

В. С. ВОЛЬКЕНШТЕЙН

**ЖАЛПЫ ФИЗИКА
КУРСЫНЫҢ ЕСЕПТЕР
Ж И Н А Ғ Ы**

КІРІСПЕ

§ 1. Бірліктердің халықаралық системасы

Әр түрлі физикалық шамалар бір-бірімен, осы шамалардың өз ара тәуелділігін көрсететін теңдеулермен байланысады. Мысалы, массасы m дененің алатын a үдеуінің осы денеге әсер ететін F күшпен байланысы төмендегі теңдеумен көрсетіледі

$$F = kma, \quad (1)$$

мұндағы k — сандық коэффициент, оның сан мәні F , m және a шамаларымен өлшенген бірліктерді таңдап алуға байланысты. Егер массаның және үдеудің бірліктері бізге белгілі болса, онда күштің бірлігін (1) теңдеудегі k коэффициенті бірге тең болатындай етіп таңдап алуымызға болады, яғни бұл теңдеудің түрі мынадай болады:

$$F = m \cdot a.$$

Ол үшін біз күш бірлігіне массаның бірлігіне бірлік үдеу беретін күшті алуға тиіспіз.

Жаңа енгізілетін кез келген шамаларды осылай жасай отырып, біз осы шаманы анықтайтын, оның бірлігін өлшейтін формуланы белгілеуге пайдаланамыз, сөйтіп туынды бірліктің системасын құрамыз.

Әр түрлі бірлік системаларының бір-бірінен айырмашылығы, олардың қайсысының негізгі бірлік ретінде алынуына байланысты болады.

Біз осы «Есептер жинағында» ғылымның, техниканың халық шаруашылығының барлық салаларында, сондай-ақ сабақ беруде ерекше мәні бар система ретінде ГОСТ 9867-61 бекіткен Бірліктердің халықаралық системасын пайдаланатын боламыз. Бұл система *SI* символымен немесе *System International* деген сөздің орысша аудармасының бас әріптері (*СИ*) бойынша белгіленеді.

Халықаралық система өлшеудің әр түрлі салаларына арналған бірнеше жеке бірліктер системасына бөлінеді (1-таблица).

1 - та б л и ц а

Бірліктердің халықаралық системасы ГОСТ 9867-61					
Механика- лық бір- ліктер система- сы ГОСТ 7664—61	Жылулық бірлік- тер сис- темасы ГОСТ 8550—61	Электрлік және магнит- тік бір- ліктер система- сы ГОСТ 8033—56	Акустика- лық бір- ліктер система- сы ГОСТ 8849—58	Жарық бірлік- тер сис- темасы ГОСТ 7932—56	Радиоак- тивтік және нондау- шы сәу- ле шы- ғару бір- ліктер система- сы ГОСТ 8848—63

СИ системасындағы негізгі механикалық бірліктер метр (*м*), килограмм-масса (*кг*) және секунд (*сек*) болып табылады; осыларға қосымша өлшеудің әр түрлі облыстары үшін төмендегідей негізгі бірліктер берілген: жылулық өлшеулер үшін — Кельвин градусы, электрлік өлшеулер үшін — ампер, ал жарық өлшеу үшін — шам.

Халықаралық системаың негізгі бірліктері 2-таблицада келтірілген.

2 - та б л и ц а

Шамалардың аттары	Өлшеу бірліктері	Қысқаша белгі- лер
Ұзындық	метр	<i>м</i>
Масса	килограмм	<i>кг</i>
Уақыт	секунд	<i>сек</i>
Электр тогының күші	ампер	<i>а</i>
Термодинамикалық температура	Кельвин градусы	°К
Жарық күші	свеча (шам)	<i>св</i>

Бірліктердің халықаралық системасы: жазық бұрыш үшін және денелік бұрыш үшін екі қосымша бірлікті қамтиды (2а-таблица).

2 а - т а б л и ц а

Шамалардың аттары	Өлшеу бірліктері	Қысқаша белгілер
Жазық бұрыш . . .	радиан	<i>рад</i>
Денелік бұрыш . . .	стерадиан	<i>стер</i>

3-таблицада СИ бірліктерінің — еселік және үлестік бірліктерін жасауға арналған қосымшалар келтірілген (ГОСТ 7663-55 қараңыздар).

3 - т а б л и ц а

Қосымшалар	Сан мәндері	Қысқаша белгілер	Қосымшалар	Сан мәндері	Қысқаша белгілер
Атто . . .	10^{-18}	<i>a</i>	Деци . . .	10^{-1}	<i>d</i>
Фемто . . .	10^{-15}	<i>ф</i>	Дека . . .	10^1	<i>да</i>
Пико . . .	10^{-12}	<i>п</i>	Гекто . . .	10^2	<i>г</i>
Нано . . .	10^{-9}	<i>н</i>	Кило . . .	10^3	<i>к</i>
Микро . . .	10^{-6}	<i>мк</i>	Кега . . .	10^6	<i>М</i>
Милли . . .	10^{-3}	<i>м</i>	Гига . . .	10^9	<i>Г</i>
Сантн . . .	10^{-2}	<i>с</i>	Тера . . .	10^{12}	<i>Т</i>

3-таблицада келтірілген қосымшаларды, тек жай атауларға ғана қосып жазуға болады (метр, грамм т. б.). Мысалы, «килограмм» сияқты атауларға қосымшаны қосуға болмайды, себебі оның өзінде «кило» деген қосымшасы бар. Осы айтылғанға байланысты, мысалы, $m = 10^9 \text{ кг} = 10^{12} \text{ г}$ массаның бірлігін «тераграмма» (*Тг*) деп атау керек болады; ал кей уақытта осы масса үшін қолданылатын «мегатонна» деген атау дұрыс емес. Ұзындықтың бірлігі $l = 10^{-6} \text{ м}$ -ді «микрон» деп атау ұйғарылған. Ұзындықтың бұл бірлігін «микромметр» (*мкм*) деп атаған дұрыс болады.

СИ системасының туынды бірліктері, жоғарыда көр-

сетілгендей, негізгі бірліктерден жасалады. Туынды бірліктердің негізгі бірлікке қалай тәуелді болатындығын көрсету үшін өлшемділік формулалары қолданылады.

Егер негізгі шамалар үшін өлшемділіктердің шартты белгілерін: ұзындықты — l , массаны — M , уақытты — T , ток күшін — I , температураны — θ және жарық күшін — J деп алсақ, онда СИ системасындағы қандай да бір x шамасының өлшемділік формуласын былай жазуға болады:

$$[x] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \theta^{\rho} J^{\mu}.$$

x шамасының өлшемділігін табу үшін $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho$ және μ көрсеткіштердің сәйкес мәндерін анықтау керек болады. Бұл көрсеткіштер оң немесе теріс, бүтін немесе бөлшек болулары мүмкін.

1-мысал. Жұмыстың өлшемділігін табу керек. $A = F \cdot l$ қатынасынан $[A] = L^2 M T^{-2}$ екенін табамыз.

2-мысал. Меншікті жылу сыйымдылығының өлшемділігін табу керек. $c = \frac{Q}{m \Delta t}$ және $Q = [A]$ болғандықтан, $[c] = L^2 T^{-2} \theta^{-1}$ екенін табамыз.

Кез келген физикалық шаманың СИ системасындағы өлшемділігін біле отырып, оның осы системадағы бірліктерінің өлшемділігін табу қиын емес. Мысалы, жұмыс бірлігінің өлшемділігі $m^2 \cdot кг \cdot сек^{-2}$ -қа тең, меншікті жылу сыйымдылығының өлшемділігі $m^2 сек^{-2} град^{-1}$ -қа тең болады т. с. с.

СИ системасының туынды бірліктерінің таблицалары «Есептер жинағының» тиісті бөлімдерінде берілген: механикалық шамалардың бірліктері — I тарауда, жылулық шамалардың бірліктері — II тарауда, электрлік және магниттік шамалардың бірліктері — III тарауда т. с. с. берілген. Осы айтылған тарауларда СИ бірліктері мен басқа системаның және системадан тыс бірліктерінің арасындағы байланыстарды көрсететін таблицалар берілген.

§ 2. Есептерді шығаруға арналған методикалық нұсқаулар

Есептерді шығарғанда, ең алдымен, берілген есептің негізінде қандай физикалық заңдылықтардың жатқанын анықтау керек. Содан кейін осы заңдылықтарды көрсетіп отырған формуладан әріп түріндегі есептің шешуін табу

керек. Осыдан кейін бірдей бірліктер системасында берілген сан мәндерді әріптердің орнына қоюға болады. Халықаралық системадағы бірліктермен бірге практикада және әдебиеттерде басқа системалардың бірліктері, сондай-ақ системадан тыс бірліктер таралған. Сондықтан есептің шартындағы сан мәндер әр уақытта СИ системасындағы бірліктермен беріле бермейді. СИ бірліктері мен системадан тыс және басқа системалардың бірліктерінің арасындағы байланыс әрбір тараудың алдында берілген таблицаларда көрсетілген. Есепті СИ системасында шығару үшін есептің шартында берілген, сондай-ақ анықтамалық таблицадан алынған мәліметтердің барлығы да СИ бірлігіне келтірілуі керек. Сонда есептің жауабы да осы системаның бірлігімен шығады.

