



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Технический физика
кафедрасы

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА ЖӘНЕ ТЕРМОДИНАМИКА

5B071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін есептеу-
сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2018

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: С.А. Биназаров, С.Н. Сарсенбаева. Молекулалық физика және термодинамика. 5В071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2018. – 28 б.

Әдістемелік нұсқау есептеу-сызба жұмыстарына (ЕСЖ) ұсыныстардан, тапсырмалардың мазмұнынан, оларды орындауға қойылатын талаптардан және қажетті әдебиеттер тізімінен тұрады.

Сурет - 21, кесте - 4, әдеб.атау-15.

Пікір беруші: ӨЖЭ каф. доценті, PhD докторы С.Қ. Абильдинова

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2018 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2018 ж.

Кіріспе

Молекулалық физика және термодинамика әртүрлі заттың физикалық қасиеттерін оның құрылысы мен молекулаларының жылулық қозғалысының сипаты арқылы зерттейтін физиканың саласы. Ол заттың құрылысы туралы ілімдер – термодинамикамен, статистикалық физикамен және заттың агрегаттық күйінің өзгеру теориясын қарастыратын физиканың тарауы – фазалық ауысулармен тығыз байланысты. Молекулалық физика және термодинамика курсы оқып үйрену жоғары техникалық оқу орнының түлектерінің инженерлік-техникалық білімінің, дағдысы мен машықтарының негізін құрайды. Олардың ғылыми дүниетанымын қалыптастырады.

Курстың негізгі мақсаттары:

- молекулалық физика және термодинамика теориялары мен оның негізгі заңдарын, сондай-ақ физикалық зерттеулер әдістерін қолдану арқылы студенттердің біліктіліктері мен дағдыларын қалыптастыру;

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

Молекулалық физика және термодинамика курсына: идеал газдың молекула-кинетикалық теориясы, газдардың элементар кинетикалық теориясы, нақты газдар, термодинамика негіздері, кристалдық күй, сұйық күй, фазалық тепе-теңдіктер мен фазалық ауысулар тараулары оқытылады.

Студенттердің молекулалық физика және термодинамиканы оқып үйренуде алған білімдері мен біліктіліктері «Физика», «Физика-1», «Физика-2» таңдау пәндері, «Жылу техникасының теориялық негіздері», «Жылу техникасы», «Жылу техникалық өлшеулер мен қондырғылар» «Жылуэнергетикалық құралғылардың термодинамикалық негізгі циклдары», «Жылу машиналарының термодинамикасы», « Гидрогазодинамика», «Сұйық газ механикасы» сияқты техникалық пәндерді оқуда негіз бола алады.

Молекулалық физика және термодинамика курсы 4 кредиттен (модульден) тұрады, күндізгі оқу бөлімінің студенттері күрделілігіне қарай үш деңгейге бөлінген (А,В,С - деңгейлерді таңдау бойынша) модуль ретіне, сәйкес есептеу-сызба жұмыстарын орындайды. Нұсқаның нөмірін студенттің өзі таңдап, оны машықтану сабағын жүргізетін оқытушы бекітеді.

1 «Молекулалық физика және термодинамика» пәнін оқып үйренудегі ұсыныстар

Пәнді оқып үйрену барысында, студент, молекулалық физика бойынша серпінділік, тұтқырлық, пластикалық сияқты заттың механикалық қасиеттерін анықтайды. Заттың түрлі агрегаттық күйін молекулалардың жылулық қозғалысының ерекшеліктерімен түсіндіретін статистикалық әдіспен танысады. Термодинамиканы оқып үйрену барысында жылулық қозғалыстың заңдылықтарын және оның заттың физикалық қасиеттеріне тигізетін ықпалын энергетикалық тұрғыдан қарастырады.

Идеал газдың молекула-кинетикалық теориясы тарауында мыналарды: идеал газдың негізгі заңдары, Менделеев-Клапейрон және газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеулерін, идеал газ молекулаларының жылдамдықтар бойынша таралуы, Максвелл заңы, Больцманның таралу заңы, барометрлік формула, молекуланың еркін жүру жолының орташа ұзындығы, тасымал құбылыстарын түсіндіретін заңдылықтар мен негізгі формулаларды түсініп алған дұрыс.

Физикалық процестерді энергетикалық тұрғыдан қарастырған кезде термодинамика заңдарын, көлем өзгерген кезде дененің істейтін жұмысы, жылу мөлшері және жылу сыйымдылығы, идеал газдың ішкі энергиясы және молекуланың еркіндік дәрежесі, термодинамиканың бірінші бастамасын изопроцестерде қолдану, Карно циклі, жылу машинасының ПӘК-і, энтропияға есептер шығара білу керек.

Нақты газдар және фазалық өзгерістер жайлы білу де аса маңызды сұрақ болып табылады. Онда нақты газдар қасиеттерінің идеал газдың қасиеттерінен өзгеше болу себептері қарастырылады. Өзінің физикалық қасиеттері жағынан басқа тепе-тең күйлерде болатын заттардан мүлдем өзгеше, термодинамиканың тепе-тең күйдегі заттары туралы түсініктердің физикалық мағыналарын айыру керек.

Сондай-ақ, макроскопиялық жүйенің физикалық қасиеттерін зерттеудің бір-бірінен ерекшеленетін және бір-бірін толықтырып тұратын статистикалық және термодинамикалық әдістерін меңгеру қажет.

2 Есептеу-сызба жұмыстарын орындауға және тапсыруға қойылатын жалпы талаптар

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

- есептің мағынасын түсіне білу, мазмұнына талдау жасап, берілген жүйе немесе дене қандай жағдайда қарастырылып отырғанын ойластырып алып, есептің мағынасын аша түсетіндей және әрі 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.

Есептеу-сызба жұмыстары (А4 форматтағы) параққа жазылып тапсырылады.

Титул парағы 1-ші бетінің толтырылуы төмендегідей:

«Молекулалық физика және термодинамика»

пәні бойынша №1 ЕСЖ, 1-нұсқа

ТЭк – 18 –1 тобының студенті Б. Абдуллин.

Әр жұмыс бөлек орындалады. Жұмыс таза, суреттер – сызғыштың көмегімен, қарындашпен салынылуы керек. Есептің шарты қысқартусыз толығымен жазылады және «Берілгені» деп басталып, жалпыға бірдей белгілеулермен белгіленуі тиіс. Әрбір есеп физикалық шамалардың мағыналарын түсіндіретін анықтамалармен, физикалық заңдылықтармен, үлгі 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.

Бетте оқытушының ескертпесі мен түзетулеріне орын қалдырылуы керек.

Жұмысының аяғында студенттің тапсырмаларды орындау үшін пайдаланылған әдебиеттердің тізімі көрсетіледі.

3 Есеп шығару үлгісі

1 есеп. Көлемі $V=10$ л баллонға, $p_1=1$ МПа қысымыдағы, $T_1=300$ К температурада гелий толтырылған. Одан мссасы $m=10$ г гелий алынған соң, баллондағы температура $T_2=290$ К-ға төмендеді. Баллонда қалған гелийдің p_2 қысымын анықтаңыз.

