы ток күшінің мәнін табыңыз? [I =8 А]

21. Индукциясы 4мТл біртекті магнит өрісінде қозғалған электронның айналу периоды? ($e = 1,6\cdot10^{-19}$Кл; $m = 9,1\cdot10^{-31}$кг). [T=8,9 нс]

22. ЭҚК-і 1,1 В элементке қосылған кедергі 2 Ом өткізгішке 0,5 А ток жүріп тұр. Ток көзін қысқа тұйықтаған кезде ток күші қандай болады? [5,5 А]

23. Сыртқы кедергі 3,9 Ом болғанда, тізбектегі ток күші 0,5 А, ал сыртқы кедергі 1,9 Ом болғандағы ток күші 1 А болса, ток көзінің ішкі кедергісі мен ЭҚК-ін анықтаңыз. [r =0,1 Ом; ε=2 В]

24. $q_1=8\cdot10^{-9}$Кл және $q_2=-6\cdot10^{-9}$Кл нүктелік зарядтардың ортасында жатқан нүктедегі электр өрісінің кернеулігін табу керек. Зарядтардың араларының қашықтығы r=10см-ге тең, ε=1. [E=50,4 кВ/м.]

25. Қимасы 1,6 мм^2 өткізгіштен 2с ішінде 3,2 Кл заряд өтсе, онда өткізгіштегі ток тығыздығы неге тең? [$j = 1A/мм^2$]

26. Ұзындығы 20 см таяқша заряды 1 мкКл. Таяқша зарядтың сызықтық тығыздығы қандай: [$5\cdot10^{-6}$ Кл/м]

27. Катушканы 4 обмоткасы диаметрі 0,8 мм сымнан жасалған. Орамдар бір-біріне тығыз тиіп тұрады. Катушканы мейлінше ұзын деп есептеп, ток күші 1А болғанда катушканың ішіндегі магнит өрісінің кернеулігін табу керек. [H = 1,25 кА/м]

28. Бойымен 1А өтетін, радиусы 1 см дөңгелек сым орамының центріндегі магнит өрісінің кернеулігін табу керек. [H = 50 А/м]

29. Ұзындығы 20 см өткізгіш индукциясы 5 Тл-ға тең магнит өрісінде орналасқан. Егерде өткізгіш арқылы 10 А ток жіберсек және оның бағытымен магнит индукциясы бағытының арасындағы бұрышы 30-қа тең болса, өткізгішке қандай күш әсер етеді? [F = 5 Н]

30. ЭҚК-і 50В, кедергісі 1,5 Ом ток көзіне кедергісі 7 Ом қыздыру шамы мен резистор тізбектей қосылған. Тізбектегі ток күші 2,7А болса, резистордың кедергісі нешеге тең болады? [10 Ом]

5. Қосымша

5.1 кесте - Негізгі физикалық тұрақтылар

Физикалық тұрақтылар	Белгілері	Мәндері
Еркін түсу үдеуі	g	9,81 м/с^2
Гравитациялық тұрақты	G	$6{,}67\cdot10^{-11}$ м^3/(кг·с^2)
Авогадро саны	N_A	$6{,}02\cdot10^{23}$моль$^{-1}$
Универсал газ тұрақтысы	R	8,31 Дж/моль·К
Стандарттық көлем*	V_m	$22{,}4\cdot10^{-3}$ м^3/моль
Больцмана тұрақтысы	k	$1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
Электрон заряды	E	$e=-1{,}6\cdot10^{-19}\,Кл$
Электрон массасы	m	$m=9{,}1\cdot10^{-31}\,кг$
Пропорционалдық коэффициент	k	$k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\cdot10^9\,\frac{Н\cdot м^2}{Кл^2}$
Вакуумдегі жарық жылдамдығы	C	$c=3\cdot10^8\,м/с$
Электр тұрақтысы	ε_0	$e_0=8{,}85\cdot10^{-12}\,\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}$
Магнит тұрақтысы	μ_0	$4\pi\cdot10^{-7}$

* Нормаль жағдайдағы идеал газдың молярлық көлемі.