Кей уақытта есептің шартындағы барлық берілгендерді бір системада көрсетудің қажеттігі болмайды. Мысалы, егер формулада кез келген бір шама бөлшектің алымында да және бөлімінде де көбейтінді болып келсе, онда бұл шаманы қандай бірлікте көрсетсе де бәрі бір, тек қана бірліктер бірдей болса болғаны (14-беттегі 2-есепті қараңыздар).

Есептің сан мәндік жауабын алғанда оның ең соңғы нәтижесінің дәлдік дәрежесіне көңіл аудару керек. Жауаптың дәлдігі бастапқы шамалардың мәнінің дәлдігінен аспау керек. Есептердің көпшілігін логарифмдік сызғыш дәлдігімен шығару жеткілікті. Кейбір жағдайда логарифмдердің төрт таңбалы таблицасын пайдаланған жөн.

Әріп белгілерінің орнына сан қойылысымен сан мәндік жауаптың атауларын жазу керек.

График сызу керек болатын есептерде масштаб пен координата басын таңдап алу керек болады. Графикте міндетті түрде масштабты көрсету керек. Кейбір осы сияқты есептердің жауабында графиктерде масштабын көрсетпей береді, яғни берілген тәуелділіктің тек қана сапалық сипаттамасы ғана келтіріледі.

ЕСЕПТЕР

I Т А Р А У

МЕХАНИКАНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗІ

МЕХАНИКАЛЫҚ БІРЛІКТЕР

Бірліктердің халықаралық системасының құрамды бөлігі механикалық шамаларды өлшеуге арналған МКС системасы (ГОСТ 7664-61) болып табылады. МКС системасының негізгі бірліктері — метр (*м*), килограмм (*кг*) және секунд (*сек*).

Жоғарыда айтылғандай, бұл системаның туынды бірліктері физикалық шамалардың өз ара байланысы негізінде негізгі бірліктерден құрастырылады. Мысалы, жылдамдық бірлігі мына қатынастан анықталады:

$$v = \frac{\Delta l}{\Delta t},$$

ұзындықтың бірлігі метр, ал уақыттың бірлігі секунд болғандықтан, МКС системасындағы жылдамдық бірлігі *1 м/сек* болады. Олай болса, үдеудің бірлігі *1 м/сек²* болады.

Күштің бірлігін белгілейік. Ньютонның екінші заңы бойынша

$$F = ma.$$

Массаның бірлігіне *1 кг*, ал үдеудің бірлігіне *1 м/сек²* алынады, ендеше МКС системадағы күш бірлігіне массасы *1 кг* дене осы күштің әсерінен *1 м/сек²* үдеу алатын күшті алуымыз керек. Күштің осындай бірлігі ньютон (*н*) деп аталады.

$$1 \text{ н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/сек}^2.$$

Дененің салмағы және массасының арасындағы байланысқа тоқталайық. Дененің салмағы *P*, деп дененің Жерге тартылатын күшін айтады, яғни ол денеге *g = 9,81 м/сек²* үдеу беретін күш; сөйтіп,

$$P = mg.$$

Дененің салмағын МКС системасында, қандайда болмасын басқа күштер сияқты, ньютонмен өлшеу керек. Кейде дененің салмағын килограммен де өлшейді, алайда салмақтың бірлігі (килограмм) МКС системасының бірлігі емес екендігіг еске берік сақтау керек. Бір-бірінен мүлдем өзгеше екі физикалық шамалардың — масса мен салмақтың бірліктерін шатастырмас үшін біз бұларды әр түрлі қысқаша белгілермен белгілейміз: килограммен алынған массаның бірлігін $кг$ деп, ал 1 килограммен алынған салмақтың (күштің) бірлігін $кГ$ деп белгілейміз. Килограмм салмақ пен ньютонның арасындағы қатынасты табайық. 1 $кГ$ салмақ деп массасы 1 $кг$ -ға тең болатын дененің салмағын айтады, яғни

$$1 \text{ кГ} = 1 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/сек}^2.$$

Бізге мәлім

$$1 \text{ н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/сек}^2.$$

Осыдан мынадай болып шығатынын көреміз:

$$1 \text{ кГ} = 9,81 \text{ н}.$$

Салмақ килограммының анықтамасынан килограмм салмақпен ($кГ$) көрсетілген дене салмағының сан мәні килограмм массамен ($кг$) көрсетілген осы дененің массасының сан мәніне тең екендігі шығады. Мысалы, егер дененің массасы 2 $кг$ -ға тең болса, онда оның салмағы 2 $кГ$ -ға тең болады; килограммен алынған дененің салмағын кейіннен ньютонға айналдыру керек болады.

Мысалы. Дененің массасы 4 $кг$ -ға тең. $кГ$ -мен және $н$ -мен алынған дененің салмағын табыңыздар. Жауабы: $P=4 \text{ кГ}$ (МКС системасында емес) және $P=4 \cdot 9,81 \text{ н}$ (МКС системасында).

Жұмыстың бірлігі төмендегі қатынас бойынша анықталады:

$$A = F \cdot l.$$

Жұмыстың бірлігіне 1 $м$ жолдағы 1 $н$ күштің атқаратын жұмысын алу керек болатыны анық. Жұмыстың бұл бірлігін джоуль ($дж$) деп атайды:

$$1 \text{ дж} = 1 \text{ н} \cdot 1 \text{ м}.$$

4-таблица

Шамалар және оның белгілері	Бірліктерді анықтауға арналған теңдеулер	Өлшеу бірліктері	Бірліктердің қысқаша белгілері	Шамалардың өлшемділігі
Негізгі бірліктер				
Ұзындық l	—	метр	$м$	L
Масса m	—	килограмм	$кг$	M
Уақыт t	—	секунд	$сек$	T
Туынды бірліктер				
Аудан S	$S = l^2$	квадрат метр	$м^2$	L^2
Көлем V	$V = l^3$	куб метр	$м^3$	L^3
Жиілік ν	$\nu = \frac{1}{T}$	герц	$гц$	T^{-1}
Бұрыштық жылдамдық ω	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	радиан секундқа	$рад/сек$	T^{-1}
Бұрыштық үдеу ϵ	$\epsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$	радиан квадрат секундқа	$рад/сек^2$	T^{-2}
Сызықтық жылдамдық v	$v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$	метр секундқа	$м/сек$	LT^{-1}
Сызықтық үдеу a	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	метр квадрат секундқа	$м/сек^2$	LT^{-2}
Тығыздық ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	килограмм куб метрге	$кг/м^3$	$L^{-3}M$
Күш F ; салмақ P	$F = ma$	Ньютон	$н$	LMT^{-2}
Меншікті салмақ γ	$\gamma = \frac{P}{V}$	Ньютон куб метрге	$н/м^3$	$L^{-2}MT^{-2}$
Қысым p	$p = \frac{F}{S}$	Ньютон квадрат метрге	$н/м^2$	$L^{-1}MT^{-2}$
Козғалыс мөлшері L	$L = m \Delta v = F \Delta t$	Килограмм-метр секундқа	$кг \cdot м/сек$	LMT^{-1}
Инерция моменті J	$J = ml^2$	килограмм-квадрат метрге	$кг \cdot м^2$	L^2M
Жұмыс және энергия A	$A = Fl$	Джоуль	$дж$	L^2MT^{-2}
Қуат N	$N = \frac{\Delta A}{\Delta t}$	ватт	$вт$	L^3MT^{-3}
Динамикалық тұтқырлық η	$\eta = \frac{F}{S} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta v}$	ньютон-секунд квадрат метрге	$н \cdot сек/м^2$	$L^{-1}MT^{-1}$
Кинематикалық тұтқырлық ν	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	квадрат метр секундқа	$м^2/сек$	L^2T^{-1}

Шамасы	Өлшеу бірліктері және оның СИ бірліктерімен байланысы
Ұзындық	1 сантиметр (см) = 10^{-2} м 1 микрометр (микрон); 1 мкм = 10^{-6} м
Масса	1 ангстрем (А) = 10^{-10} м 1 грамм (г) = 10^{-3} кг 1 тонна (т) = 10^3 кг 1 центнер (ц) = 10^2 кг 1 массаның атомдық бірлігі (1 м. а. б.) = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
Жазық бұрыш	1 градус (°) = $\frac{\pi}{180}$ рад 1 минут (′) = $\frac{\pi}{180} \cdot 10^{-2}$ рад 1 секунд (″) = $\frac{\pi}{648} \cdot 10^{-3}$ рад
Аудан	1 айналым (айн) = 2π рад 1 ар = 100 м ²
Көлем	1 гектар (га) = 10^4 м ²
Күш	1 литр (л) = $1,000028 \cdot 10^{-3}$ м ³
Қысым	1 дина (дин) = 10^{-5} н 1 килограмм-күш (кГ) = 9,81 н 1 тонна-күш (Т) = $9,81 \cdot 10^3$ н 1 дин/см ² = 0,1 н/м ² 1 кГ/м ² = 9,81 н/м ² 1 миллиметр сынап бағанасы (мм сын. бағ.) = $133,0$ н/м ² 1 миллиметр су бағанасы (мм су. бағ.) = 9,81 н/м ² 1 техникалық атмосфера (атм) = 1 кГ/см ² = $0,981 \cdot 10^5$ н/м ² 1 физикалық атмосфера (атм) = $1,013 \cdot 10^5$ н/м ² («физикалық атмосфераның» системадан тыс бірлігі ГОСТ 7664-61-де жоқ)
Жұмыс, энергия, жылу мөлшері	1 эрг = 10^{-7} дж 1 кГм = 9,81 дж 1 ватт-сағат (вт · сағ) = $3,6 \cdot 10^3$ дж 1 электрон-вольт (1 эв) = $1,6 \cdot 10^{-19}$ дж 1 калория (кал) = 4,19 дж 1 килокалория (1 ккал) = $4,19 \cdot 10^3$ дж 1 физикалық литр-атмосфера (л · атм) = $1,01 \cdot 10^2$ дж
Қуат	1 техникалық литр-атмосфера (л · атм) = 98,1 дж 1 эрг/сек = 10^{-7} вт 1 килограмм-күш метр секундқа (кГм/сек) = 9,81 вт 1 ат күші (а. к.) = 75 кГм/сек = 736 вт