Берілгені:	ХБЖ	Есепті шығару үшін Менделеев-Клапйрон
$V=10$ л	$V=10 \cdot 10^{-3}$ м ³	теңдеуін пайдаланып, газдың соңғы күйі үшін
$p_1=1$ МПа	$p_1=1 \cdot 10^6$ Па	былай жазамыз: $p_2 V = m_2 / \mu \cdot RT_2$. (1)
$T_1=300$ К	$T_1=300$ К	мұндағы m_2 –гелийдің баллондағы соңғы
		5

$m=10 \text{ г}$ $m=10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ күйдегі массасы, μ – гелийдің молярлық массасы, R - универсал газ тұрақтысы.

 (1) формуладан p_2 қысымды табамыз:

$p_2 = ?$ $p_2 = m_2 / \mu \cdot RT_2 / V.$ (2)

Гелийдің m_2 массасын, бастапқы күйдегі баллондағы m_1 массадан одан алынған m массаны алып тастау арқылы табамыз:

$$m_2 = m_1 - m. \quad (3)$$

Бастапқы күйдегі баллондағы m_1 массаны бастапқы күйдегі деп алып, Менделеев-Клапйрон теңдеуінен табамыз:

$$m_1 = \mu p_1 V / RT_1. \quad (4)$$

(3) теңдікке (4) формуладағы m_1 –ді қойып, содан соң табылған мәнді (2) формулаға қоя отырып p_2 табамыз:

$$p_2 = ((\mu p_1 V / RT_1) - m) \cdot RT_2 / \mu V$$

немесе түрлендіріп, қысқартудан кейін p_2 мынаған тең болады:

$$p_2 = (T_2 / T_1) \cdot p_1 - m / \mu \cdot RT_2 / V. \quad (5)$$

Гелийдің молярлық массасы $\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, $R=8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ екендігін ескере отырып:

$$p_2 = (290/300) \cdot 10^6 - (10^{-2} / 4 \cdot 10^{-3}) \cdot (8,31/10^{-2}) \cdot 290 = 3,64 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,364 \text{ МПа}.$$

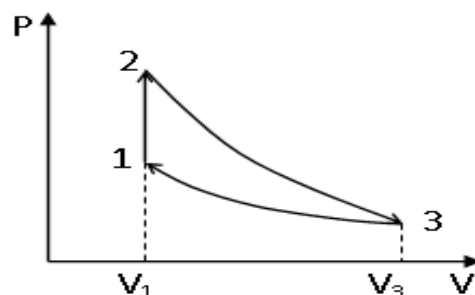
Жауабы: $p_2 = 0,364 \text{ МПа}$.

2 есеп. (А.1 сурет) Жылу машинасы идеал газбен 1-2 изохоралы қыздыру, 2-3 адиабаталық ұлғаю, 3-1 изотермалық сығылу процестерінен тұратын қайтымды цикл жасайды. Цикл кезіндегі температураның максимал мәні $T_{\max} = 400\text{К}$, ал минимал мәні – $T_{\min} = 300 \text{ К}$. Циклдің ПӘК-ін табыңыз. Егер жылу машинасы қайтымды Карно циклымен қыздырғыш пен суытқыштың температураларының осындай мәнімен жұмыс жасаса, машинаның ПӘК қандай болар еді?

Берілгені:
 $T_{\max} = 400\text{К}$
 $T_{\min} = 300 \text{ К}$

 $\eta = ?$

Берілген циклдің P-V диаграммасын саламыз:



1 сурет

Жылу машинасының ПӘК-і:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} .$$

Жүйенің алатын Q_1 және беретін – Q_2 жылуын табу үшін термодинамиканың 1-бастамасын пайдаланамыз:

1-2, изохоралық қыздыру: $A = 0, Q_{12} = \Delta U = Q_1 = \nu C_V (T_2 - T_1) .$

2-3, адиабаталық ұлғаю: $Q_{23} = 0 .$

3-1, изотермалық сығылу: $\Delta U = 0, Q_{31} = A_{31} = |Q_2| = \nu RT_1 \ln \frac{V_3}{V_1}$.

Диаграммдан $T_{\max} = T_2, T_{\min} = T_1$ екендігі көрініп тұр. Сондықтан

$$\eta = \frac{\nu C_V (T_2 - T_1) - \nu RT_1 \ln \frac{V_3}{V_1}}{\nu C_V (T_2 - T_1)} \quad (1)$$

Көлемдердің $\frac{V_3}{V_1}$ қатынасын температуралардың $\frac{T_2}{T_1}$ қатынасымен

алмастырып, адиабата 2-3 теңдеуін пайдаланып және $V_1 = V_2$ екендігін ескеріп, былай жазуға болады:

$$T_2 V_1^{\gamma-1} = T_1 V_3^{\gamma-1};$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (2)$$

(2) теңдеуді (1)-ге қойсақ

$$\eta = 1 - \frac{RT_1}{C_V} \cdot \frac{\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)}{(\gamma - 1)(T_2 - T_1)}$$

Теңдеуді түрлендіреміз

$$\frac{R}{C_V (\gamma - 1)} = \frac{R}{C_V \left(\frac{C_P}{C_V} - 1 \right)} = \frac{RC_V}{(C_P - C_V)C_V} = 1$$

Соңында

$$\eta = 1 - \frac{T_1 \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)}{T_2 - T_1} = \frac{300 \ln \left(\frac{4}{3} \right)}{400 - 300} = 0,138$$

Карно циклі бойынша

$$\eta_K = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{400 - 300}{400} = 0,250$$

Жауабы: $\eta = 13,8\%$; $\eta_K = 25,0\%$.

3 есеп. Неон (Ne) және сутегі (H₂) газдарын идеал газдар деп алып, тұрақты көлемдегі және тұрақты қысымдағы меншікті жылу сыйымдылықтарын есептеңіз.

Берілгені:

Ne | Идеал газдардың меншікті жылу сыйымдылықтары мына
H₂ | формулалармен анықталады:

$$C_V - ? \quad C_V = (i / 2) \cdot R / \mu \quad (1)$$

$$C_P - ? \quad C_P = (i + 2 / 2) \cdot R / \mu, \quad (2)$$

мұндағы: i – газ молекуласының еркіндік дәрежесінің саны;
 μ – молярлық масса.

Неон үшін (бір атомды газ) $i=3$ және $\mu =20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

(1) және (2) формулалардан:

$$C_V = (3 / 2) \cdot 8,31 / 20 \cdot 10^{-3} = 6,24 \cdot 10^2 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{К)};$$

$$C_P = (3 + 2 / 2) \cdot 8,31 / 20 \cdot 10^{-3} = 1,04 \cdot 10^3 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{К)}.$$

Сутегі үшін (екі атомды газ) $i=5$ және $\mu =2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

(1) және (2) формулалардан:

$$C_V = (5 / 2) \cdot 8,31 / 2 \cdot 10^{-3} = 1,04 \cdot 10^4 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{К)};$$

$$C_P = (5 + 2 / 2) \cdot 8,31 / 2 \cdot 10^{-3} = 1,46 \cdot 10^4 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{К)}.$$

Жауабы: $C_V = 1,04 \cdot 10^4$ Дж / (кг·К);

$C_P = 1,46 \cdot 10^4$ Дж / (кг·К).

