

**O‘ZBEKISTON ALOQA VA AXBOROTLASHTIRISH AGENTLIGI**

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**Fizika kafedrası**

**F I Z I K A F A N I D A N**  
**AMALIY MASHG‘ULOTLAR UCHUN MASALALAR TO‘PLAMI VA**  
**USLUBIY KO‘RSATMALAR**

**4 – QISM**

**MOLEKULYAR FIZIKA.**  
**TERMODINAMIKA**

**Toshkent-2008**



## KIRISH

Fizika qonunlarini bilish deganda, bu ularni ta'riflashni bilishgina bo'lmay, balki ularni aniq masalalarni yechishda tadbiq qilishni bilmoq ham demakdir. Masala yechishni bilish talabalarni mustaqil ijodiy ishlashiga yordam beradi, o'rganilayotgan hodisani tahlil qilishga o'rgatadi, ularni keltirib chiqargan sabablarni (faktorlarni) ajratib olishga imkon beradi.

Mustaqil ravishda masala yechish jarayoni eng ko'p foyda keltiradigan jarayon bo'lib, quyidagi uslubiy qo'llanma buni amalga oshirishga qaratilgan. U umumiy fizika kursi dasturi asosida tuzilgan bo'lib, "Molekulyar fizika va termodinamika" bo'limiga oid masalalarni va uslubiy ko'rsatmalarni o'z ichiga oladi.

Uy vazifasi uchun mo'ljallangan masalalar variantlar bo'yicha taqsimlangan bo'lib, har bir variant o'z ichiga to'rtta masalani oladi. Har bir mavzu oldidan masala yechish bo'yicha qisqacha uslubiy ko'rsatmalar va tavsiyalar berilgan, har bir mavzu ichida masalalarni turli guruhlarga bo'linishi bilan ularni yechish misollari ko'rilgan.

Masalalarni tushungan holda yechish faqat shunga tegishli nazariy materiallarni to'liq o'zlashtirgan holdagina mumkindir. Buning uchun har bir mavzu bo'yicha darsga tayyorlanishda mavzu muammolarini yaxshi tushunishda va ularni to'g'ri talqin qilishda talabalarning e'tiborini jalb qilishga imkon beruvchi nazorat savollari keltirilgan.

Ushbu qo'llanmadan foydalangan holda talaba:

1 Nazorat savollar va ko'rsatilgan adabiyot yordamida berilgan bo'limni sinchiklab o'rganishi kerak;

2 O'qib o'rganilgan nazariyaga, uslubiy ko'rsatma va misollarga tayangan holda o'qituvchi tomondan ko'rsatilgan variant bo'yicha uy vazifasini mustaqil bajarishi kerak.

3 Uyga berilgan masalalarga nisbatan murakkabroq masalalarni auditoriyada yechishda faol ishtirok etishi lozim.

Talaba har bir mavzu bo'yicha uy vazifasini auditoriyadagi darsga qadar kamida bir kun oldin topshirishi kerak.

Masalalarni yechishda quyidagi qoidalarga amal qilish maqsadga muvofiq bo'ladi.

1 Eng avval, masalani sinchiklab o'qib, uning mazmunini tushinib olish zarur. Agar masalaning sharti imkon bersa, uni tushuntiruvchi chizma chizish kerak.

2 Masalani tahlil qilib, qanday tizimlar yoki jarayonlar haqida so'z borayotganligini, ular qanday kattaliklar bilan aniqlanayotganligini, ko'rilayotgan hodisalar qanday fizik qonuniyatlarga bo'ysinishini aniqlash kerak.

3 Masalani yechishda eng qulay usulni tanlab olish kerak.

4 Avval masalani umumiy ko'rinishda yechib, bunda qidirilayo'tgan kattalik masalada berilgan kattaliklar orqali ifodalanishi kerak.

5 Berilgan kattaliklarni son qiymatlari xalqaro birliklar tizimi - SI da qo'yilishi kerak.

6. Masala yechish oxirida o'lchov birligini mosligi tekshirilishi zarur.

7. Uy vazifasini tayyorlashda, ishlatilayotgan qonunlar va formulalar qisqa, ammo batafsil tushuntirilishi kerak.

8. Olingan javobning son qiymati to'g'ri ekanligi baholanishi lozim.

# IDEAL GAZ QONUNLARI VA TERMODINAMIKANING 1-QONUNI

## Tekshirish uchun savollar

1 Qanday gaz ideal deb ataladi va uning holati qanday parametrlar bilan tavsiflanadi?

2 Izojarayonlarni qanday qonunlar ifodalaydi? Ideal gaz holatining tenglamasi yozilsin.

3 Dalton qonuni nimadan iborat?

4 Adiyatik jarayon qanday ifodalanadi? Adiyatika ko'rsatkichi nimaga teng?

5 Termodinamikaning birinchi qonuni qanday tariflanadi va u izotermik, izobarik, izoxorik va adiyatik jarayonlar uchun qanday tadbiiq etiladi?

6 Solishtirma va molyar issiqlik sig'implari nima va ular jarayon ko'rinishiga qanday bog'liq?

7 Erkinlik darajasi nima? Ideal gazlarning issiqlik sig'implari erkinlik darajasi orqali qanday ifodalanadi?

8 Turli izojarayonlarda tizim bajarayotgan ish qanday aniqlanadi?

9 Ideal gazning ichki energiyasi nima? Uni o'zgartirishning qanday usullari bor? Turli jarayonlardagi ichki energiyaning o'zgarishi nimaga teng?

## MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Klapeyron-Mendeleev qonunining holat tenglamasi, gaz holatini aniqlovchi beshta— $P, V, T, m, \mu$  fizik kattaliklarni o'zaro bog'laydi va ulardan to'rttasi berilgan bo'lsa, beshinchisini aniqlashga imkon beradi. Masalani yechishda idial gazlarning

holat tenglamasi ( $PV = \frac{m}{\mu}RT$ ) dan foydalaniishda shuni e'tiborda tutish kerakki,

gazning holati uning massasi  $m$  bilan emas, balki mollar soni  $\nu = \frac{m}{\mu}$  bilan

belgilanadi. Gazlar aralashmasi ko'rilayotganda, bu ayniqsa muhimdir. Bu holda aralashmaning to'liq bosimi umumiy mollar miqdori bilan aniqlanadi:

$$P = \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} + \dots \right) \frac{RT}{V}$$

Termodinamika masalalarini yechishda eng avvalo jarayonning xususiyati aniqlanishi lozim, Izoxorik va izobarik jarayonlarni ajrata olish aytarli qiyin emas. Qolgan hollarda shuni esda tutish kerakki izotermik jarayon yuz berishi uchun gaz bilan uning atrofidagi muhit orasida issiqlik almashinishi bo'lishi shart, ya'ni jarayon juda sekin o'tishi lozim. Aksincha, adiabatik jarayon yuz berishi uchun gaz va uning atrofidagi muhit orasidagi issiqlik almashinishi umuman bo'lmasligi kerak, bu esa jarayon juda tez o'tsagina bo'lishi mumkin. Shuni esda tutish kerakki, ichki energiyaning o'zgarishi gazning boshlang'ich va oxirgi holati bilan aniqlanadi, issiqlik miqdori va ish esa gazning bir holatdan boshqa holatga qaysi usul bilan o'tishiga bog'liqdir. Hisoblashlarda ishlatiladigan hamma formulalar tizimning bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayoniga kvazi statistik jarayon deb qarashga asoslangandir. Issiqlik sig'irlarini hisoblashda jadvallardan foydalanish mumkin yoki issiqlik sig'irlarini erkinlik darajalari orqali ifodalash mumkin va shuni e'tiborga olish kerakki, issiqlik sig'irlarining klassik nazariyasida, issiqlik sig'imi uning molekulasidagi atomlar soni bilan aniqlanadi.

### Masalalar yechish namunalari

1-masala. Havoni massa jihatdan bir bo'lak kisloroddan va uch bo'lak azotdan tashkil topgan deb hisoblab, uning molyar massasi topilsin.

Yechimi. Aralashma massasi  $m$  kilogrammlarda ifodalangan bo'lib, son jihatidan molekulyar massaga tengdir va aralashmaning molyar massasi  $\mu_{ap}$  ni ifodalaydi. Havoni ideal gaz deb qarab, ideal gaz holatining tenglamasidan foydalanamiz

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

Masalani yechish uchun  $V$  hajmda joylashgan gazni tashkil etuvchilarini alohida-alohida qarab chiqib, ular uchun holat tenglamasini yozamiz

$$P_1V = \frac{m_1}{\mu_1} RT \quad (2)$$

$$P_2V = \frac{m_2}{\mu_2} RT \quad (3)$$

bu yerda  $P_1$  va  $P_2$  har bir tashkil etuvchining partsial bosimidir. Aralashma uchun Dalton qonuni o'rinlidir

$$P = P_1 + P_2 \quad (4)$$

(2) va (3) larni hadma-had qo'shib va (4)ni e'tiborga olib, quyidagini hosil qilamiz

$$PV = \left( \frac{m_1 + m_2}{\mu} \right) RT \quad (5)$$

(1)va (5) larni solishtirib hamda aralashma massasi  $m = m_1 + m_2$  ekanligini bilgan holda, quyidagini hosil qilamiz

$$\frac{m_1 + m_2}{\mu} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$$

bundan

$$\mu_{ap} = \frac{\mu_1 \mu_2 (m_1 + m_2)}{\mu_1 m_2 + \mu_2 m_1}$$

Kattaliklarning son qiymatlarini SI o'lcho'v birliklarida qo'yamiz

$$\mu_1 = 0.032 \text{ kg/mol}; \quad \mu_2 = 0.028 \text{ kg/mol}; \quad m_2 = 3m_1$$

$$m_{ap} = \frac{4\mu\mu_2}{3\mu_1 + \mu_2} = 0.029 \text{ kg/mol}$$

**2-masala.** Azot o'zgarmas  $P=100$  Pa bosimda qizdirilmoqda. Azotning hajmi  $\Delta V = 1.5m^3$  ga o'zgaradi. Aniqlansin:

- kengayishidagi ish;
- gazga berilgan issiqlik miqdori :
- gaz ichki energiyasining o'zgarishi.

**Yechimi:**

**1** O'zgarmas bosimda gaz kengayishidagi ish quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

$$A = 10^5 \cdot 1.5 \frac{M^1}{M^2} = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Ж} \quad (1)$$

**2** Gazga berilgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz

$$Q = C_p m \Delta T = \frac{C_{p\mu}}{\mu} m \Delta T \quad (2)$$

bu yerda  $C_p$  - o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi,

$C_{p\mu}$  - o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi,

$m$  - gaz massasi,  $\mu$  - molyar massa.