ЖАЛҒАСЫ

Шамасы	Өлшеу бірліктері және оның СИ бірліктерімен байланысы
Динамикалық тұтқырлық	1 пуаз (пз) = $0,1 \text{ н} \cdot \text{сек}/\text{м}^2 = 0,1 \text{ кг}/\text{м} \cdot \text{сек}$
Кинематикалық тұтқырлық	1 стокс (ст) = $10^{-4} \text{ м}^2/\text{сек}$

Қуат мына формуламен анықталады:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Олай болса, МҚС системасындағы қуаттың бірлігіне 1 сек ішінде 1 Дж жұмыс істейтін механизмнің қуатын алу керек. Қуаттың бұл бірлігі ватт (Вт) деп аталады.

Осы тәсілмен МҚС системасындағы кез келген физикалық шаманың туынды бірлігін табуға болады.

4-таблица, ГОСТ 7664-61-ге сәйкес МҚС системасында механикалық шамаларды өлшейтін негізгі және өте маңызды туынды бірліктер берілген.

5-таблицада Халықаралық системаның кейбір механикалық бірліктері және ГОСТ 7664-61-мен рұқсат етілген басқа системаларының бірліктері мен системадан тыс бірліктердің арасындағы байланысы берілген.

Есеп шығарудың мысалдары

1-есеп. Мұздың бетімен 2,44 м/сек жылдамдықпен сырғанап келе жатқан салмағы 1,05 кГ тас үйкеліс күшінің әсерінен 10 сек-тан кейін тоқтайды. Үйкеліс күшін тұрақты деп алып, оның шамасын табу керек.

Шешуі. Ньютонның екінші заңы бойынша

$$F\Delta t = mv_2 - mv_1,$$

мұндағы F — үйкеліс күші. Оның әсерінен массасы m дене Δt уақыт ішінде өзінің жылдамдығын v_1 -ден v_2 -ге өзгертеді. Біздің қарастырып отырған жағдайымызда $v_2 = 0$, онда

$$F = - \frac{mv_1}{\Delta t}.$$

§ 3. Қатты денелердің айналмалы қозғалысы

Қандай болмасын, айналу осімен салыстырғандағы F күштің M моменті төмендегі формуламен анықталады:

$$M = Fl,$$

мұндағы l — айналу осінен бойымен күш әсер ететін түзуге дейінгі қашықтық.

Материялық нүктенің қандай болмасын айналу осіне қатысты инерция моменті деп мына шаманы айтамыз:

$$J = mr^2,$$

мұндағы m — материялық нүктенің массасы, ал r — нүктенің осьтен қашықтығы.

Қатты дененің оның айналу осі арқылы алынған инерция моменті

$$J = \int r^2 dm,$$

мұнда интегралдауды дененің барлық көлемі арқылы жүргізу керек. Интегралдау жүргізе отырып мынадай формулалар алуға болады:

1) өзінің осі арқылы алынған тұтас біртекті цилиндрдің (дискінің) инерция моменті

$$J = \frac{1}{2} mR^2,$$

мұндағы R — цилиндрдің радиусы, ал m — оның массасы.

2) цилиндр осіне қатысты ішкі радиусы R_1 және сыртқы радиусы R_2 қуыс цилиндрдің (құрсаудың) инерция моменті

$$J = m \frac{R_1^2 + R_2^2}{2},$$

жұқа қабырғалы қуыс цилиндрдің $R_1 \cong R_2 = R$ және

$$J \cong mR^2;$$

3) шардың центрінен өтетін оське қатысты радиусы біртекті шардың инерция моменті

$$J = \frac{2}{5} mR^2;$$

4) стерженьнің ортасынан өткен оське қатысты біртекті стерженьнің инерция моменті оның l ұзындығына перпендикуляр

$$J = \frac{1}{12} ml^2.$$

Егер қандай болмасын дененің ауырлық центрінен өтетін оське қатысты инерция моменті J_0 белгілі болса, онда бірінші оське параллель болатын кез келген ось арқылы алынған инерция моментін Штейнердің формуласымен табуға болады:

$$J = J_0 + md^2,$$

мұндағы m — дененің массасы, ал d — ауырлық центрінен айналу осіне дейінгі қашықтық.

Айналмалы қозғалыс динамикасының негізгі заңы төмендегі теңдеумен көрсетіледі:

$$Mdt = d(J\omega),$$

мұндағы M — инерция моменті J -ге тең денеге түсірілген күш моменті; ω — дененің айналысының бұрыштық жылдамдығы. Егер $J = \text{const}$ болса, онда

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon,$$

мұндағы ε — айналыс моментінің M әсерінен дененің алатын бұрыштық үдеуі.

Айналмалы дененің кинетикалық инерциясы

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2},$$

мұндағы J — дененің инерция моменті, ал ω — оның бұрыштық жылдамдығы

Айналмалы қозғалыс динамикасы теңдеуінің ілгерілемелі қозғалыстың теңдеуімен салыстырмасы 7-таблицада берілген.

Физикалық маятниктің кіші тербелістерінің периоды

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}},$$

мұндағы J — маятниктің осіне қатысты инерция моменті, m — маятниктің массасы, d — айналу осінен ауырлық

7 - та б л и ц а

Ілгерілемелі қозғалыс	Айналымалы қозғалыс
Н ь ю т о н н ы ң е к і н ш і з а ң ы	
немесе $F\Delta t = mv_2 - mv_1$	немесе $M\Delta t = J\omega_2 - J\omega_1$
$F = ma$	$M = J\varepsilon$
Қозғалыс мөлшерінің сақталу заңы	Қозғалыс мөлшері моментінің сақталу заңы
$\Sigma mv = \text{const}$	$\Sigma J\omega = \text{const}$
Жұмыс және кинетикалық энергия	
$A = FS = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$	$A = M\varphi = \frac{J\omega_2^2}{2} - \frac{J\omega_1^2}{2}$

центрге дейінгі қашықтық, g — ауырлық күшінің үдеуі.

3.1. Айналу осіне қатысты Жер шарының инерция моменті мен қозғалыс мөлшерінің моментін табу керек.

3.2. Салмағы шардың салмағына қарағанда анағұрлым кіші жұқа стерженьнің ұшына радиустары $r_1 = r_2 = 5 \text{ см}$ екі шар ілінген. Шар центрлерінің араларының қашықтығы $R = 0,5 \text{ м}$. Шардың әрқайсысының массасы $m = 1 \text{ кг}$. Мыналарды: 1) осы системаның стерженьнің ортасынан оның ұзындығына перпендикуляр бағытта өтетін оське қатысты J_1 инерция моментін, 2) шарларды массалары центрлерінде шоғырланған материялық нүкте деп есептей отырып, осьпен салыстырғандағы осы системаның J_2 инерция моментін 3) осы системаның инерция моментін есептегенде J_1 шамасын осы системаның J_2 инерция моментінің шамасына алмастырғаннан жіберетін салыстырмалы қатені $\delta = \frac{J_1 - J_2}{J_2}$ табу керек.

3.3. Радиусы $R = 0,2 \text{ м}$ біртекті дискінің құрсауына $F = 98,1 \text{ н}$ тұрақты жанама күш түсірілген. Дискі айналған уақытта оған үйкеліс күшінің моменті $M_{\text{үйк}} = 0,5 \text{ кгм}$ әсер етеді. Дискі $\varepsilon = 100 \text{ рад/сек}^2$ тұрақты бұрыштық жыл-

дамдықпен айналады деп есептеп, дискінің P салмағын табу керек.

3.4. Ұзындығы 1 м және салмағы $0,5\text{ кг}$ біртекті стержень вертикаль жазықтықта стерженьнің ортасынан өтетін горизонталь осьті айналады. Егер айналдырушы момент $9,81 \cdot 10^{-2}\text{ н}\cdot\text{м}$ -ге тең болса, стержень қандай бұрыштық жылдамдықпен айналар еді?

3.5. Радиусы $R=0,2\text{ м}$ және салмағы $P=5\text{ кг}$ біртекті дискі, оның центрінен өтетін осьті айналады. Дискінің айналуының бұрыштық жылдамдығының уақытқа тәуелділігі $\omega=A+Bt$ теңдеумен берілген, мұндағы $B=8\text{ рад/сек}^2$. Дискінің құрсауына түсірілген жанама күштің шамасын табу керек. Үйкеліс есепке алынбайды.