4 № 1 ЕСЖ. Заттың молекула-кинетикалық теориясы. Идеал газ заңдары тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: денелердің әртүрлі қасиеттерін және зат күйінің өзгерістерін молекула-кинетикалық теория тұрғысында түсіну және МКТ-ның негізгі заңдарын меңгеру.

1 кесте - Күндізгі оқу орындарындағы студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	В.С. Волькенштейн «Жалпы физика курсының есептер жинағы»-М.,2012	Байпақбаев Т.С., Карсыбаев М.Ш. Жалпы физика курсының есептер жинағы. -А., 2014	Физика: Задания к практическим занятиям /Под общ.ред.Ж.П. Лагутиной-М., эл. варианте.	Қосымшалар
A.1	5.7	2.2; 2.28; 2.51	8.3	A.3
A.2	5.1	2.3; 2.37; 2.49;	8.10	A.2
A.3	5.14	2.4; 2.36; 2.52;	8.19	A.1
A.4	5.6	2.5; 2.38; 2.53;	8.20	A.5
A.5	5.17	2.6; 2.39; 2.54	8.22	A.6
A.6	5.3	2.7; 2.40; 2.52;	8.25	A.4
A.7	5.15	2.8; 2.46; 2.26	8.26	A.14
A.8	5.12	2.9; 2.44; 2.27	8.27	A.23
A.9	5.9	2.10; 2.47; 2.29	8.29	A.7
A.10	5.5	2.11; 2.40; 2.30	8.30	A.9
B.11	5.16	2.12; 2.41; 2.32	8.11	A.8
B.12	5.20	2.13; 2.42; 2.93	8.33,	A.11
B.13	5.25	2.14; 2.43; 2.31	8.34, ,	A.10
B.14	5.13	2.15; 2.41; 2.34	8.7,	A.12
B.15	5.11	2.16; 2.45; 2.45	8.32,	A.15
B.16	5.8	2.17; 2.50; 2.42	8.6,	A.17
B.17	5.23	2.18; 2.35; 2.49	8.31	A.16
B.18	5.26	2.19; 2.38; 2.47	8.21	A.18
B.19	5.54	2.20; 2.75; 2.50	8.29	A.21
B.20	5.21	2.21; 2.38; 2.51	8.9,	A.20
C.21		2.22; 2.17; 2.52	8,31;8.28	A.22
C.22		2.23; 2.46; 2.48	8.32, 8.19	A.25
C.23		2.24; 2.33; 2.99	8.35, 8.8,	A.24
C.24		2.25; 2.32; 2.48	8.34, 8.12,	A.13
C.25		2.26; 2.34; 2.43	8.36, 8.30	A.19

А қосымшасы

А.1 Есепте берілген шамалар бойынша газ молекуласының орташа квадраттық жылдамдығын есептеуге бола ма? а) $\langle W_{\text{ит}} \rangle$, M ; б) p , M , n ; в) p , ρ . Жауабын түсіндіріңіз.

А.2 Газдың қысымы p оның тығыздығына ρ тура пропорционал болған жағдайда, газ қысымын арттырсақ, молекуланың жылулық жылдамдығы өзгере ме? Себебін түсіндіріңіз.

А.3 Егер: а) тұрақты температурада газ молекулалары диссоцияланса; б) молекулалардың концентрациясы тұрақты, ал температурасы өзгерсе газ қысымы өзгере ме? Жауабын түсіндіріңіз.

А.4 Газдың қысымы $p \approx n \langle W_{\text{ит}} \rangle$. Қандай изопроцестерде n өсуімен қатар $\langle W_{\text{ит}} \rangle$ өседі? Жауабын түсіндіріңіз.

А.5 Газдың қысымы $p \approx n \langle W_{\text{ит}} \rangle$. Қандай изопроцестерде n өссе $\langle W_{\text{ит}} \rangle$ кемиді? Жауабын түсіндіріңіз.

А.6 Массасы тұрақты қандай да бір газ бір тепе-теңдік күйден екінші күйге көшеді. Молекулалардың жылдамдықтары бойынша таралу графигінде: а) Максвелл таралу қисығының максимумының орны; б) осы қисықтың ауданы өзгере ме? Егер өзгерсе, неліктен?

А.7 Газдың тығыздығын ρ және молярлық массасын M біле отырып, көлем бірлігіндегі молекула санын табыңыз. Бұл физикалық шама қалай аталады?

А.8 Қандай да бір мөлшердегі бір атомды газы бар ыдыс ν жылдамдықпен келе жатып, кілт тоқтайды. Осы кезде молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығының квадраты қаншаға өседі? Орташа квадраттық жылдамдық дегеніміз не?

А.9 Қалыпты атмосфералық қысымдағы оттегін тығыздығы қалыпты жағдайдағы азоттың тығыздығына тең болу үшін, қандай температураға дейін қыздыру керек?

А.10 Тығыз жабылған ыдыстың қақпағын ыссы су ағынына ұстағанда, қақпақтың неліктен жеңіл ашылатындығын түсіндіріңіз.

А.11 Массалары m_1, m_2, m_3 және оларға сәйкес молярлық массалары M_1, M_2, M_3 әртүрлі идеал газдан тұратын қоспа берілген. Осындай қоспаның күй теңдеуін мына теңдеумен $pV = \frac{m}{M}RT$ өрнектеуге болатынын көрсетіңіз, мұндағы m - қоспаның массасы. M -ді тауып, оның нені анықтайтынын түсіндіріңіз.

А.12 Газ заңдары. Газ заңдарында молекуланың өлшемі неліктен ескерілмейтіндігін түсіндіріңіз?

А.13 Жерден жоғары қарай көтерілген сайын, атмосферадағы N_2 молекула сандарының O_2 молекула сандарына қатынасының өсуін түсіндіріңіз?

А.14 Микро және макроскопиялық параметрлер. Температура макроскопиялық немесе микроскопиялық айнымалы шамаға жата ма ?

А.15 Шарль заңын молекула-кинетикалық теория тұрғысынан және орташа кинетикалық энергия мен абсолют температураның байланысы арқылы түсіндіріңіз.

А.16 Гей-Люссак заңын молекула-кинетикалық теория тұрғысынан және орташа кинетикалық энергия мен абсолют температураның байланысы арқылы түсіндіріңіз.

А.17 Ішкі энергия. Неліктен термодинамика мен молекулалық физикада ішкі энергияның шамасын есептегенде, атом мен иондағы электрондардың және ядродағы нуклондардың байланыс энергияларын ескермейміз?

А.18 Изотермиялық, изобаралық және изохоралық процестер үшін, идеал газ тығыздығының температураға тәуелділік графигін сызып, оларды түсіндіріңіз.

А.19 Егер газды тез қыссақ (мысалы, поршеньді сығу), онда оның температурасы өседі. Поршень астындағы газдың көлемін ұлғайтсақ, газ суыйды. Температураның өзгеруін молекула-кинетикалық теория тұрғысынан түсіндіріңіз. Молекулалардың қозғалыстағы поршеньмен соқтығысуын ескеріңіз.