Gazning ikki holati uchun Klapeyron – Mendeleev tenglamalari

$$PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \quad (3)$$

$$PV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2 \quad (4)$$

(4) va (3)ni ayiramiz.

$$\frac{P\Delta V}{R} = \frac{m}{\mu} \Delta T \quad \text{yoki} \quad \frac{m}{\mu} \Delta T = \frac{A}{R}$$

chinki  $P\Delta V = A$  ga teng  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$  – universal gaz doimiysi

u holda  $Q = C_{p\mu} \frac{A}{R}$  ga  $Q = 29,1 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \frac{1,5 \cdot 10^6}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}} = 5,25 \cdot 10^5 \text{ J}$

**3-masala.** Silindrda porshen ostida  $T=300 \text{ K}$  haroratda massasi  $m=0,02 \text{ kg}$  bo'lgan vodorod bor. Vodorod avval adiabatik ravishda kengayib o'z hajmini  $n_1=5$  marta orttirdi, so'ngra esa, izometrik ravishda siqildi, bunda uning hajmi  $n_2=5$  marta kamaydi. Adiabatik kengayishi oxirida haroratni va gazning bu jarayonlarda bajaragan ishini toping.

Yechimi. Adiabatik jarayonda ish bajarayotgan gazning haroratlari va hajmlari quyidagicha bog'langan

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \quad \text{yoki} \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{n^{\gamma-1}}$$

bu yerda  $\gamma$  -gazning o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'implarining nisbati (vodorod ikki atomli gaz bo'lgani uchun  $\gamma=1,4$ )

$$n = \frac{V_2}{V_1} = 5$$

Bundan oxirgi  $T$  harorat uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$T_2 = \frac{T_1}{n^{\gamma-1}}$$

Berilgan kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib,  $T$  ni topamiz



$$T_2 = \frac{300}{5^{1.4-1}} K = \frac{300}{5^{0.4}} K,$$

$5^{0.4} = 1.91$  bo'lgani sababli

$$T_2 = \frac{300}{1.91} = 157^0 K$$

Gazning adiabatik kengayishidagi ish  $A_1$  quyidagi formuladan topiladi

$$A_1 = \frac{m}{\mu} c_{vv} (T_1 - T_2) = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_1 - T_2)$$

Bu yerda  $c_{vv}$  o'zgarmas bosimdagi gazning molyar issiqlik sig'imi.

Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yamiz.

$R = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$ ;  $i = 5$  (vodorod ikki atomli gaz bo'lgani sababli);

$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ;

$$m = 0.02; T_1 = 300K; T_2 = 157K$$

$$A_1 = \frac{0.02 \cdot 5 \cdot 8.31}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2} (300 - 157) J = 2.98 \cdot 10^4 J$$

Gazning izometrik jarayondagi ishi quyidagicha aniqlanadi

$$A_2 = \frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = \frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{1}{n_2}$$

Bu yerda  $n_2 = \frac{V_2}{V_3} = 5$   $A_2 = \frac{0.02}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31 \cdot 157 \ln \frac{1}{5} J = 2.1 \cdot 10^4 J$

## VARIANTLAR JADVALI

Variant raqami	Masalalar soni				Variant raqami	Masalalar soni				Mustaqil ish uchun masalalar
	1	2	3	4		5	6	7	8	
<b>1</b>	1	31	61	136	<b>16</b>	26	54	87	116	145
<b>2</b>	2	32	62	137	<b>17</b>	27	55	88	117	144
<b>3</b>	3	33	63	138	<b>18</b>	28	56	89	118	143
<b>4</b>	4	34	64	139	<b>19</b>	29	57	90	119	142
<b>5</b>	5	35	65	140	<b>20</b>	30	58	80	120	141
<b>6</b>	11	36	66	131	<b>21</b>	6	51	81	110	140
<b>7</b>	12	42	72	132	<b>22</b>	7	52	82	111	139
<b>8</b>	13	43	73	133	<b>23</b>	8	59	83	112	138
<b>9</b>	17	44	74	134	<b>24</b>	9	59	84	113	137
<b>10</b>	18	45	75	135	<b>25</b>	10	60	85	114	136
<b>11</b>	20	46	76	126	<b>26</b>	14	37	67	96	135
<b>12</b>	21	47	77	127	<b>27</b>	15	38	68	97	134
<b>13</b>	23	48	78	128	<b>28</b>	16	39	69	98	133
<b>14</b>	24	49	79	121	<b>29</b>	19	40	70	99	132
<b>15</b>	25	50	86	130	<b>30</b>	22	41	71	100	131

### Mustaqil yechish uchun masalalar

1  $P = 0.2 \text{ MPa}$  bosimda  $V = 320 \text{ sm}^3$  hajm egallab turgan 2 g azotning harorati qanchaga teng?

2  $m = 10 \text{ g}$  kislorod  $P = 100 \text{ kPa}$  bosimda va  $t = 20^\circ \text{C}$  haroratda qanday hajm egallaydi?

3 Hajmi  $V = 12 \text{ l}$  ballon  $P = 8.1 \text{ MPa}$  bosimda va  $t = 17^\circ \text{C}$  haroratda azot bilan to'ldirilgan. Ballonda qanday miqdorda azot joylashgan?

4  $t = 7^\circ \text{C}$  haroratda og'zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning bosimi  $P = 100 \text{ kPa}$ . Shisha qizdirilganda, uning og'zidagi tiqin uchib chiqdi. Agar tiqin shishadagi havoning bosimi  $P = 130 \text{ kPa}$  ga teng bo'lganda uchib chiqqan bo'lsa, shisha qanday haroratgacha qizdirilgan?