3.6. Инерция моменті $J=63,6\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ -ге тең маховик $\omega=31,4\text{ рад/сек}$ тұрақты бұрыштық жылдамдықпен айналады. Маховикті $t=20\text{ сек}$ ішінде тоқтататын M тежеуіш моментті табу керек.

3.7. Радиусы $0,5\text{ м}$ және массасы $m=50\text{ кг}$, дискі формалы дөңгелектің құрсауына 10 кг тең жанама күш түсірілген. Мыналарды: 1) дөңгелектің бұрыштық жылдамдығын, 2) күш әсер ете бастағанынан қанша уақыттан кейін дөңгелектің жылдамдығы 100 айн/сек болатындығын табу керек.

3.8. Радиусы $R=0,2\text{ м}$ және массасы $m=10\text{ кг}$ маховик жетек белдік арқылы моторға қосылған. Сырғанаусыз жүріп тұрған қайыстың керілуі тұрақты болғандықтан $T=14,7\text{ н}$ -ға тең. Қозғалыс басынан $\Delta t=10\text{ сек}$ уақыт өткеннен кейін маховик секундына қанша айналым жасайды. Маховикті біртекті дискі деп аламыз. Үйкеліс есепке алынбайды.

3.9. Инерция моменті $245\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ маховик дөңгелегі 20 айн/сек жасай отырып айналады. Дөңгелекке айналдырушы момент әсері тоқтағаннан кейін бір минут өткесін ол тоқтап қалады. Мыналарды: 1) үйкеліс күшінің моментін, 2) күштің әсері тоқтатылғаннан кейінгі дөңгелектің тұрып қалғанына дейінгі жасаған айналым санын табу керек.

3.10. Салмақтары $P_1=2\text{ кг}$ және $P_2=1\text{ кг}$ екі гир бір-бірімен жіп арқылы жалғастырылып, салмағы $P=1\text{ кг}$ блоктан асырылып тасталынған. Мыналарды: 1) гирлердің қозғалуындағы үдеуді a , 2) гирлер ілінген жіптің T_1

және T_2 керілулерін табу керек. Блокты біртекті дискі деп аламыз. Үйкеліс есепке алынбайды.

3.11. Массасы $M=9$ кг барабанға оралған жіптің ұшына, массасы $m=2$ кг жүк байланған. Барабанды біртекті цилиндр деп аламыз. Үйкеліс есепке алынбайды.

3.12. Радиусы $R=0,5$ м барабанға, ұшында салмағы $P_1=10$ кГ жүгі бар жіп оралған. Егер жүктің төмен түсу үдеуі $a=2,04$ м/сек² болса, онда барабанның инерция моменті қандай болады?

3.13. Инерция моменті $J=0,1$ кг · м², радиусы $R=20$ см барабанға бір ұшына салмағы $P_1=0,5$ кГ жүк байланған жіп оралған. Барабанның айнала бастағанына дейін P_1 жүктің еденнің үстінен жоғары тұрған биіктігі $h_1=1$ м-ге тең. Мыналарды: 1) жүктің еденге қанша уақыттан кейін түсетіндігін, 2) еденге соғылған моментіндегі жүктің кинетикалық энергиясын, 3) жіптің керілуін табу керек. Үйкеліс есепке алынбайды.

3.14. Салмақтары әр түрлі екі гир бір-бірімен жіп арқылы жалғастырып, инерция моменті $J=50$ кг · м² және радиусы $R=20$ см блоктың үстінен асырылып тасталынған. Блок үйкеліспен айналады және оның үйкеліс күшінің моменті $M_{\text{үй}}=98,1$ н · м. Блок тұрақты бұрыштық үдеумен $\varepsilon=2,36$ рад/сек² айналады деп, блоктың екі жағындағы жіптің керулерінің айырымын T_1-T_2 табу керек.

3.15. Салмағы $P=1$ кГ блок столдың шетіне бекітілген (2.31 есепті және 1-суретті қараңыздар). Салмақтары бірдей $P_1=P_2=1$ кГ A және B гирлері өз ара жіппен біріктіріліп блоктан лақтырылып тасталынған. B гирдің столмен жасайтын үйкеліс коэффициенті $k=0,1$. Блокты біртекті дискі деп есептейміз. Блоктағы үйкелісті ескермейміз. Мыналарды: 1) гирлердің қозғалысының үдеуін, 2) жіптердің T_1 және T_2 керілулерін табу керек.

3.16. Горизонталь жазықтықтың бетімен сырғанамай дөңгелеп келе жатқан салмағы 2 кГ дискінің жылдамдығы 4 м/сек. Дискінің кинетикалық энергиясын табу керек.

3.17. Горизонталь жазықтықтың бетімен сырғанаусыз дөңгелеп келе жатқан шар 4 айн/сек жасайды. Шардың массасы $0,25$ кг. Дөңгелеп келе жатқан шардың кинетикалық энергиясын табу керек.

3.18. Бірдей P салмақты құрсау мен дискі сырғанаусыз бірдей v сызықтық жылдамдықпен дөңгелейді. Құр-

саудың кинетикалық энергиясы $W_1 = 4 \text{ кГм}$. Дискінің W_2 кинетикалық энергиясын табу керек.

3.19. Сырғанаусыз дөңгелеп келе жатқан массасы $m = 1 \text{ кг}$ шар қабырғаға соғылады да одан кері қарай қайта дөңгелейді. Шардың қабырғаға соғылғанға дейінгі жылдамдығы $v_1 = 10 \text{ см/сек}$, ал соғылғаннан кейінгі жылдамдығы $v_2 = 8 \text{ см/сек}$. Соғылысу уақытында бөлініп шыққан Q жылу мөлшерін табу керек.

3.20. Шардың айналысын ескермей дөңгелеп келе жатқандағы кинетикалық энергиясын есептеп, жіберілетін салыстырмалы қатені табу керек.

3.21. Салмағы 1 кГ , диаметрі 60 см дискі өзінің жазықтығына перпендикуляр болып келген осьті айналғанда 20 айн/сек жасайды. Дискіні тоқтату үшін қандай жұмыс істеу керек?

3.22. Тұрақты жылдамдықпен 5 айн/сек -қа сәйкес айналатын біліктің кинетикалық энергиясы 60 Дж -ға тең. Осы біліктің қозғалыс мөлшерінің моментін табу керек.

3.23. Велосипедшінің $v = 9 \text{ км/сағ}$ жылдамдықпен келе жатқан кинетикалық энергиясын табу керек: Велосипедшінің велосипедпен бірге алғандағы салмағы $P = 78 \text{ кГ}$. Осының ішінде велосипедтің дөңгелегінің салмағына $P_1 = 3 \text{ кГ}$ келеді. Велосипедтің дөңгелегін обруч деп аламыз.

3.24. Горизонталь жолдың бойымен бала $7,2 \text{ км/сағ}$ жылдамдықпен обручты дөңгелентіп келеді. Обруч өзінің кинетикалық энергиясының есебінен төбешікпен жоғары қарай қанша жерге дейін дөңгелер еді? Төбешіктің еңкіштігі әрбір 100 м жолға 10 м -ге тең.

3.25. Радиусы $R = 3 \text{ м}$ «өлі тұзақ» формалы жолмен инерциясы бойынша (үйкеліссіз) жүріп өту үшін және тұзақтың ең жоғарғы нүктесінде жолдан шығып кетпеу үшін, велосипедші қандай ең кіші H биігінен түсу керек? Велосипедпен бірге велосипедшінің массасы $m = 75 \text{ кг}$. Осыдан велосипедтің дөңгелегінің массасының үлесіне $m_1 = 3 \text{ кг}$ тиеді. Велосипедтің дөңгелегін обруч деп аламыз.

3.26. Радиусы $R = 10 \text{ см}$ мыс шар өзінің центрінен өтетін осьті $v = 2 \text{ айн/сек}$ сәйкес келетін жылдамдықпен айналады. Шардың айналуының бұрыштық жылдамдығын екі есе өсіру үшін, істелінетін жұмыс қандай болу керек?

3.27. Қолбеу жазықтықтың бетімен сырғанамай дөңгелеп түсіп келе жатқан 1) шардың, 2) дискінің және 3) обручтың ауырлық центрлерінің қозғалысының сызықтық үдеуін табу керек. Жазықтықтың көлбеулігі 30° -қа тең, барлық денелердің де бастапқы жылдамдығы нольге тең. 4) Табылған үдеулерді осы көлбеу жазықтықтан үйкеліс жоқ деп алғандағы дененің сырғанап түскен үдеуімен салыстыру керек.

3.28. Қолбеу жазықтықтың бетімен сырғанамай дөңгелеп түсіп келе жатқан 1) шардың, 2) дискінің және 3) обручтың ауырлық центрлері қозғалысының сызықтық үдеуін табу керек. Қолбеу жазықтықтың биіктігі $h=0,5$ м, ал барлық денелердің бастапқы жылдамдықтары нольге тең, 4) үйкеліс жоқ деп алып, табылған үдеулерді, осы көлбеу жазықтықтан дененің сырғанап түскен үдеуімен салыстыру керек.