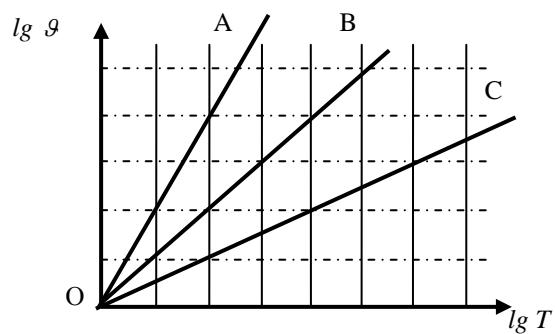
А.20 Жылдамдықтың v айнымалы шамасынан $U = g / g_{\text{ық}}$ айнымалы шамасына өте отырып, Максвелдің таралу функциясын түрлендіріңіз, мұндағы $g_{\text{ық}}$ - молекулалардың ең ықтимал жылдамдығы.

А.21 а) изобаралық; б) изотермиялық процестерде газ көлемін ұлғайтсақ динамикалық тұтқырлық η қалай өзгереді?

А.22 Изотермиялық ұлғаю кезінде а) молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы; б) молекулалардың орташа еркін жүру жолы неге және қалай өзгереді?

А.23 Газ жабық ыдыста тұр. а) 1 с уақыт ішіндегі молекуланың басқа молекулалармен соқтығысуының орташа саны; б) молекуланың орташа еркін жүру жолы-молекулалардың жылулық қозғалысының орташа жылдамдығынан тәуелді бола ма және неліктен?

А.24 (А.2 сурет) Суреттегі түзулердің қайсысы молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығының температураға тәуелділігін логарифмдік масштабта дұрыс көрсетеді? Жауабын түсіндіріңіз.



А.2 сурет

А.25 Газ молекуласының еркін жүру жолының орташа ұзындығының өзгерісін түсіндіріңіз: а) изобаралық қыздырғанда; б) қысымын изотермиялық өсіргенде. Молекуланың әсерлік диаметрі тұрақты. Молекуланың еркін жүру жолының орташа ұзындығының температураға тәуелді графигін құрыңыз $\langle l \rangle = \langle l \rangle(T)$.

5 №2 ЕСЖ. Статистикалық физика элементтері. Жылу құбылыстары тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: газ күйіндегі заттың негізгі қасиеттерін және газда болып өтетін құбылыстарды сапа жағынан ғана емес, сандық жағынан да түсіндіре алуды меңгеру және газдың ыдыс қабырғаларына түсіретін қысымын есептеп шығара алуға үйрету.

2 кесте - Күндізгі оқу орындарындағы студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	В.С. Волькенштейн «Жалпы физика курсының есептер жинағы»-М., 2012.	Байпақбаев Т.С., Карсыбаев М.Ш. Жалпы физика курсының есептер жинағы. -А., 2014.	Қосымшалар
A.1	5.98	2.55; 2.104; 2.80	Б.2
A.2	5.103	2.56; 2.102; 2.81;	Б.1
A.3	5.99	2.57; 2.105; 2.82;	Б.3
A.4	5.101	2.58; 2.109; 2.83	Б.6
A.5	5.100	2.59; 2.101; 2.89;	Б.8
A.6	5.96	2.60; 2.103; 2.84;	Б.10
A.7	5.113	2.61; 2.106; 2.85;	Б.9
A.8	5.110	2.62; 2.107; 2.87;	Б.11
A.9	5.107	2.54; 2.108; 2.66;	Б.4
A.10	5.105	2.65; 2.111; 2.65;	Б.5
Б.11	5.112	2.66; 2.112; 2.90;	Б.7
Б.12	5.118	2.68; 2.113; 2.95;	Б.12
Б.13	5.119	2.70; 2.114; 2.98;	Б.15
Б.14	5.111	2.75; 2.116; 2.91;	Б.13
Б.15	5.106	2.72; 2.117; 2.92;	Б.14
Б.16	5.129	2.74; 2.118; 2.93;	Б.18
Б.17	5.131	2.76; 2.119; 2.98;	Б.17
Б.18	5.127	2.79; 2.120; 2.96;	Б.19
Б.19	5.134	2.69; 2.124; 2.94;	Б.20
Б.20		2.71; 2.128; 2.97;	Б.22
С.21		2.72; 2.122;	Б.21
С.22		2.73; 2.123;	Б.23
С.23		2.74; 2.124;	Б.25
С.24		2.75; 125;	
С.25		2.76; 2.126;	Б.24

Б қосымшасы

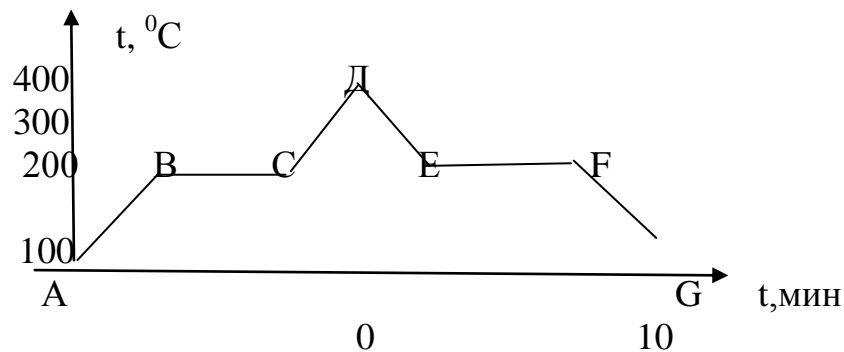
Б.1 Максвелл және Больцманның таралу заңдарын қолданып, не себептен Айда атмосфера болмайтынын, ал Жерде атмосфераның шашырау жылдамдығы өте аз екенін түсіндіріңіз.

Б.2 Тепе-теңдіктің әртүрлі уақыт мерзімінде орнайтындығы белгілі. Диффузия үшін тығыздықтың теңгерілуінің уақытқа тәуелділігін Фик теңдеулерін және физикалық шамалардың өлшем бірліктерін пайдалана отырып анықтаңыз.

Б.3 Идеал газдың молекулаларының жылдамдық бойынша таралуы туралы Максвелл заңы. Максвеллдің жылдамдық бойынша таралу қисығы ассиметриялы болып келеді. Бұл нені білдіреді?

Б.4 Тасымалдау құбылыстары, кейбір жағдайда тасымалдау құбылысын үш ұқсастық деп атайды. Фик, Фурье, Ньютон заңдарын біріктіретін тасымалдау теңдеуін жазып, түсіндіріңіз.

Б.5 (Б.3 сурет) Суретте қалайы температурасының өзгеру графигі көрсетілген. Осы сызбаның қай бөлігі қалайының еруіне, сұйық қалайыны қыздыруға, қатты қалайыны суытуға сәйкес келетіндігін анықтаңыз.



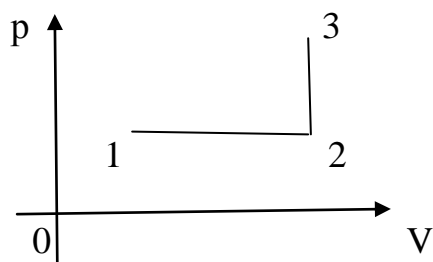
Б.3 сурет

Б.6 Суға тасталынған қатты тұз, ерігеннен кейін, біраз уақыттан соң сұйықтың барлық жеріне біркелкі таралады. Оны қалай түсіндіруге болады?