5 Ballonda  $t_1 = 27^\circ \text{C}$  haroratda joylashgan  $m_1 = 0.007 \text{ kg}$  massali noma'lum gazning bosimi  $P_1 = 50 \text{ kPa}$ . Shunday hajmda  $m_2 = 0.004 \text{ kg}$  massali va  $t_2 = 60^\circ \text{C}$  haroratdagi vodorod  $P_2 = 444 \text{ kPa}$  bosimga ega bo'ladi. Noma'lum gazning molyar massasi  $\mu$  qanchaga teng?

6 Idishda vodorod va azotning aralashmasi joylashgan. Azot to'liq atomlarga dissotsiyalanganda harorat  $T$  ga teng bo'lgan bo'lsa, bosim  $P$  bo'lgan. Harorat  $2T$  ga ko'tarilganda ikkala gaz ham to'liq dissotsiyalangan bo'lib, bosim  $3P$  ga teng bo'lgan. Aralashmadagi azot va vodorod massalarining nisbati qanday bo'lgan?

7 Hajmi  $V = 30 \text{ l}$  bo'lgan ballonda  $T = 300 \text{ K}$  haroratda va  $P = 8.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosimda vodorod va geliy aralashmasi joylashgan. Aralashmaning massasi  $m = 24 \text{ g}$ . Vodorod massasi -  $m_1$  va geliy massasi  $m_2$  aniqlansin.

8 Torrichelli tajribasi o'tkazilayotganda barometrik naychanning tubida hajmi  $V = 2 \text{ mm}^3$  ga teng havo pufagi hosil bo'lgan. Agar havo pufagi naycha bo'ylab ko'tarilib simob sathidan  $\ell = 1 \text{ sm}$  masofada muallaq holda turgan bo'lsa, uning hajmi qanday bo'lib qolgan?

9 Ko'lining tubida uning sirtiga ko'tarilayotgan havo pufagining hajmi 3 marta ortadi. Ko'lining chuqurligi qanday?

10 Diametri  $D = 20 \text{ sm}$  bo'lgan shar ichida  $m = 7 \text{ kg}$  havo bor. Agar shar devorlari  $P = 0.3 \text{ MPa}$  bosimga chidash bera olsa, sharni qanday haroratgacha qizdirish mumkin.

11 Biror bir massadagi gazni o'zgarmas bosimda 1 K ga qizdirilsa, uning hajmi boshlang'ich hajmining 1/300 qismiga ortadi. Gazning boshlang'ich harorati aniqlansin.

12 Og'zi ochiq va hajmi  $V = 0.4 \text{ dm}^3$  bo'lgan kolba ichidagi havo  $t_1 = 127^\circ \text{C}$  haroratgacha qizdirilgan. Kolba harorati  $t_2 = 27^\circ \text{C}$  gacha pasaytirilsa, uning ichiga qanday hajmdagi suv sig'adi?

13 Siqilgan havo  $V = 5 \text{ m}^3$  hajmdagi ballonga kiritilgan. Agar kompressor har minutda  $V_0 = 4 \text{ m}^3$  hajmdagi havoni so'ra olsa ballondagi bosim  $P = 0.8 \text{ MPa}$  bo'lishi uchun qancha vaqt kerak? Boshlang'ich bosim normal, harorat o'zgarmas.

14 Porshenli qo'l nasosi har bir damlashda atmosferadan  $V_0 = 60 \text{ sm}^3$  havoni so'radi. Hajmi  $V = 2 \text{ dm}^3$  bo'lgan velosiped shinasidagi bosim  $\Delta P = 0.15 \text{ MPa}$  ga ortishi uchun nasos bilan necha marta damlash zarur? Atmosferadagi havo bosimi  $P = 0.1 \text{ MPa}$ . Siqilganda havoning qizishi e'tiborga olinmasin.

15 Hajmi  $V = 15 \text{ dm}^3$  bo'lgan bir ballonfagi gazning bosimi  $P = 0.2 \text{ MPa}$ , ikkinchi ballondagi huddi shu gazning bosimi  $P = 1 \text{ MPa}$  haroratlari bir hil bo'lgan ballonlar o'zaro kranli trubka bilan ulangan. Agar kran ochilsa, ikkala ballonning ham bosimi  $P = 0.4 \text{ MPa}$  ga teng bo'lib qoladi. Ikkinchi ballonning hajmi qanday?

16 Hajmi  $V = 20 \text{ dm}^3$  bo'lgan bug' mashinasining tsilindirdagi bosim klapan ochilgandan so'ng  $\Delta P = 0.81 \text{ MPa}$  ga kamaygan. Tsilindrdan qanday miqdorlagi bug' chiqib ketgan? Bug' haroratini  $t = 100^\circ \text{C}$  deb hisoblang.

17 Gaz o'lchagich (gazometr) normal sharoitda  $m = 0.5 \text{ kg}$  karbonat angidrid gazini o'z ichiga sig'ira oladi. Agar termometr  $t = 17^\circ \text{C}$  ni, manometr esa  $-93.3 \text{ kPa}$  ni ko'rsatib turgan bo'lsa, gazometr ichidagi karbonat angidrid gazining massasi topilsin.

18 Bosimi  $P = 0.2 \text{ MPa}$  va harorat  $T = 7^\circ \text{C}$  bo'lgan gazning zichligi  $\rho = 2.41 \text{ kg/m}^3$  ga teng. 1 kmol bunday gazning massasi qanchaga teng?

19 Normal sharoitda barometrik naychaga havo kirib qolgani sababli barometr  $P = 0.1 \text{ MPa}$  bosimni ko'rsatdi. Simob ustidagi havoning zichligi qanday?