5.2 кесте - Қатты денелердің тығыздықтары

Қатты дене	Тығыздық, кг/м^3	Қатты дене	Тығыздық, кг/м^3
Алюминий	$2{,}70\cdot10^3$	Мыс	$8{,}93\cdot10^3$
Висмут	$9{,}80\cdot10^3$	Никель	$8{,}90\cdot10^3$
Темір	$7{,}88\cdot10^3$	Қорғасын	$11{,}3\cdot10^3$
Алтын	$19{,}3\cdot10^3$	Күміс	$10{,}5\cdot10^3$
Литий	$0{,}53\cdot10^3$	Цезий	$1{,}90\cdot10^3$
Мұз	$0{,}9\cdot10^3$	Мырыш	$7{,}15\cdot10^3$

5.3 кесте - Астрономиялық шамалар

Аты	Мәні
Жер радиусы	$6{,}37\cdot10^6$ м
Жер массасы	$5{,}98\cdot10^{24}$ кг
Күн радиусы	$6{,}95\cdot10^8$ м
Күн массасы	$1{,}98\cdot10^{30}$ кг
Ай радиусы	$1{,}74\cdot10^6$ м
Ай массасы	$7{,}33\cdot10^{22}$ кг
Жер центрінен Күн центріне дейінгі ара қашықтық	$1{,}49\cdot10^{11}$ м
Жер центрінен Ай центріне дейінгі ара қашықтық	$3{,}84\cdot10^8$ м

5.4 кесте - Сұйықтардың тығыздығы

Сұйық	Тығыздық, кг/м^3
Су (4°С-де)	$1{,}00\cdot10^3$
Глицерин	$1{,}26\cdot10^3$
Сынап (0^0С-де)	$13{,}6\cdot10^3$
Көміртегі тотығы	$1{,}26\cdot10^3$
Этил спирті	$0{,}80\cdot10^3$
Керосин	$0{,}80\cdot10^3$

5.5 кесте - Газдардың тығыздығы (қалыпты жағдайда)

Газ	Тығыздық, кг/м^3
Сутегі	0,09
Ауа	1,29
Гелий	0,18
Оттегі	1,43

5.6 кесте - Сұйықтардың беттік керілу коэффициенті (293К-де)

Сұйық	Коэффициент, мН/м
Су	72
Сабын ерітіндісі	40
Сынап	500
Этил спирті	22

5.7 кесте - Молекуланың эффективті диаметрі

Газ	Диаметр, м
Азот	$3{,}0\cdot10^{-10}$
Сутегі	$2{,}3\cdot10^{-10}$
Гелий	$1{,}9\cdot10^{-10}$
Оттегі	$2{,}7\cdot10^{-10}$

5.8 кесте - Диэлектрлік өтімділік

Зат	Өтімділік
Су	81
Трансформатор майы	2,2÷2,5
Парафин	2,2
Шыны	5÷10

5.9 кесте - Металлдардың меншікті кедергілері

Металл	**Меншікті кедергі**, Ом·м
Темір	$9{,}9\cdot10^{-8}$
Мыс	$1{,}68\cdot10^{-8}$
Нихром	$1{,}05.10^{-8}$
Күміс	$1{,}58\cdot10^{-8}$

5.10 кесте - 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}

5.11 кесте - 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}
Санти	*с*	*0,01*	10^{-2}
Милли	*м*	*0,001*	10^{-3}
Микро	*мк*	*0,000 001*	10^{-6}

5.12 кесте - Есептеулерге қажет өлшем бірліктер

1 км=1000м=10^3м	*1 т= 1000 кг= 10^3кг*
1 дм=0,1м=10^{-1}м	*1 г=0,001 кг=10^{-3} кг*
1 см=0,01м=10^{-2}м	*1 мг= 0,000001 кг=10^{-6}кг*
1 мм= 0,001м=10^{-3}м	*1кПа=1000 Па= 10^3Па*
1 га=10 000м^2=10^4м^2	*1гПа=100 Па=10^2Па*
1 л= 1 дм^3=0,001м^3=10^{-3} м^3	*1мм сын. Баг.=133 Па*
1 мл=0,001л=1 см^3	*1 кДж=1000 Дж=10^3Дж*
1 кН=1000 Н=10^3Н	*1 кВт=1000 Вт=10^3Вт*