Б.7 Қатты үрленген және тығыз байланған балалардың резенке шары, неге бірнеше күннен соң бос үрленгендей болып қалады?

Б.8 Әйнек молекулаларының арасында тартылыс күші бар. Стақанды сындырғаннан кейін, неліктен, оның сынықтарын қайтадан бір-біріне құрастыра алмаймыз?

Б.9 (Б.4 сурет) Суретте pV координатасындағы идеал газ күйінің өзгеру сызбасы берілген. Осы процестің VT координатасындағы сызбасын сызып көрсетіңіз.

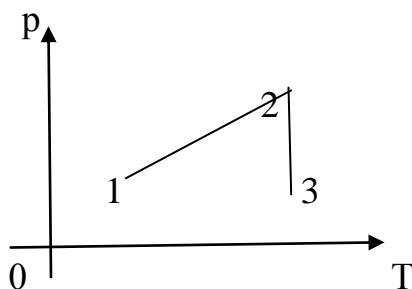


Б.4 сурет

Б.10 Жазғы уақытта таңғы салқында, бір алқаптағы өсімдіктердің біріне шық түседі, ал енді біріне шық түспейді. Неліктен?

Б.11 Электр тоңазытқыштағы жабылмай қалған азық-түлік неліктен тез кеуіп қалады?

Б.12 (Б.5 сурет) суретте pT координатасындағы идеал газ күйінің өзгеру сызбасы берілген. Осы процестің pV координатасындағы сызбасын сызып көрсетіңіз.



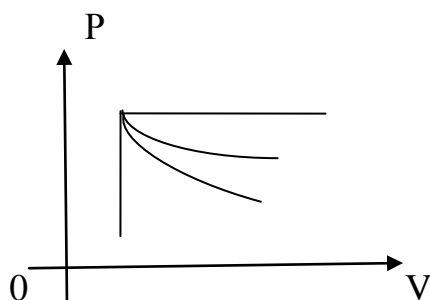
Б.5 сурет

Б.13 Ауа ылғалдығының өзгеруіне байланысты, топырақтағы су буының қысымы өзгере ме?

Б.14 Газ қысымының өзгерісі қандай жағдайда үлкен болады: оның көлемі адиабаталық кемігенде ме әлде изотермалық кемігенде ме?

Б.15 Төрт тактілі іштен жану двигателіндегі қай тактілерін адиабаталық деп есептеуге болады?

Б.16 (Б.6 сурет) суреттегі: (жоғарыдан төмен қарай) изобаралық, изотермиялық, адиабаталық және изохоралық процестердің қайсысында ең көп жұмыс жасалады?



Б.6 сурет

Б.17 Баяу адиабаталық процесті мына ыдыстардың қайсысында жүзеге асыруға болады: шыны колбада ма? калориметрде ме? Дьюар ыдысында ма?

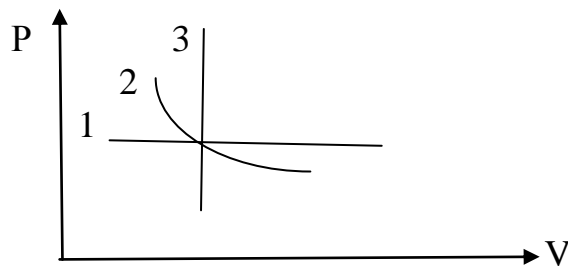
Б.18 Бөлшектерді беріктігі үшін, оны қатты қыздырғаннан кейін неге суға немесе майға салады?

Б.19 Егер, газ молекулаларының концентрациясын үш есеге арттырып, ал молекулаларының орташа жылдамдығын үш есеге кемітсек газдың қысымы қалай өзгереді?

Б.20 Жабық ыдыстағы газ молекулаларын серпімді шариктер деп есептеп, олардың бірдей жылдамдықтармен қозғалулары мүмкін емес екендігін дәлелдеңіз.

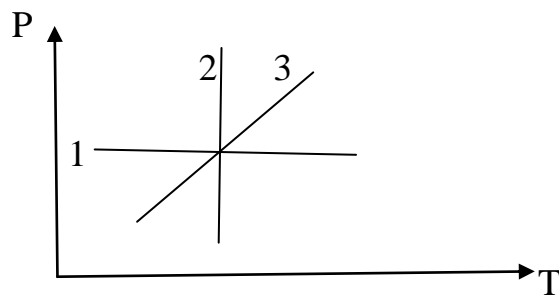
Б.21 Тұрақты қысымдағы газды қыздыру үшін, сондай массадағы газды тұрақты көлемде, сондай градуспен қыздырғанға қарағанда көп энергия жұмсалады. Неліктен?

Б.22 (Б.7 сурет) барлық изопараметрлік процестер салынған суретті талдап беріңіз:



Б.7 сурет

Б.23 (Б.8 сурет) барлық изопараметрлік процестер салынған суретті талдап беріңіз:



Б.8 сурет

Б.24 Іштен жану двигателін не үшін суытады және қалай суытады?

Б.25 Көп цилиндрлі двигательдің бір цилиндрлі двигательден артықшылығы неде?

6 №3 ЕСЖ. Термодинамика негіздері тақырыбына тапсырмалар

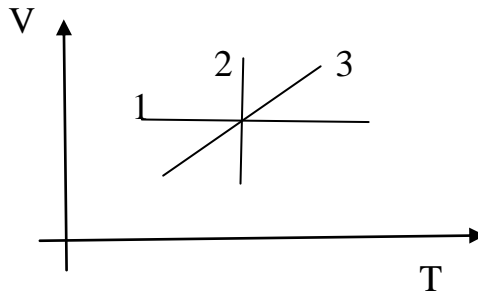
Мақсаты: идеал газ моделі жоғары қысымда және төменгі температурада жарамайтындығына көз жеткізе отырып, нақты газдар қасиеттерінің идеал газдың қасиеттерінен өзгеше болу себептерін түсіндіру және ол өзгерістерді есептер шығаруда пайдалана алуды үйрету.