20 Gazning harorati  $t = 20^\circ \text{C}$  va bosimi  $P = 0.5 \text{ MPa}$ . Agar gazning harorati  $t_2 = 80^\circ \text{C}$  ga ko'tarilsa, uning zichligini 2 marta oshirish uchun qanday bosim yuzaga keltirish zarur?

21 8 g kislorod va 22 g karbonat angidrid gazidan tashkil topgan aralashma 1 molining massasi topilsin.

22  $t = 17^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P = 0.4\text{ MPa}$  bosimda  $m_1 = 2.8\text{ kg}$  azotdan va  $m_2 = 3.2\text{ kg}$  kisloroddan hosil bo'lgan aralashmaning egallagan hajmi topilsin.

23 Hajmi  $V = 14\text{ dm}^3$  bo'lgan ballonda  $t = 7^{\circ}\text{C}$  haroratli va  $P = 0.12\text{ MPa}$  bosimli  $m_0 = 64\text{ g}$  geliy bilan kislorodning aralashmasi joylashgan. Aralashmadagi geliy massasi  $m_1$  va kislorod massasi  $m_2$  topilsin.

24  $m_1 = 8\text{ g}$  geliy va  $m_2 = 4\text{ g}$  argondan tashkil topgan aralashmaning  $t = 7^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P = 0.1\text{ MPa}$  bosimdagi zichligi aniqlansin.

25 Ballonda  $P_0 = 10\text{ MPa}$  bosimda  $m = 10\text{ kg}$  gaz joylashgan. Ballondan qanday  $m_1$  massadagi gaz olinsa, undagi bosim  $P = 2.5\text{ MPa}$  bo'lib qoladi? Gazning harorati o'zgarmas deb hisoblang.

26  $t = 27^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P = 100\text{ KPa}$  bosimda  $V = 25\text{ l}$  hajmni egallab turgan oltin gugurt gazi ( $\text{SO}_2$ ) ning massasi  $m$  topilsin.

27 Balandligi  $h = 5\text{ m}$  va va pol yuzasi  $S = 200\text{ m}^2$  bo'lgan auditoriyadagi havo massasi  $m$  topilsin. Havo bosimi  $P = 100\text{ KPa}$ , xona harorati esa  $t = 17^{\circ}\text{C}$ . Havoning molyar massasi  $\mu = 0.029\text{ kg/mol}$  ga teng.

28 Qishda ( $t_1 = 7^{\circ}\text{C}$ ) xonani to'ldirib turgan havoning zichligi  $\rho$  yozda ( $t_2 = 37^{\circ}\text{C}$ )dagi havoning zichligi  $\rho_2$  dan necha marta katta? Bosim o'zgarmas.

29  $V = 10\text{ m}^3$  hajmli ballonda  $P = 25\text{ KPa}$  va  $t = 17^{\circ}\text{C}$  haroratda gazning modda miqdori  $\nu$  aniqlansin.

30 Hajmi  $V = 4\text{ l}$  yopiq idishda  $t = 20^{\circ}\text{C}$  haroratda turgan  $m = 5\text{ g}$  azot  $40^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirilgan. Gazning boshlang'ich va oxirgi bosimi topilsin.

31  $t = 50^{\circ}\text{C}$  haroratda to'yingan suv bug'ining elastikligi  $P = 12.3\text{ KPa}$ . Suv bugining zichligi  $\rho$  nimaga teng?

32  $t = 15^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P = 97\text{ KPa}$  bosimdagi vodorod gazining zichligi  $\rho$  topilsin.

33 Biror bir gazning  $t = 10^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P = 0.2\text{ MPa}$  bosimdagi zichligi  $\rho = 0.34\text{ kg/m}^3$ . Shu gazning molyar massasi nimaga teng?

34  $m = 12\text{ g}$  gaz  $t = 7^{\circ}\text{C}$  haroratda  $V = 4 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$  hajmni egallaydi. O'zgarmas bosimda u qizdirilganda, uning zichligi  $\rho = 6 \cdot 10^{-4}\text{ g/sm}^3$  ga yetadi. Gaz qanday haroratgacha qizdirilgan?

35  $m=10$  g miqdordagi kislorod  $t=10^{\circ}\text{C}$  haroratda  $P=300$  KPa bosimga ega. Qizdirish hisobiga u kengayib,  $V=10$  l hajmga ega bo'ldi. Gazning kengayishidan oldingi hajmi  $V_0$  hamda kengayishidan oldingi va keyingi zichliklari  $\rho_1$  va  $\rho_2$  lar aniqlansin.

36 Kavsharlangan idishda uning hajmining yarmiga teng bulgan suv bor. Agar bu haroratda suvning bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa,  $t=400^{\circ}\text{C}$  haroratda suv bug'larining bosimi va zichligi aniqlansin.

37 Hajmi  $V=1\text{m}^3$  bo'lgan yopiq idishda  $m_1=0.9$  kg suv va  $m_2=1.6$  g kislorod bor.  $t=500^{\circ}\text{C}$  haroratda idishdagi hamma suv bug'ga aylanishini bilgan holda, idishdagi bosim  $P$  aniqlansin.

38 Idishda  $t=10^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P=1$  MPa bosimda  $m_1=14$  g azot va  $m_2=9$  g vodorod joylashgan. Idishning hajmi va aralashmaning molyar massasi  $\mu$  topilsin.

39 Idishda  $m_1=6$  g karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) va  $m_2=5$  g azotning (I) oksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ )  $t=127^{\circ}\text{C}$  haroratda turibdi. Idishning hajmi  $V=2\cdot 10^{-3}$ . Idishdagi gazlar aralashmasining umumiy bosimi qanday?