3.29. Қалайы (тұтас) және қорғасын (іші бос) екі цилиндр берілген. Олардың радиустары да ($R=6$ см) және салмақтары да ($P=0,5$ кг) бірдей. Цилиндрлердің беттері де бірдей боялған. 1) Көлбеу жазықтықтың табанынан цилиндрлердің ілгерілемелі жылдамдықтарын бақылай отырып, оларды бір-бірінен қалай ажыратуға болады? 2) Осы цилиндрдің инерция моментін табу керек. 3) Әрбір цилиндр қанша уақытта көлбеу жазықтықтан сырғанамай дөңгелеп түседі? Көлбеу жазықтықтың биіктігі $h=0,5$ м, ал көлбеу жазықтықтың бұрышы $\alpha=30^\circ$. Әрбір цилиндрдің бастапқы жылдамдығы нольге тең.

3.30. Дөңгелек тежеу кезінде бір қалыпты баяу айналып тұрып, 1 мин уақыт өткеннен кейін өзінің айналу жылдамдығын 300 айн/сек-тан 180 айн/сек-қа дейін кемітті. Дөңгелектің инерция моменті 2 кг \cdot м²-ге тең. Мыналарды: 1) дөңгелектің бұрыштық үдеуін, 2) тежеуші моментін, 3) тежеу жұмысын, 4) осы бір минуттың ішіндегі дөңгелектің жасайтын айналым санын табу керек.

3.31. Желдеткіш 900 айн/мин-қа сәйкес келетін жылдамдықпен айналады. Токтан ажыратқаннан кейін ол бір қалыпты баяу айнала отырып, әбден тоқтағанға дейін 75 айн жасайды. Тежеуші күштің жұмысы 44,4 дж-ға тең. Мыналарды: 1) желдеткіштің инерция моментін, 2) тежеуші күштің моментін табу керек.

Q_2 — суытқышқа берілген жылу. Карноның идеал циклі үшін

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

мұндағы T_1 — қыздырғыштың температурасы, T_2 — суытқыштың температурасы.

B мен A екі күйдің энтропияларының айырымы S_B — S_A төмендегі формуламен анықталады:

$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{dQ}{T}.$$

5.1. 2 атм қысымда 820 см³ көлемді алып тұрған 2 г азоттың температурасы қандай болады?

5.2. Қысымы 750 мм сын. бағ. және температурасы 20°C болғанда 10 г оттегі қандай көлемді алады?

5.3. Қысымы 8,1 · 10⁶ н/м² және температурасы 17°C болғанда сыйымдылығы 12 л баллон азотпен толтырылған. Баллондағы азоттың мөлшері қаншалық?

5.4. 7°C температурада тығыз тығындалған бөтелке ішіндегі ауаның қысымы 1 атм-ға тең болатын. Бөтелкені қыздырған уақытта пробка атылып шықты. Бөтелкенің ішіндегі ауаның қысымы 1,3 атм-ға тең болғанда пробка атылып шықты деп алып, бөтелкені қандай температураға дейін қыздырғанымызды табу керек.

5.5. Егер баллонның қабырғасы 20°C температурада 160 кг/см² қысымды көтере алады десек, онда ішіне 6,4 кг оттегі сиятын осы баллонның ең кіші көлемі қаншалық болуға тиіс?

5.6. 10⁷ н/м² қысымда баллонның ішіндегі газ 10 кг болды. Егер баллондағы ақырғы қысым 2,5 · 10⁶ н/м²-ге тең болса, онда баллоннан қаншама газ мөлшерінің алынғанын табу керек. Газдың температурасын тұрақты деп есептейміз.

5.7. 27°C температурадағы және 760 мм сын. бағ. қысымдағы 25 л көлемді алып тұрған күкіртті газдың (SO₂) массасын табу керек.

5.8. Биіктігі 5 м, еденінің ауданы 200 м² аудиторияны толтыратын ауаның массасын табу керек. Ауаның қысымы 750 мм сын. бағ., бөлме температурасы 17°C (бір

киломоль ауаның массасы 29 кг/кмоль -ге тең деп аламыз).

5.9. Қысты күні (7°C) бөлме ішін толтыратын ауаның салмағы, жазды күнгі (37°C) салмағынан неше есе артық? Қысымдары бірдей.

5.10. $0,5 \text{ г}$ сутегінің: 1) 0°C , 2) 100°C температуралардағы изотермаларын сызу керек.

5.11. $15,5 \text{ г}$ оттегінің: 1) 29°C және 2) 180°C температуралардағы изотермаларын сызу керек.

5.12. 17°C температурадағы және 720 мм сын. бағ. қысымдағы көлемі 10 м^3 баллондағы киломоль газдың мөлшері қандай болады?

5.13. Жабық ыдыстың ішіндегі көлемі 4 л , 20°C температурадағы 5 г азот 40°C температураға дейін қыздырылады. Газдың қыздырғанға дейінгі және қыздырғанға кейінгі қысымын табу керек.

5.14. Екі ұшы дәнекерленген, ішіндегі ауасы сорылып алынған горизонталь капиллярдың ортасында ұзындығы $l=20 \text{ см}$ сынап бағанасы орналасқан. Егер капиллярды вертикаль етіп қойсақ, онда оның ішіндегі сынап бағанасы $\Delta l=10 \text{ см}$ қашықтыққа ауысады. Капиллярдың ішіндегі ауа қандай қысымға дейін сорылып алынған. Капиллярдың ұзындығы $L=1 \text{ м}$.

5.15. «Бір тонна қорғасын ауыр ма немесе бір тонна пробка ауыр ма?» деген көпшілікке белгілі әзіл сұрақ бар. Ауадағы салмағы 1 т болатын пробканың нақтылы салмағы ауадағы салмағы 1 т болатын қорғасынның нақтылы салмағынан қаншама үлкен болатынын есептеп шығару керек. Ауаның температурасы 17°C , қысымы 760 мм сын. бағ.-на тең.

5.16. Сутегі толтырылған, диаметрі 25 см , балалардың ауа шаригінің қорыту күші нольге тең бола алатындай, яғни ол өзінің алғашқы ілінген қалпында қала алатындай, оның сыртқы қабығының салмағы қандай болу керек? Ауа мен сутегі қалыпты жағдайда тұр деп аламыз. Шариктің ішкі қысымы оның сыртқы қысымына тең.

5.17. 50°C температурада қаныққан су буының серпімділігі $92,5 \text{ мм}$ сын. бағ.-на тең. Осы уақыттағы су буының тығыздығы неге тең?

5.18. Температурасы 15°C және қысымы 730 мм сын. бағ.-ғы сутегінің тығыздығын табу керек.

5.19. 10°C температурадағы және $2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ қысымдағы кейбір газдың тығыздығы $0,34 \text{ кг/м}^3$ -ге тең. Осы газдың бір киломолінің массасы неге тең?

5.20. Егер қазіргі лабораторлық тәсілмен ($p = 10^{-11} \text{ мм}$ сын. бағ.) ыдыстың ішіндегі ауа ең жоғарғы сиретілуге дейін сорып алынды десек, онда осы ыдыстың ішіндегі ауаның тығыздығы неге тең болады? Ауаның температурасы 15°C -ге тең.

5.21. 7°C температурада 12 г газдың алатын көлемі $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Тұрақты қысымда газды қыздырғаннан кейін оның тығыздығы $6 \cdot 10^{-4} \text{ г/см}^3$ -ге тең болады. Газды қандай температураға дейін қыздырған?

5.22. 10°C температурада 3 атм қысымда 10 г оттегі тұр. Тұрақты қысымда қыздырудың салдарынан ұлғаюдан кейін оттегі 10 л көлем алады. Мыналарды: 1) ұлғайғанға дейінгі газдың көлемін, 2) ұлғайғаннан кейінгі газдың температурасын, 3) ұлғайғанға дейінгі газдың тығыздығын, 4) ұлғайғаннан кейінгі газдың тығыздығын табу керек.

5.23. Дәнекерленген ыдыста көлемі ыдыс көлемінің жартысына тең су бар. 400°C температурада, осы температурада су түгелімен буға айналатындығын біле отырып, су буының қысымы мен тығыздығын табу керек.

5.24. Оттегі тығыздығының: 1) $T = \text{const} = 390^{\circ}\text{K}$ ($0 \leq p \leq 4 \text{ ат}$, әрбір $0,5 \text{ ат}$ кейінгі) температурада қысымға тәуелділігінің, ал 2) $p = \text{const} = 4 \text{ ат}$ ($200^{\circ}\text{K} \leq T \leq 300^{\circ}\text{K}$ әрбір 20° кейінгі) қысымда температураға тәуелділігінің графиктерін сызу керек.

5.25. Сыйымдылығы 1 м^3 жабық ыдыстың ішінде $0,9 \text{ кг}$ су және $1,6 \text{ кг}$ оттегі бар. 500°C температурадағы ыдыстың, осы температурада судың түгелдей буға айналатынын біле тұрып, қысымын табу керек.

5.26. Сыйымдылығы $V_1 = 3 \text{ л}$ A ыдыстың ішінде қысымы $p'_0 = 2 \text{ ат}$ газ бар. Сыйымдылығы $V_2 = 4 \text{ л}$ B ыдыстың ішінде қысымы $p''_0 = 1 \text{ ат}$ сондай газ бар. Екі ыдыстың ішіндегі температура бірдей. Егер A және B ыдыстарды түтік арқылы жалғастырсақ, онда газға түсетін қысым қандай болады?

5.27. Көлемі $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ыдысты 6 г көмір қышқылды газымен және 5 г азоттың шала тотығымен толтырған.

127°C температурадағы ыдыстың ішіндегі жалпы қысым қандай?