3 кесте - Күндізгі оқу орындарындағы студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	В.С. Волькенштейн «Жалпы физика курсының есептер жинағы»-М., 2012.	Байпақбаев Т.С., Карсыбаев М.Ш. Жалпы физика курсының есептер жинағы. -А., 2014.	Физика: Задания к практическим занятиям /Под общ.ред. Ж.П. Лагутиной-М., эл. варианте.	Қосымшалар
A.1	6.4; 7.8; 7.56; 8.6	2.129; 2.104	9.1	B.4
A.2	6.19; 7.1; 7.53; 8.10	2.130; 2.105	9.3	B.2
A.3	6.3; 7.11; 7.55; 8.3	2.131; 2.106	9.5	B.3
A.4	6.22; 7.24; 7.48; 8.19	2.132; 2.108	9.8	B.1
A.5	6.1; 7.7; 7.57; 8.11	2.140; 2.107	9.10	B.11
A.6	6.21; 7.1; 7.56; 8.7	2.137; 2.109	9.11	B.12
A.7	6.6; 7.23; 7.69; 8.5	2.133; 2.110	9.15	B.13
A.8	6.17; 7.10; 7.70; 8.21	2.134; 2.111	9.18	B.14
A.9	6.54 7.5; 7.52; 8.16	2.136; 2.112	9.21	B.5
A.10	6.24; 7.6; 7.64; 8.9	2.135; 2.113	9.30	B.6
B.11	6.2; 7.22; 7.71; 8.23	2.139; 2.114	9.28	B.7
B.12	6.16; 7.27; 7.83; 8.36	2.141; 2.115	9.25	B.18
B.13	6.11; 7.35; 7.74; 8.39	2.149; 2.116	9.24	B.19
B.14	6.7; 7.29; 7.77; 8.33	2.146; 2.117	9.23	B.8
B.15	6.19; 7.34; 7.81; 8.40	2.145; 2.118	9.22	B.9
B.16	6.20; 7.30; 7.71; 8.36	2.146; 2.119	9.21	B.10
B.17	6.18; 7.36; 7.65; 8.32	2.147; 2.120	9.31	B.15
B.18	6.15; 7.38; 7.84; 8.38	2.149; 2.121	9.33	B.16
B.19	6.14; 7.40; 7.80; 8.28	2.142; 2.122	9.32	B.17
B.20	6.26; 7.37; 7.73; 8.41	2.143; 2.123	9.30	B.25
C.21		2.144; 2.124	9.14, 9.39,	B.20
C.22		2.149; 2.125	9.15, 9.38,	B.21
C.23		2.150; 2.126	9.16, 9.41,	B.22
C.24		2.152; 2.127	9.17, 9.42,	B.23
C.25		2.153; 2.128	8.45, 9.18, 9.43,	B.24

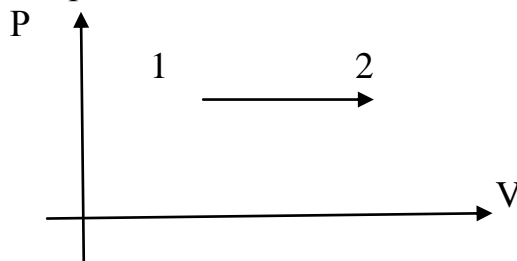
В қосымшасы

В.1 (В.9 сурет) Барлық изопараметрлік процестер салынған суретті талдап беріңіз:



В.9 сурет

В.2 (В.10 сурет) 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде идеал газдың температурасы қалай өзгереді?



В.10 сурет

В.3 Реактивтік двигательде қыздырғыш пен суытқыштың міндетін не атқарады?

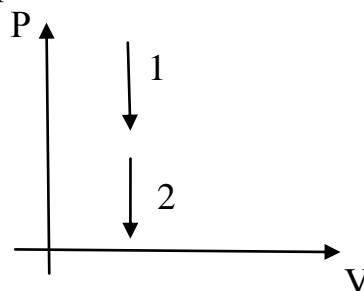
В.4 Неліктен, температураның өсуімен бірге броуындық қозғалыс пен диффузияның интенсивтігі артады?

В.5 Машинаның радиаторының қақпағын ашар кезде техника қауіпсіздігі ережесі бойынша жүргізуші жел соғып тұрған жаққа тұрып бетін қолымен қалқалап барып ашуы керек. Бұл талап немен байланысты?

В.6 Кез келген сұйықтың еркін беті неліктен айнадай жарқырап тұрады?

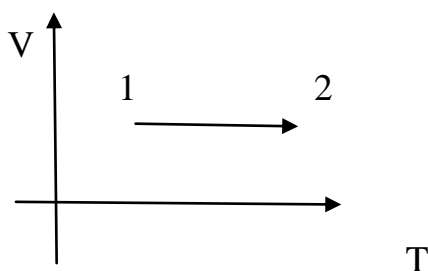
В.7 Кристалл және аморфты денелердің температуралары еру процесі кезінде өзгере ме?

В.8 (В.11 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде температурасы қалай өзгереді?



В.11 сурет

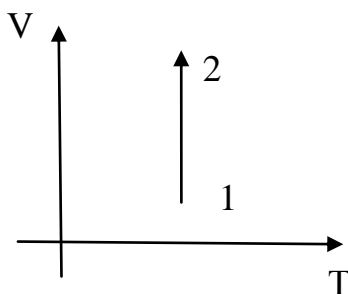
В.9 (В.12 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде қысымы қалай өзгереді?



В.12 сурет

В.10 Кез келген дене температураға байланысты газ, сұйық және қатты күйлерде бола алады. Берілген дене үшін, оның бір күйден екінші күйге өту температурасы неге тәуелді болады?

В.11(В.13 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде көлемі қалай өзгереді?



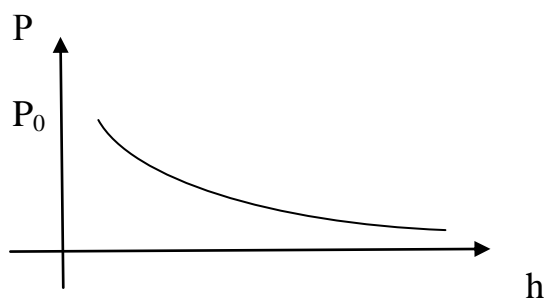
В.13 сурет

В.12 Идеал газдардың қасиетін сипаттайтын заңдылықтарды атаңыз және оларға түсінік беріңіз.

В.13 Максвелл заңы – статистикалық заңдылық, себебін түсіндіріңіз.

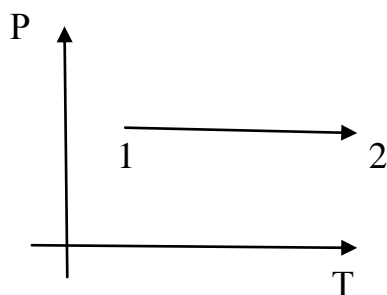
В.14 Универсал газ тұрақтысының физикалық мәнін түсіндіріңіз.

В.15 (В.14 сурет) берілген суреттен нені байқауға болады және оны қандай формула арқылы түсіндіресіз.



В.14 сурет

В.16 (В.15 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде көлемі қалай өзгереді?

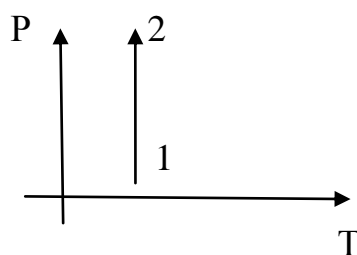


В.15 сурет

В.17 Физикалық кинетика – денелердің тепе-тең күйден ауытқыған кезде пайда болатын құбылыстарды қарастыратын сала. Ол қандай құбылыстар және оларды түсіндіріп мысалдар келтіріңіз?

В.18 Ауадан оптикалық тығызырақ ортаға, яғни, сыну көрсеткіші үлкен ортаға өткенде жарықтың түсі өзгере ме?

В.19 (В.16 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде көлемі қалай өзгереді?



В.16 сурет

В.20 Велосипед доңғалағын үрлеу кезінде насосың қызып кеткендігін көруге болады. Себебін түсіндіріңіз.

В.21 Бірдей жағдайда, 1л сумен 1л ауаны қыздырғанда қай ыдыс 100°C -ға бірінші болып қызады? Неліктен?

В.22 Карбюраторлы двигательдің цилиндріндегі жанғыш қоспа неғұрлым көбірек сығылса, соғұрлым двигательдің қуаты көбірек болады. Дегенменде практикада мұндай двигательдерде жанғыш қоспаның көлемін 7-8 есеге азайтады. Оны немен түсіндіруге болады?