40 Ballonda kislorod ( $\text{O}_2$ ) va azot ( $\text{N}_2\text{O}$ )dan tashkil topgan gaz aralashmasi  $P=1$  MPa bosimga ega. Kislorod massasi aralashma massasining 20 ni tashkil etadi deb hisoblab, gazlarning alohida-alohida parsial bosimlari  $P_1$  va  $P_2$  aniqlansin.

41 O'zgarmas bosim va o'zgarmas hajmda quyidagi gazlarning solishtirma issiqlik sig'qimlarini aniqlang. 1. Kislorod ( $\text{O}_2$ ); 2. Ammiak ( $\text{H}_3$ )

42 Biror bir gazning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi  $C_p=978/\text{kg}$ . Uning molyar massasi  $\mu=34$  kg/kmol. Shu gaz molekularining erkinlik darajalari nechiga teng?

43 Biror bir gazning o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'implarining ayirmasi  $260$  J/kg. K ga teng. Shu gazning molyar massasi aniqlansin.

44 Normal sharoitda gazning zichligi  $\rho=1.25$  kg/ $\text{m}^3$  ga teng. Solishtirma issiqlik sig'implarining nisbati  $\gamma=1.4$ . Shu gazning solishtirma issiqlik sig'implari  $C_p$  va  $C_v$  aniqlansin.

45  $m_1=4$  g vodorod va  $m_2=22$  g karbonad angidrididan tashkil topgan gazlar aralashmasi uchun  $\gamma$  topilsin.

46 Bir necha kilomol azot va 5 kilomol ammiakdan tashkil topgan aralashmaning solishtirma issiqlik sig'irlarining nisbati  $\left(\frac{C_p}{C_v}\right)=1.35$ . Arashmadagi azotning miqdori necha kilomol ekanligi aniqlansin.

47 Havoning tarkibida 25 % suv bug'i bor. Quruq havoning molyar massasi  $\mu = 0.029$  kg mol ga teng bo'lgan ikki atomli gaz deb hisoblab, o'zgarmas P bosimda nam havoning solishtirma issiqlik sig'iri aniqlansin.

48 Issiqlik sig'irining klassik nazariyasi bo'yicha quyidagi kristallarning solishtirma issiqlik sig'irlari C ni hisoblang: 1) Alyuminiy ; 2) mis; 3) platina.

49 Biror bir gaz normal sharoitda  $\rho = 0.0894$  kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega. Bu qanday gaz ekanligi va solishtirma issiqlik sig'irlari  $C_p$  va  $C_v$  nimaga teng ekanligi aniqlansin.

50 Biror bir gaz P = 10<sup>6</sup> Pa bosimda va T = 100 K xaroratla  $v = 0.104$  m<sup>3</sup>/kg solishtirma hajmga ega. Agar solishtirma issiqlik sig'im  $C_p = 912.8$  J/kg ga teng bo'lsa,  $\gamma = C_p / C_v$  aniqlansin Bu qanday gaz?

51  $V_1 = 5$  l vodorod aralashmasining solishtirma issiqlik sig'iri  $C_v$  ni aniqlang. Gazlar bir xil sharoitda.

52 Agarda birinchi tashkil etuvchi modda miqdori  $v_1 = 1$  mol, ikkinchi tashkil etuvchining modda miqdori esa  $v_2 =$  mol bo'lsa, kislorod (O) va azot (N<sub>2</sub>) aralashmasining solishtirma issiqlik sig'iri C ni aniqlang.

53 Ballonda argon va azot joylashgan. Agar argonning massa bo'lagi ( $q_1$ ) va azotniki ( $q_2$ ) bir xil bo'lib,  $q = 0.5$  bo'lsa, shu gazlar aralashmasining solishtirma issiqlik sig'iri  $C_v$  aniqlansin.

54  $m_1 = 10$  g geliy va  $m_2 = 4$  g vodoroddan tashkil topgan gazlar aralashmasining adiabatik ko'rsatkichi aniqlansin.

55 Kislorod uchun o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik  $C_p$  ning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'iri  $C_v$  ga nisbati aniqlansin

56 Biror bir ikki atomli gazning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'iri  $C_p = 29.1$  J/mol.K. Shu gazning molyar massasi  $\mu$  nimaga teng?

57 Agarda biror gazning normal sharoitdagi zichligi  $p = 1.43$  kg/m<sup>3</sup> bo'lsa, bu ikki atomli gazning solishtirma issiqlik sig'irlari  $C_p$  va  $C_v$  aniqlansin.

58 Agarda biror gazning molyar massasi  $\mu=0.03$  kg/mol va  $C_p/C_v=1.4$  bo'lsa, bu gazning solishtirma issiqlik sig'implari  $C_p$  va  $C_v$  aniqlansin.

59 Bug'simon yodning solishtirma issiqlik sig'implari  $C_p$  va  $C_v$  aniqlansin, agarla uning dissotsiatsiya darajasi 50% ga teng bo'lsa. Yod  $J_2$  ning molyar massasi  $\mu=0.254$  kg/mol.

60 3 kmol argon va 2 kmol azotdan tashkil topgan gazlar aralashmasining o'zgaras bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi  $C_p$  topilsin.

61 Bir kilomol kislorod va bir necha kilomol argondan tashkil topgan gaz aralashmasi uchun o'zgaras hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi  $C_v=430$  J/kg.K ga teng. Gaz aralashmasidagi argonning massasi nimaga teng?