5.28. 10°C температурада және 10^6 н/м² қысымдағы ыдыстың ішінде 14 г азот пен 9 г сутегі орналасқан. Мыналарды: 1) қоспаның бір молінің массасын, 2) ыдыстың көлемін табу керек.

5.29. Ауамен толтырылған жабық ыдыстың ішіне диэтильді эфир ($C_2H_5OC_2H_5$) енгізіледі. Ауа қалыпты жағдайда тұр. Осыдан кейін барлық эфир түгелімен буға айналып ыдыстағы қысым 1050 мм сын. бағ.-на тең болды. Ыдыстың ішіне эфирдің қаншалықты мөлшері енгізілген? Ыдыстың көлемі $V=2$ л.

5.30. Сыйымдылығы 0,5 л ыдыстың ішінде 1 г бу тәрізді йод бар. 1000°C температурада ыдыстағы қысым 700 мм сын. бағ.-на тең болып шықты. Осы жағдайдағы I_2 йод молекуласының I атомдарға диссоциациялану дәрежесін табу керек. Бір киломоль I_2 -нің массасы 254 кг/кмоль-ға тең.

5.31. Ыдыстың ішінде көмір қышқыл газы бар. Кейбір температурада көмір қышқыл газы молекулаларының оттегіне және көміртегі тотығына диссоциациялану дәрежесі 25 процентке тең болады. Осы жағдайда ыдыстың ішіндегі қысым, көмір қышқыл газы молекулаларының диссоциаланбаған уақыттағы қысымынан неше есе үлкен болатынын табу керек?

5.32. Ауаның құрамында оттегі 23,6 сал. % және азот 76,4 сал. % деп есептеп, 750 мм сын. бағ. қысымдағы және 13°C температурадағы ауаның тығыздығын табу керек. Осы жағдайдағы оттегі мен азоттың порциаль қысымын табу керек.

5.33. Ыдыстың ішінде 10 г көмір қышқыл газымен 15 г азоттың қоспасы бар. Осы қоспаның 27°C температурадағы және $1,5 \cdot 10^5$ н/м² қысымдағы тығыздығын табу керек.

5.34. Мыналарды: 1) сутегі, 2) гелий атомдарының массасын табу керек.

5.35. 600 м/сек жылдамдықпен ұшып келе жатқан азот молекуласы ыдыстың қабырғасына қалыпты соғылады да, одан жылдамдығын жоғалтпастан секіріп қайта кетеді. Соғылысқан уақыт ішіндегі ыдыс қабырғасының алған күш импульсын табу керек.

5.36. 500 м/сек жылдамдықпен ұшып келе жатқан аргонның молекуласы ыдыстың қабырғасына серпімді соғылады. Молекуланың жылдамдығының бағыты мен ыдыстың қабырғасына түсірілген нормаль 60° бұрыш жасайды. Соғылған уақыт ішіндегі ыдыстың қабырғасының алған күш импульсын табу керек.

5.37. Ұшып келе жатқан азоттың молекуласының жылдамдығы 430 м/сек. Осы молекуланың қозғалыс мөлшерін табу керек.

5.38. 1 г су буының ішіндегі молекуланың саны қанша?

5.39. Сыйымдылығы 4 л ыдыс ішінде 1 г сутегі бар. Осы ыдыстың 1 см^3 көлемінде қанша молекула болады?

5.40. 17°C температурада және 750 мм сын. бағ. қысымда көлемі 80 м^3 бөлме ішінде молекуланың саны қанша болады?

5.41. Егер қазіргі лабораториялық тәсілмен ыдыс ішіндегі ауаны ең жоғарғы сиретілуге дейін сорып алса ($p=10^{-11}$ мм сын. бағ.), 10°C температурада ыдыстың 1 см^3 -де қанша молекула болады?

5.42. Шыны ыдыстың ішінде жақсы вакуум алу үшін, ондағы ауаны айдап шығару кезінде адсорбцияланған газды жоғалту мақсатында, ыдыстың қабырғасын қыздыру керек болады. Адсорбцияланған молекулалар қабырғадан ыдыс ішіне түседі деп алып, радиусы $r=10 \text{ см}$ сфералық ыдыстың ішіндегі қысымның қаншалық өсетіндігін есептеу керек. Молекуланың көлденең қимасы 10^{-15} см^2 -ге тең, ал қабат мономолекулярлы. Температура $t=300^\circ\text{C}$.

5.43. Егер су тәрізді йодтың диссоциялану дәрежесі 5% десек, онда 1 г бу тәрізді йодтың ішінде бөлшектің саны қанша болады? Бір киломоль I_2 йодтың массасы 254 кг/моль -ға тең.

5.44. Жартылай диссоциаланған 16 г оттегінде бөлшектің қаншалықты мөлшері бар?

5.45. Ыдыстың ішінде 10^{-10} кмоль оттегі мен 10^{-6} г азот бар. Қоспаның температурасы 100°C -ге тең. Сонымен бірге ыдыстағы қысым 10^{-3} мм сын. бағ.-на тең. Мыналарды: 1) ыдыстың көлемін, 2) оттегі мен азоттың парциаль қысымдарын, 3) осы ыдыстың 1 см^3 көлеміндегі молекуланың санын табу керек.

5.46. Бір киломоль массасы $\mu=29 \text{ кг/кмоль}$ -ге тең ауаны біртекті газ деп есептеп, 17°C температурада ауа моле-

куласының орташа квадраттық жылдамдығын табу керек.

5.47. Гелий мен азот молекуласының орташа квадраттық жылдамдықтарының бірдей температурадағы қатынасын табу керек.

5.48. Атом бомбасы жарылған моментте пайда болатын температура шамамен 10^7 градусқа тең болады. Осындай температурада барлық молекулалар түгелімен атомға диссоциаланады, ал атомдар ионданады деп есептеп, сутегі ионының орташа квадраттық жылдамдығын табу керек.

5.49. Сутегінің қысымын 200 мм сын. бағ.-на, ал берілген жағдайда молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығын 2400 м/сек-қа тең деп алып, 1 см³-дегі сутегі молекуласының санын табу керек.

5.50. Кейбір газдың тығыздығы $6 \cdot 10^{-2}$ кг/м³-ге, ал осы газ молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 500 м/сек-қа тең. Газдың ыдыстың қабырғасына түсіретін қысымын табу керек.

5.51. Ауада өлшенген тозаңның орташа квадраттық жылдамдығы ауа молекуласының орташа квадраттық жылдамдығынан неше есе кіші болады? Тозаңның массасы 10^{-8} г-ға тең. Ауаны біртекті газ деп, ал оның бір киломоінің массасын 29 кг/кмоль-ға тең деп аламыз.

5.52. 20°C температурадағы сутегі молекуласының қозғалыс мөлшерін табу керек. Молекуланың жылдамдығын орташа квадраттық жылдамдыққа тең деп аламыз.

5.53. Көлемі 2 л ыдыстың ішінде 680 мм сын. бағ. қысымдағы 10 г оттегі орналасқан. Мыналарды: 1) газдың молекуласының орташа квадраттық жылдамдығын, 2) ыдыстың ішіндегі молекуланың санын, 3) газдың тығыздығын табу керек.

5.54. Диаметрі $D=1$ мм гуммигуттың бөлшегі броундық қозғалысқа қатысады. Гуммигуттың тығыздығы $\rho=1$ г/см³. $t=0^\circ\text{C}$ температурадағы гуммигут бөлшегінің орташа квадраттық жылдамдығын табу керек.

5.55. Кейбір газ молекуласының орташа квадраттық жылдамдығы 450 м/сек-қа тең. Газдың қысымы $5 \cdot 10^4$ н/м²-ге тең. Осы жағдайдағы газдың тығыздығын табу керек.

5.56. 1) 750 мм сын. бағ. қысымдағы тығыздығы $8,2 \cdot 10^{-5}$ г/см³-ге тең газ молекуласының орташа квад-

10.1. Өткізгіштің ішіндегі I ток күші t уақытқа қарай $I=4+2t$ теңдеу бойынша өзгереді, мұндағы I — ампермен көрсетіледі, ал t — секундпен. 1) $t_1=2$ сек-таң $t_2=6$ сек-қа дейінгі уақыт ішінде өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өтетін электр мөлшері қандай болады? 2) Өткізгіштің осы көлденең қимасынан, осындай уақыттың ішінде, осындай ток мөлшері өту үшін тұрақты токтың күші қандай болу керек?

10.2. Лампылы реостат параллель қосылған бес электр лампысынан тұрады. Реостаттың кедергілерін: 1) кішкене лампылардың барлығыда жанып тұрған, 2) бұрап тастаған: а) біреуін, б) скеуін, в) үшеуін, г) төртеуін жағдайларда табу керек. Кішкене лампылардың әрқайсысының кедергісі 350 омға тең.

10.3. Кедергісі 40 омға тең пеш алу үшін, радиусы $2,5$ см фарфор цилиндрге оралған, диаметрі 1 мм нихром сымының қанша орамын орау керек болады?

10.4. Мыс сымнан жасалған катушканың кедергісі $R=10,8$ ом. Мыс сымның салмағы $P=3,41$ кг-ға тең. Катушкаға неше метр сым оралған және ол сымның диаметрі d қандай?

10.5. Диаметрі 1 см темір стерженьнің салмағы 1 кг деп алып, оның кедергісін табу керек.