В.23 Изобаралық процесте жұмыс қысымға тәуелді ме? Неге?

В.24 $A = p\Delta V$ формуласын пайдаланып, изотермиялық процесс кезіндегі жұмысты есептеуге бола ма? Себебі?

В.25 Жылу берілу процестерін атаңыз және оларды түсіндіріңіз.

7 №4 ЕСЖ. Нақты газдар. Физикалық тепе-теңдіктер тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: физикалық процестерді энергетикалық тұрғыдан қарастыра отырып, денелер мен табиғат құбылыстарының макроскопиялық қасиеттерін зерттеуді үйрету. Процестерді энергетикалық тұрғыдан қарастырудың практикалық мәнін түсіндіру. Термодинамиканың негізгі заңдарын есеп шығаруда қолдану.

4 кесте - Күндізгі оқу орындарындағы студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

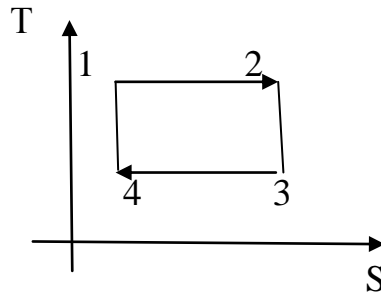
Нұсқа	В.С. Волькенштейн «Жалпы физика курсының жинағы»-М., 2012. физика есептер	Байпақбаев Т.С., Карсыбаев М.Ш. Жалпы физика курсының жинағы. -А., 2014. физика есептер	Физика: Задания к практическим занятиям /Под общ.ред. Ж.П. Лагутиной-М., эл. варианте.	Қосымшалар
A.1	5.200; 8.35; 4.4	2.154;	10.2	Г.1
A.2	5.204; 8.26; 4.8	2.155;	10.3	Г.2
A.3	5.207; 8.37; 4.6	2.156;	10.5	Г.3
A.4	5.209; 8.8; 4.10	2.157;	10.4	Г.4
A.5	5.201; 8.4; 4.2	2.158;	10.7	Г.5
A.6	5.210; 8.20; 4.11	2.159;	10.9	Г.6
A.7	5.208; 8.18;4.1; 5.24	2.160;	10.8	Г.7
A.8	5.216; 8.15; 4.14; 5.26	2.161;	10.11	Г.8
A.9	5.225; 8.12; 4.3; 5.30	2.162;	10.13	Г.9
A.10	5.213; 8.14; 4.9; 5.33	2.163;	10.15	Г.10
B.11	5.220; 8.2; 4.7; 5.35	2.164;	10.17	Г.11
B.12	5.212; 8.4; 4.5; 5.41	2.165;	10.20	Г.12
B.13	5.203; 8.9;4.12; 5.25	2.166;	10.22	Г.13
B.14	5.229; 8.29;4.15; 5.43	2.167;	10.24	Г.14
B.15	5.217; 8.37; 4.8; 5.29	2.168;	10.25	Г.15
B.16	5.227; 8.35; 4.19; 5.23	2.169;	10.21	Г.16
B.17	5.202; 8.22; 4.15; 5.45	2.170;	10.23	Г.25
B.18	5.215; 8.13; 4.16; 5.47	2.171;	10.27	Г.22
B.19	5.207; 8.31; 4.13; 5.50	2.172;	10.30	Г.20
B.20	5.214; 8.35; 4.20; 5.62	2.173;	10.36	Г.17
C.21		2.174;	10.46,	Г.18
C.22		2.175;	10.50	Г.21
C.23		2.176;	10.49	Г.23
C.24		2.177;	10.48,	Г.19
C.25		2.178;	10.47	Г.24

Г қосымшасы

Г.1 Салмақсыздық жағдайда сұйық тамшысы қандай форманы қабылдайды? Неліктен?

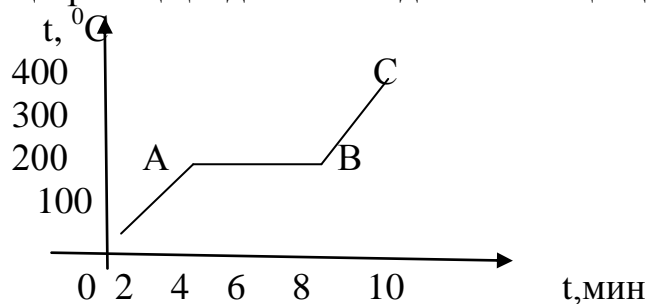
Г.2 Кристалл және аморф денелердің қасиеттеріндегі бір-бірінен айырмашылықтар неде?

Г.3 (Г.17 сурет) диаграммаға түсінік беріңіз:



Г.17 сурет

Г.4 (Г.18 сурет) суретте кристалл денеге жылу берілгеннен кейінгі оның күйінің өзгеру сызбасы берілген. Қыздыру басталғаннан кейінгі 3, 4, және 9-шы минуттардағы заттың күйінің қандай болғандығын анықтаңыз.



Г.18 сурет

Г.5 Идеал газы үшін $C_p - C_v = R$ болатындығын түсіндіріңіз. R-н физикалық мағынасы қандай?

Г.6 Газ тұтас күйінде тыныштық күйде болатын санақ жүйесінде, тепе-теңдік күйлі газдың молекулаларының орташа жылдамдығы $\langle v \rangle$. Молекулалардың бір-бірімен салыстырмалы қозғалысының $\langle v_{\text{сал}} \rangle$ орташа жылдамдығын анықтау керек.

Г.7 Молекулалардың өзара әсерлесуінің көлденең эффективті қимасы σ . Молекулалардың d эффективті диаметрін табыңыз.

Г.8 Идеал газы үшін $C_p = C_v = R$ болатындығын түсіндіріңіз. R-нің физикалық мағынасы қандай?

Г.9 Жабық ыдыстағы бір моль газды қыздырады. Газ энтропиясының өзгерісін салыстырыңыз, егер газ: а) бір атомды; б) екі атомды болса. Екі жағдайда да газдың бастапқы және соңғы температуралары бірдей.

Г.10 Жылу машинасы екі изохорадан және екі изобарадан тұратын цикл бойынша жұмыс істейді. Машина жұмыс істегенде қыздырғыш газ – суытқыш жүйесінің энтропиясы артатынын дәлелдеңіз. Мұнда газдың энтропиясы қалай өзгереді? Қыздырғыш пен суытқышың жылу сыйымдылығы шексіз деп есептелсін.

Г.11 Газда: а) изохоралық қызу; б) адиабаталық сығылу процестері болады. Бастапқы температуралары бірдей: а) жағдайында жұтылған жылу мөлшері б) жағдайдағы істелген жұмысқа тең. Соңғы температураларды салыстырыңыз.

Г.12 Идеал бір атомды газ адиабаттық түрде сығылғанда немесе ұлғайғанда молекулалардың орташа жылдамдығы қысымға қалай байланысты болады?

Г.13 Еркін жүру жолының орташа ұзындығы L . Газ молекулаларының еркін жүру жолының орташа ұзындығын азайтатын бірнеше әдістерді келтіріңіз.