62 Gazning nisbiy molekulyar massasi  $M=44$ ,  $C_p/C_v=1.33$ . Shu berilganlarga asosan solishtirma issiqlik sig'implari  $C_p$  va  $C_v$  topilsin.

63 Agarda birinchi tashkil etuvchi modda miqdori 2 mol, ikkinchining komponentning modda miqdori 4 molga teng bo'lsa, kislorod va azot aralashmasi uchun solishtirma issiqlik sig'imi aniqlansin.

64 Uch atomli gaz  $P=240$  kPa bosim va  $T=20^\circ\text{C}$  haroratda  $V=10$  l hajmni egallaydi. Shu gazning o'zgaras bosimdagi issiqlik sig'imi  $C_p$  aniqlansin.

65 Biror bir gazning normal sharoitdagi zichligi  $\rho=1.25$  kg/m<sup>3</sup>.  $C_p=1.4$ . Shu gazning solishtirma issiqlik sig'implari  $C_p$  va  $C_v$  aniqlansin.

66 Quyidagi gazlar uchun o'zgaras bosim va o'zgaras xajmda solishtirma issiqlik sig'implari topilsin: 1) azot oksidi; 2) vodorod xloridi.

67 Sig'imi  $V=5$  dm<sup>3</sup> bo'lgan ballonda  $P=0.2$  MPa bosim ostida ikki atomli gaz joylashgan. Qizdirilgandan so'ng ballondagi bosim 4 marta oshdi. Gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

68 Diametri  $D=40$  sm bo'lgan tsilindrda  $V=80$  dm<sup>3</sup> hajmdagi ikki atomli gaz joylashgan.  $Q=84$  J issiqlik miqdori berilganda porshen xarakatga kelmasligi uchun, porshendagi yukni qanchaga oshirish zarur?

69 Harorat  $T=300$  K bo'lgan bir mol kislorod izotermik kengaytirilganda, u  $Q=2$  J issiqlikni yutdi. Gazning hajmi necha marta oshadi?

70 Massasi  $m=200$  g azot  $T=280$  K haroratda izotermik kengayganda, gazning hajmi 2 marta oshdi Topish kerak: a) ichki energiyaning o'zgarishini; b) kengayishda bajarilgan ishni; v) gaz qabul qilgan issiqlikni.



71 Kislorod o'zgaras  $V=50$  l hajmda qizdirilgan. Gazning bosimi  $\Delta P=0.5$  MPa ga o'zgardi. Gazga berilgan issiqlik topilsin.

72 Normal sharoitda vodorod  $V_1=2\text{m}^3$  hajmga ega. Gazning hajmi  $V_2=150$   $\text{m}^3$  gacha adiabatik ravishda o'zgartirilganda, uning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?

73  $P=1$  MPa bosimda ideal gazning hajmi  $V_1=2$   $\text{m}^3$  dan  $V_2=12\text{m}^3$  gacha izotermik ravishda o'zgargan. Agar gaz izometrik ravishda emas, balki adiabatik ravishda ( $\gamma=1.4$ )shu hajmgacha kengaysa, kengayish oxirida bosim qanchaga o'zgaradi?

74.Silindrda, porshen ostida  $m=20$  g massali geliy joylashgan. Porshen sekin-asta bir holatdan ( $P=0.41$  MPa,  $V=32$   $\text{lm}^3$ ) 2 holatga o'tkaziladi ( $P=1.6$  MPa,  $V=9$   $\text{dm}^3$ ). Agarda  $P$  bosimning hajmga bog'lanish chizmasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, bu jarayon davomida gaz qanday eng katta  $T$  xaroratga erishadi?

75 Massasi  $m=160$  g bo'lgan kislorod  $\text{O}_2$  ni  $\Delta T=12$  K ga qizdirish uchun  $Q=1.76$  kJ issiqlik miqdori sarf bo'lgan. Jarayon qanday o'tgan? O'zgaras  $V$  hajmdami yoki o'zgaras  $P$  bosimdami?

vodorodni  $T=290$  K haroratda izotermik kengaytirishda qanday  $A$  ish bajarilgan?

77 Massasi  $m=200$  g bo'lgan azot  $T=280$  K haroratda izometrik kengaygan, bunda gazning hajmi 2 marta oshgan. Topish kerak: 1) gazning ichki energiyasining o'zgarishini; 2) gazning kengayishida bajarilgan ishni; 3) gaz qabul qilgan issiqlik miqdori  $Q$  ni.

78 Molekulalari bir atomli bo'lgan biror miqdordagi ideal gaz  $P=1\cdot 10^5$  Pa bosimda qaytar izobarik jarayon bajarishda gazning xajmi  $V=10$  l dan  $V=20$  l gacha o'zgar di. Aniqlang: 1) Gaz ichki enegiyasining ortishini; 2) Gaz bajargan  $A$  ishni; 3) Gaz qabul qilgan issiqlik miqdori  $Q$  ni.

79 Ideal gaz ( $\gamma=1.4$ )  $V_1=0.1$   $\text{m}^3$  dan  $V_2=0.3$   $\text{M}^3$  gacha izomitrik ravishda kengaymoqda. Gazning oxirgi bosimi  $P_2=2\cdot 10^5$  Pa. Aniqlang: a)gaz ichki energiyasining ortishi  $\Delta U$  ni; b) bajarayotgan  $A$  ishni; v) gaz qabul qilayotgan issiqlik miqdori  $Q$  ni .