10.6. Біреуі мыстан, ал екіншісі алюминийден жасалған екі цилиндрлік өткізгіштердің ұзындықтары да және кедергілері де бірдей. Мыс сымы алюминий сымына қарағанда неше есе ауыр келеді?

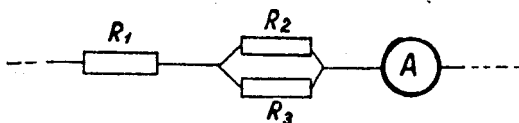
10.7. 20°C -де электр лампысының вольфрамнан жасалған қылсымының кедергісі $35,8$ омға тең. Лампыны кернеуі 120 в электр желісіне қосқанда оның қылсымынан $0,33$ а ток өтеді десек, лампының қылсымының температурасы қандай болады? Вольфрамның кедергісінің температуралық коэффициенті $4,6 \cdot 10^{-3}$ град $^{-1}$ -қа тең.

10.8. Темір сымнан жасалған реостат, миллиамперметр және токтың генераторы бір-бірімен тізбектеп жалғастырылған. 0°C -де реостаттың кедергісі 120 омға тең, миллиамперметрдің кедергісі 20 ом. Миллиамперметрдің көрсетуі 20 ма. Егер реостат 50° -қа қыздырылса, онда миллиамперметрдің көрсетуі қандай болады? Темірдің кедергісінің температуралық коэффициенті $6 \cdot 10^{-3}$ град $^{-1}$. Генератордың кедергісін есепке алмаймыз.

10.9. 14°C температурадағы мыс сымнан жасалған катушка орамының кедергісі $10\ \text{ом}$ болады. Ток жібергеннен кейінгі орамның кедергісі $12,2\ \text{омға}$ тең болады. Орам қандай температураға дейін қыздырылды? Мыстың кедергісінің температуралық коэффициенті $4,15 \cdot 10^{-3}\ \text{град}^{-1}$ -қа тең.

10.10. Ұзындығы $500\ \text{м}$, ал диаметрі $2\ \text{мм}$ мыс сымнан $2\ \text{а}$ -ға тең ток күші өтеді деп, ондағы потенциалдың кемуін табу керек.

10.11. Амперметрдің көрсетуі $3\ \text{а}$, $R_1=4\ \text{ом}$, $R_2=2\ \text{ом}$ және $R_3=4\ \text{ом}$ деп алып, R_1 , R_2 және R_3 кедергілердегі



19-сурет.

потенциалдың кемуін анықтау керек. R_2 және R_3 кедергілердегі I_2 және I_3 ток күштерін табу керек.

10.12. Э. қ. күші $1,1\ \text{в}$ -қа, ал ішкі кедергісі $1\ \text{омға}$ тең элемент $9\ \text{омдық}$ сыртқы кедергімен тұйықталған. Мыналарды: 1) тізбектегі ток күшін, 2) сыртқы тізбектегі потенциалдың кемуін, 3) элементтің ішіндегі потенциалдың кемуін, 4) элементтің қандай п. э. коэффициентпен жұмыс істейтіндігін табу керек.

10.13. Алдыңғы есептегі тізбек үшін сыртқы тізбектегі потенциал кемуінің сыртқы кедергіге байланыстылығының графигін құру керек. Сыртқы кедергіні әрбір $2\ \text{омнан}$ кейінгі $0 \leq R \leq 10\ \text{ом}$ шектікте алу керек.

10.14. Э. қ. күші $2\ \text{в}$ элементтің ішкі кедергісі $0,5\ \text{ом}$ болады. Тізбектегі ток $0,25\ \text{а}$ болғандағы элементтің ішіндегі потенциалдың кемуін анықтау керек. Осы шарттар бойынша тізбектің ішкі кедергісін табу керек.

10.15. Элементтің электр қозғаушы күші $1,6\ \text{в}$ -қа тең, ал оның кедергісі $0,5\ \text{ом}$. Ток күші $2,4\ \text{а}$ болғандағы элементтің п. э. коэффициенті неге тең?

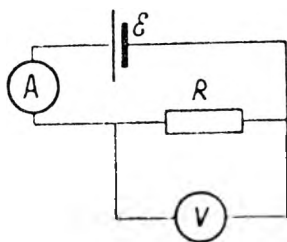
10.16. Элементтің электр қозғаушы күші 6 в -қа тең. Сыртқы кедергі $1,1 \text{ ом}$ болғанда тізбектегі ток 3 а -ге тең болады. Элементтің ішіндегі потенциалдың кемуін және оның кедергісін табу керек.

10.17. Егер элементтің кедергісі ішкі кедергіден n есе кіші болатын болса, онда элементтің ұштарындағы потенциал айырмасы элементтің э. қ. күшінің қандай үлесіне тең болады? Есепті: 1) $n=0,1$, 2) $n=1$, 3) $n=10$ үшін шығару керек.

10.18. Элемент, реостат және амперметр тізбектеп қосылған. Элементтің э. қ. күші 2 в , ал ішкі кедергісі $0,4 \text{ ом}$. Амперметр 1 а ток күшін көрсетеді. Элемент қандай п.э. коэффициентімен жұмыс істейді?

10.19. Э. қ. күштері 2 в , ал ішкі кедергілері $0,3 \text{ ом}$ бірдей екі элемент берілген. Егер: 1) сыртқы кедергілерді $0,2 \text{ омға}$ және 2) 16 омға тең деп алатын болсақ, онда күші үлкен ток алу үшін, осы элементтерді қалай қосу керек (тізбектеп пе немесе параллель ме)? Осы жағдайлардың әрқайсысындағы токтың күшін есептеп шығару керек.

10.20. Вольтметрдің кедергісін шексіз үлкен деп есептеп, схемадағы (20-сурет) амперметр мен вольтметрдің көрсетулері бойынша реостаттың R кедергісін анықтайды. Вольтметрдің кедергісі шын мәнінде R_V -ге тең болады деп тауып, алғаш кедергінің салыстырмалы қатесін табу керек. Есепті $R_V = 1000 \text{ ом}$ және R -дің: 1) 10 ом , 2) 100 ом , 3) 1000 ом -ға тең болатын мәндері үшін шығару керек.

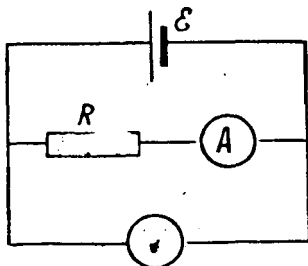


20-сурет.

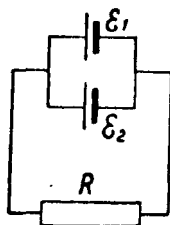
10.21. Амперметрдің кедергісін шексіз кішкене деп есептеп, 21-суреттегі схемада амперметр мен вольтметрдің көрсетулері бойынша реостаттың R кедергісін анықтайды. Амперметрдің кедергісі шындығында R_A -ға тең болады деп алып, алғаш кедергінің салыстырмалы қатесін табу керек. Есепті $R_A = 0,2 \text{ ом}$ және R -дің: 1) 1 ом ,

2) 10 ом, 3) 100 омға тең болатын мәндері үшін шығару керек. \checkmark

10.22. 22-суреттегі схемада $R = 1,4$ омға тең, ал \mathcal{E}_1 және \mathcal{E}_2 — э. қ. күштері бірдей және 2 в-қа тең екі элемент берілген. Осы элементтердің ішкі кедергілері сәйкес



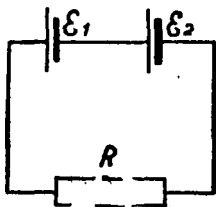
21-сурет.



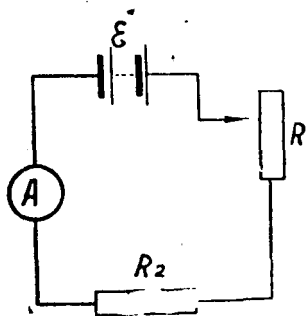
22-сурет.

$r_1 = 10$ ом және $r_2 = 1,5$ омға тең. Осы элементтердің әрқайсысындағы және барлық тізбектегі ток күшін табу керек.

10.23. 23-суреттегі схемада кедергі $R = 0,5$ омға тең, \mathcal{E}_1 және \mathcal{E}_2 — э. қ. күштері бірдей және 2 в-қа тең екі



23-сурет.

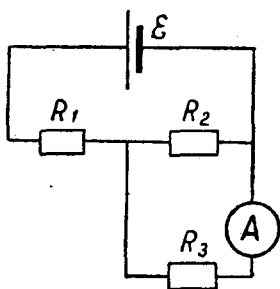


24-сурет.

элемент. Осы элементтердің ішкі кедергілері сәйкес $r_1 = 1$ ом және $r_2 = 1,5$ омға тең. Әрбір элементтің қысқыштарындағы потенциал айырмасын табу керек.

10.24. 24-суреттегі схемада \mathcal{E} — э. қ. күші 20 в-қа тең батарея, R_1 және R_2 — реостаттар. R_1 реостатты тізбектен шығарып тастағанда амперметр 8 а-ге тең ток күшін көрсетеді; реостатты тізбекке енгізген уақытта амперметр 5 а-ді көрсетеді. Реостатты тізбекке толық қосқандағы реостаттардың кедергілерін және олардағы потенциалдың кемуін табу керек. Амперметр мен вольтметрдің кедергілерін есепке алмаймыз.