Г.14 Термодинамиканың екінші бастамасын тұжырымдаңыз. Нақты жағдайларда өздігінен ұлғаюдан, кедергіден, жылулық шашыраудан құтылу мүмкін емес. Осы процестерге тән жалпы белгілер қандай? Түсіндіріңіз.

Г.15 Идеал газдардың жылусыйымдылығының классикалық теориясының қиындықтары неде?

Г.16 Процестің энтропиясы температураға байланысты сызықты түрде өседі. Осы процестің жылусыйымдылығы температураға байланысты қалай өзгеруі керек?

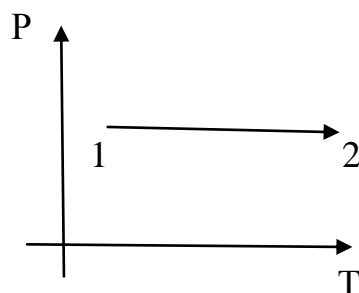
Г.17 Максвелл және Больцманның таралу заңдарын қолданып, не себептен Айда атмосфера болмайтынын, ал жерде атмосфераның шашырау жылдамдығы өте аз екендігін түсіндіріңіз.

Г.18 T - S диаграммасын қолданып, температураның бірдей T_1 және T_2 мәндерінде қайтымсыз циклдің термиялық ПӘК әрқашанда қайтымды Карно йиклінің ПӘК-нен аз болатындығын дәлелдеңіз.

Г.19 Молекула-кинетикалық теория негізінде жатқан тәжірибелік фактілерді атаңыз.

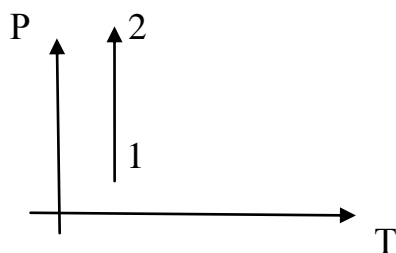
Г.20 Термодинамикалық жүйенің жұмысы және осы жүйеге істелетін жұмыстың физикалық мағнасын түсіндіріңіз. Мысал келтіріңіз.

Г.21 (Г.19 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде көлемі қалай өзгереді?



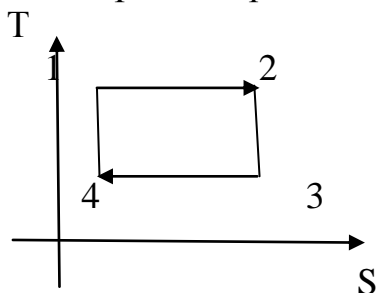
Г.19 сурет

Г.22 (Г.20 сурет) идеал газ 1-ші күйден 2-ші күйге өткенде көлемі қалай өзгереді?



Г.20 сурет

Г.23 (Г.21 сурет) диаграммаға түсінік беріңіз:



Г.21 сурет

Г.24 Егер, газ молекулаларының концентрациясын үш есеге арттырып, ал молекулаларының орташа жылдамдығын үш есеге кемітсек газдың қысымы қалай өзгереді?

Г.25 Жабық ыдыстағы газ молекулаларын серпімді шариктер деп есептеп, олардың бірдей жылдамдықтармен қозғалулары мүмкін емес екендігін дәлелдеңіз.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Трофимова Т.И. Физика. - М.: «Академия», 2012.
- 2 Волькенштейн В.С. Жалпы физика курсының есептер жинағы. -А., 2012.
- 3 Трофимова Т.И. Основы физики. Молекулярная физика. Термодинамика. –М.: «Кнорус», 2011.
- 4 Трофимова Т.И. Физика курсы бойынша шешулері қоса берілген есептер жинағы.- М.: «Жоғары мектеп», 2010.
- 5 Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. –СПб., 2008.
- 6 Ансельем И.А. Основы статистической физики и термодинамики. – СПб., 2007.
- 7 Коморов А.А. Термодинамика и статистическая физика. Ч.1. Руководство к решению задач. –А.: «Қазақ университеті», 2006.
- 8 Трофимова Т.И. Физика курсы. - М.: «Академия», 2006.
- 9 Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Физматлит., 2006.
- 10 Детлаф А.А. Курс физики. - М., 2005.
11. Савельев И.В. . Курс общей физики. - М., 2004.
- 12 Байпақбаев Т.С., Майлина Х.Қ. Жалпы физика курсының есептер жинағы. (Механика, статистикалық физика және термодинамика) -А., 2004.
- 13 Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для втузов. - М.: Оникс 21 век, 2003.
- 14 Физика. Механика. Молекулалық физика және термодинамика. Дәрістер конспектісі. –А., 2002.
- 15 Физика. Задания к практическим занятиям. Под ред. Ж.П. Лагутиной.– Мн.: Высш.шк., в электронном варианте.

Мазмұны

Кіріспе	3
Молекулалық физика және термодинамика пәнін оқып үйренудегі ұсыныстар	4
Есептеу-сызба жұмыстарын орындауға және тапсыруға қойылатын жалпы талаптар	5
Есеп шығару	6
№ 1 ЕСЖ. Заттың молекула-кинетикалық теориясы. Идеал газ заңдары тақырыбына тапсырмалар	9
А қосымшасы	10
№2 ЕСЖ. Статистикалық физика элементтері. Жылу құбылыстары тақырыбына тапсырмалар	13
Б қосымшасы	14
№3 ЕСЖ. Термодинамика негіздері тақырыбына тапсырмалар	17
В қосымшасы	18
№4 ЕСЖ. Нақты газдар. Физикалық тепе-теңдіктер тақырыбына тапсырмалар	21
Г қосымшасы	22
Әдебиеттер тізімі	27

2018 ж. жиынтық жоспары, реті 115

Биназаров Сәуленбек Ахметқазыұлы
Сарсенбаева Сұлуқас Низаматдинқызы

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА ЖӘНЕ ТЕРМОДИНАМИКА

5B071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін есептеу-
сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Редакторы Ж.Н. Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман Н.К.Молдабекова

Басуға қол қойылды _____
Таралымы дана 50.
Көлемі 1,7 есептік-басп.табақ.

Пішімі 60×84 1/16
Баспаханалық қағаз № 1
Тапсырыс 850. Бағасы теңге.

Алматы энергетика және байланыс университеті
комерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі –көбейткіш бюросы

050013 Алматы, Байтұрсынұлы к., 126
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМ
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
Техникалық физика кафедрасы

«БЕКІТЕМІН»

АЭЖБУ АҚЖ проректоры
_____ С.В.Коньшин

«___» _____ 2018 ж.

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА

5B071700 – Жылу энергетика мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

КЕЛІСІЛДІ:

АМЖД бастығы Мухамеджанова Р.Р

ТФ кафедрасының мәжілісінде
қаралды және қабылданды
«22» 09 2017 ж. № 1 хаттама.

«___» _____ 2018 ж.

ОӘК төрағасы

ТФ кафедрасының меңгерушісі
_____ М.Т. Кызгарина

_____ Б.К.Курпенов

«___» _____ 2018 ж.

Редактор

_____ Г.А. Акетаева

Құрастырушылар:

«___» _____ 2018 ж.

_____ С.А. Биназаров

Стандарттау маманы

_____ С.Н.Сарсенбаева

_____ Н.К. Молдабекова

«___» _____ 2018 ж.