5.13 кесте - Грек алфавиты

Әріп белгілері	*Әріп атау*	*Әріп белгілері*	*Әріп атау*
Α, α	Альфа	Ν, ν	ню
Β, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
Ε, ε	Эпсилон	Ρ, ρ	ро
Ζ, ζ	Дзета	Σ, σ	сигма
Η, η	Эта	Τ, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Υ, υ	ипсилон
Ι, ι	Йота	Φ, ϕ	фи
Κ, κ	Каппа	Χ, χ	хи
Λ, λ	Лямбда	Ψ, ψ	пси
Μ, μ	Мю	Ω, ω	омега

Әдебиеттер тізімі

1 Савельев И.В. Жалпы физика курсы. - Алматы: Мектеп, 2010. - Т.1-2.

2 Иродов И.Е. Основные законы механики. - М.: Высш. шк., 2009.

3 Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк., 2011.

4 Волькенштейн В.С. Жалпы физика курсының есептер жинағы. – Алматы: Мектеп, 2012.

5 Сборник задач по общему курсу физики. Под ред. В.А. Овчинкина. В 3-х частях. – М.: МФТИ, 2012.

6 Байпақбаев Т.С., Майлина Х.Қ. Жалпы физика курсының есептер жинағы (Механика. Молекулалық физика және термодинамика). – Алматы: АЭжБИ, 2016.

7 Байпақбаев Т.С., Манабаев Х.Х. Жалпы физика курсының есептер жинағы (Электростатика. Тұрақты ток. Магнетизм). - Алматы: АЭжБИ, 2003.

8 Алджамбекова Г.Т. Семестровые задания по курсу «Физические основы механики». – Алматы: КазНИТУ, 2016. - 152 б.

9 Трофимова Т.И. Курс физики с примерами решения задач. Т.1. - М.: «Кнорус», 2010.

10 Трофимова Т.И. Курс физики с примерами решения задач. Т.2. - М.: «Кнорус», 2010.

11 Мажитова Г.К., Наурызбаева Г.К., Алджамбекова Г.Т. Физика, Тестовые вопросы, Часть 1. – А.: АУЭС, 2019.

Мазмұны

Кіріспе.....3
1 «Физика 1» пәнін үйренудегі ұсыныстар.....3
1.1 Есеп шығару жолдары және тапсыруға қойылатын жалпы талаптар 4
2. I бөлім. Механиканың физикалық негіздері.....5
2.1 Кинематика.....5
2.2 Қатты дененің ілгерілмелі қозғалысының және материялық нүктенің динамикасы.....7
2.3 Арнайы салыстырмалы теорияның элементтері.....11
2.4 Есеп шығару мысалдары үлгісі.....12
2.5 Өзіндік жұмыстарға арналған есептер.....13
3. II бөлім . Статистикалық физика және термодинамика.....18
3.1 Идеал газдардың молекула-кинетикалық теориясы.....18
3.2 Термодинамикалық тепе-теңдіксіз жүйелердегі тасымалдау құбылыстары 20
3.3 Термодинамиканың негіздері.....20
3.4 Есеп шығару мысалдары.....22
3.5 Өзіндік жұмысқа арналған есептер.....23
4. III бөлім Электр және магнетизм.....25
4.1 Электрстатика.....25
4.2 Тұрақты ток.....27
4.3 Тармақталған тізбектерге арналған Кирхгоф ережелері 29
4.4 Магнит өрісі.....30
4.5 Есеп шығару мысалдары.....32
4.6 Өзіндік жұмысқа арналған есептер.....35
5 Қосымша.....38
Әдебиеттер тізімі.....42

2020 ж. жиынтық жоспары, реті 75

Гульнара Кадырбековна Наурызбаева
Алма Абдыгалиевна Абдикасова
Гулдана Тлеужановна Алджамбекова

ФИЗИКА 1

Физика есептерін шығару бойынша әдістемелік нұсқаулар.
6В100200 – Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері
мамандықтарының студенттеріне арналған.

Редактор Ж.Н. Изтелеуова
Стандарттау маманы: Е.Т. Данько

Басуға қол қойылды_____ Пішімі 60×84 1/16
Тиражы 20 дана. № 1 типографиялық қағаз
Көлемі 2,4 оқу-басп.т. Тапсырыс _Бағасы 1200 теңге.

«Ғумарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының көшірме – көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы к., 126/1