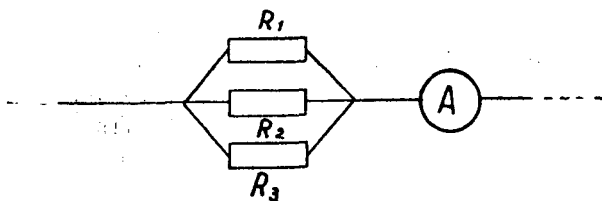
10.25. Элемент, амперметр және кейбір кедергілер тізбектеп жалғанған. Кедергі ұзындығы 100 м-ге, ал көлденең қимасы 2 мм²-ге тең мыс сымнан жасалған; Амперметрдің кедергісі 0,05 ом, ал амперметрдің көрсетуі 1,43 а. Егер, ұзындығы 57,3 м, ал көлденең қимасы 1 мм² алюминий сымнан жасалған кедергіні алсақ, онда амперметрдің көрсетуі 1 а болады. Элементтің э. қ. күшін және оның ішкі кедергісін табу керек.



25-сурет.

10.26. 25-суреттегі схемада амперметрдің көрсеткен ток күшін анықтау керек. Тұйық тізбектегі элементтің қысқыштарындағы кернеу 2,1 в-қа тең; ал $R_1=5$ ом, $R_2=6$ ом және $R_3=3$ ом. Амперметрдің кедергісі есепке алынбайды.

10.27. 26-суреттегі схемада $R_2=20$ ом, $R_3=15$ ом, ал

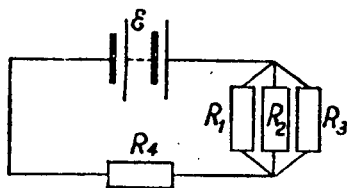


26-сурет.

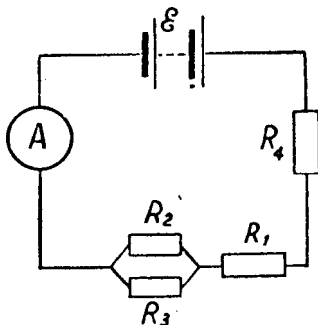
кедергі арқылы өтетін ток күші 0,3 а-ге тең. Амперметрдің көрсетуі 0,8 а. R_1 кедергіні табу керек.

10.28. 27-суреттегі схемада \mathcal{E} — э. қ. күші 100 в-қа тең батарея, $R_1=R_2=40$ ом, $R_3=80$ ом және $R_4=34$ омға тең. Мыналарды: 1) R_2 кедергі арқылы өтетін ток күшін, 2) осы кедергідегі потенциалдың кемуін табу керек. Батареяның кедергісі есепке алынбайды.

10.29. 28-суреттегі схема-

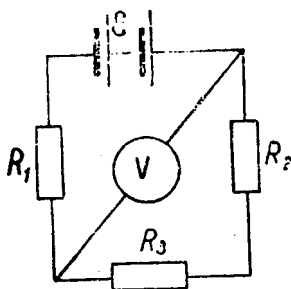


27-сурет.



28-сурет.

да \mathcal{E} — э. қ. күші 120 в-қа тең батарея, $R_3=20$ ом, $R_4=25$ ом және R_1 кедергідегі потенциалдың кемуі 40 в-қа тең. Амперметрдің көрсетуі 2 а-ға тең. R_2 кедергіні табу керек. Батарея мен амперметрдің кедергісі есепке алынбайды.



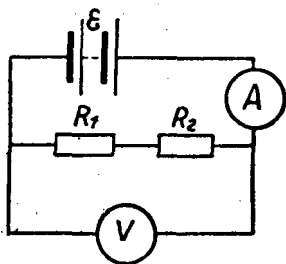
29-сурет.

√ 10.30. 1) Егер $\mathcal{E} = 10$ в, $r = 1$ ом және пайдалы әсер коэффициенті 0,8 болса, онда 28-суреттегі схемада амперметр қандай ток күшін көрсетеді? 2) Егер R_1 кедергідегі потенциалдың кемуі 4 в-қа, ал R_4 кедергідегі потенциалдың кемуі 2 в-қа тең болды десек, R_2 кедергідегі потенциалдың кемуі неге тең болады?

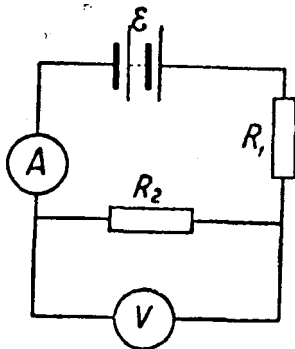
10.31. 29-суреттегі схемада \mathcal{E} — э. қ. күші 100 в-қа тең батарея, $R_1=100$ ом, $R_2=200$ ом және $R_3=300$ ом. Егер вольтметрдің кедергісі 200 омға тең десек, онда оның көрсететін кернеуі қандай болады? Батареяның кедергісі есепке алынбайды.

да \mathcal{E} — э. қ. күші 100 в-қа тең батарея, $R_1=100$ ом, $R_2=200$ ом және $R_3=300$ ом. Егер вольтметрдің кедергісі 200 омға тең десек, онда оның көрсететін кернеуі қандай болады? Батареяның кедергісі есепке алынбайды.

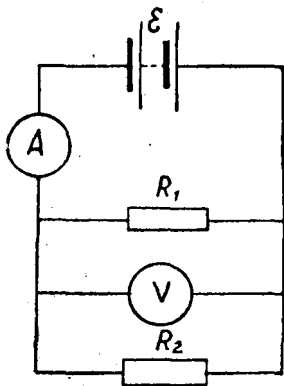
10.32. 29-суреттегі схемада $R_1=R_2=R_3=200$ ом. Вольтметрдің көрсетуі 100 в; вольтметрдің кедергісі $R_V = 1000$ ом. Батареяның э. қ. күшін табу керек. Батареяның кедергісі есепке алынбайды.



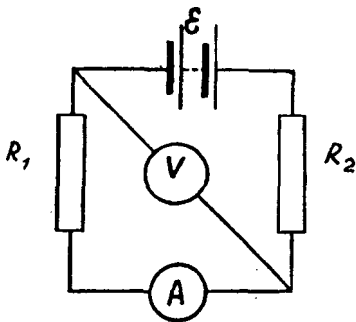
30-сурет.



31-сурет.



32-сурет.



33-сурет.

10.33. 30—33-суреттердегі схемадан амперметр мен вольтметрдің көрсетулерін табу керек. Вольтметрдің кедергісі 1000 ом, батареяның э. қ. күші 110 в, $R_1=400$ ом, $R_2=600$ ом. Амперметр мен батареяның кедергісі есепке алынбайды.

10.34. Кедергісі $0,16 \text{ ом}$ амперметр $0,04 \text{ ом}$ кедергімен шунтталған. Амперметрдің көрсетуі 8 а . Магистральдағы ток күші неге тең?

10.35. 10 а -ге дейінгі тоқты өлшеу үшін, шкаласы 100 бөлікке бөлінген, кедергісі $0,18 \text{ ом}$, амперметр арналған. 1) Осы амперметрмен 100 а -ге дейінгі ток күшін өлшеу үшін қандай кедергі алу керек және оны амперметрмен қалай жалғастырамыз? 2) Осы жағдайда амперметрдің шкаласының бөліну бағасы қалай өзгертін болады?

10.36. 30 в -қа дейінгі потенциал айырмасын өлшеуге шкаласы 150 бөлікке бөлінген, кедергісі 2000 ом вольтметр арналған. 1) Осы вольтметрмен 75 в -қа дейінгі потенциал айырмасын өлшеу үшін қандай кедергі алу керек және оны вольтметрге қалай жалғастырамыз? 2) Осыған қарай вольтметрдің шкаласының бөліну бағасы қалай өзгертін болады?

10.37. Шкаласы 0 -ден 15 ма -ге дейінгі миллиамперметрдің 5 омға тең кедергісі бар. 1) 0 -ден, $0,15 \text{ а}$ -ге дейінгі ток күшін және 2) 0 -ден 150 в -ке дейінгі потенциал айырмасын өлшеу үшін кедергімен комбинацияландырылған (және қайсысымен) приборды қалай жалғастыру керек?

10.38. Қуаты 40 вт 120 -вольттік лампочка берілген. Электр желісінің кернеуі 220 в болғанда лампы қалыпты қызу үшін лампымен тізбектеп қандай қосымша кедергі жалғастыру керек? Осындай кедергіні алу үшін диаметрі $0,3 \text{ мм}$ нихром сымының неше метрін алу керек?

10.39. Қуаттары сәйкес 40 , 40 және 80 вт -қа тең, әрқайсысы 110 в кернеуге есептелінген үш электр лампы берілген. Электр желісіндегі кернеу 220 в болған кезде лампының қызуы біркелкі болу үшін осы үш лампыны қалай жалғастыру керек? Лампылардың қызуы дұрыс болған уақыттағы олардан өтетін ток күшін табу керек.

10.40. Генератордан 100 м жерде тұрған лабораторияда 10 а ток тұтынатын электр қыздыру приборы электр желісіне қосылған. Осы лабораторияда жанып тұрған электр лампыларының қысқыштарындағы кернеу қаншаға кемиді? Жалғастырушы мыс сымының қимасы 5 мм^2 -ге тең.