80 Bir mol ideal gaz izobarik ravishda  $0^{\circ}$  dan  $100^{\circ}$  C gacha qizdirilganda  $Q=3.35$  kJ issiqlik miqdorini yutadi. Aniqlang: a)  $\gamma$  ning qiymati; b) gaz ichki energiyasining ortishi  $\Delta U$  ning; v) gaz bajarayotgan A ishni.

81 Massasi  $m=1$ g, harorat  $T=280$ K va bosimi  $P=0.1$ MPa bo'lgan azot  $P_2=1$  MPa bosimgacha izometrik ravishda siqilsa qanday  $Q$  miqdorda issiqlik ajraladi?

82 Kengayishda vodorod  $A=6$  kJ ish bajardi. Agarda gaz izobarik ravishda kengaygan bo'lsa, gazga qanday miqdorda  $Q$  issiqlik berilgan?

83 Massasi  $m=200$ g vodorod o'zgarmas bosimda  $t_1=0^{\circ}$ C dan  $t_2=100^{\circ}$ C gacha qizitilganda qanday miqdorda issiqlik yutadi? Gaz ichki energiyasining ortishi qanday? Gaz qanday kattalikda ish bajaradi.

84 Massasi  $m=20$ g bo'lgan kislorod adiabetic ravishda siqilganda, uning ichki energiyasi  $\Delta U=8$ kJ ga va harorati  $T_2=900$ K gacha oshadi. Aniqlang: 1) haroratning ko'tarilishi  $\Delta T$  ning; 2) agarda boshlang'ich bosimi  $P=200$  Kpa bo'lsa, gazning oxirgi bosimi  $P$  ni.

85 Sig'imi  $V=2$  l bo'lgan ballonda  $T=300$ K haroratda va  $P=0.4$  MPa bosimda vodorod joylashgan. Agar gazga  $Q=6$  kJ issiqlik berilsa, uning harorati  $T_1$  va bosimi  $P$  qanday bo'ladi?

86  $P=0.1$  MPa bosimda va  $t=7^{\circ}$  C haroratda joylashgan ko'p atomli gazni izobarik ravishda  $\Delta T=80$ K ga qizdirish natijasida uning xajmi  $V_2=80$  dm<sup>3</sup> bo'lib qoldi. Gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin?

87 Xajmi  $V=20$  dm<sup>3</sup> bo'lgan yopiq idishda  $\rho=0.2$  kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo'lgan bir atomli gaz joylashgan. Shunday sharoitda gazni  $\Delta T=80$ K qizdirish uchun  $Q=997$  J issiqlik zarur bo'lgan. Gazning molyar massasi  $\mu$  topilsin.

88 Ballonda  $P=0.8$ MPa bosim ostida va  $T=288$ K haroratda  $m=56$ g azot bor. Sovutish natijasida bosim  $P_2=0.6$ MPa gacha pasaygan. Gaz bergan issiqlik miqdori topilsin.

89 Sig'imi  $V=0.8$ m<sup>3</sup> bo'lgan yopiq ballon  $T=293$ K haroratda  $P=2.3$ MPa bosim ostida gaz bilan to'ldirilgan. Gazga  $Q=4.6$  kJ issiqlik berilgan. Gazning oxirgi harorati va bosimi aniqlansin.

90 Harorat  $t=22^{\circ}$  C bo'lgan ikki atomli gaz adiabetic ravishda shunday siqilganki, uning bosimi  $P$  ikki marta oshgan. So'ngra gaz o'zgarmas xajimda boshlang'ich bosimga sovutilgan. Gazning oxirgi harorati  $T$  hisoblansin.

91 Ideal gaz bir xil darajada  $\eta = V_1/V_2$  siqilganda qaysi holda kattaroq ish bajariladi: Izobarik izometrik yoki adiabetic jarayonda?  $A_1/A_2$  nisbat aniqlansin.

92. Massasi  $m=64\text{g}$  bo'lgan kislorod o'zgarmas bosim ostida  $\Delta T=20\text{K}$  ga qizdirildi. Gaz bajargan ish topilsin.

93.  $P=0.1\text{MPa}$  bosim ostida  $V=22\text{dm}^3$  xajmni egallab turgan gaz izobarik ravishda  $T=20^\circ\text{C}$  dan  $T_2=100^\circ\text{C}$  gacha qizitilgan. Gaz bajargan ish aniqlansin.

94. Uch atomli qattiq (xajmiy) molekularidan tashkil topgan gaz kengayishda  $A=245\text{J}$  ishni bajardi. Gazga qanday miqdorda issiqlik  $Q$  berilgan, agarda u: 1) Izobarik ravishda; 2) Izotermik ravishda kengaygan bo'lsa?

95. Boshlang'ich harorat  $T_1=100^\circ\text{C}$  ga teng va massasi  $m=10\text{kg}$  bo'lgan kislorod izobarik ravishda siqilganda, uning xajmi 1.25 marta kamaygan. Gaz bajargan  $A$  ishni va gazdan ajralib chiqqan  $Q$  issiqlikni aniqlang.

96. Massasi  $m=10\text{g}$  bo'lgan argon o'zgarmas bosim ostida  $\Delta T=100\text{K}$  ga qizitilgan. Gazga uzatilgan issiqlik miqdori  $Q$  ichki energiyaning o'zgarishi  $\Delta U$  va kengayishda bajarilgan  $A$  ish aniqlansin.

97.  $P=0.2\text{MPa}$  bosim ostida  $V=12\text{dm}^3$  xajmni egallab turgan gaz izobarik ravishda  $T_1=290\text{K}$  dan  $T_2=370\text{K}$  gacha qizdirilgan. Gazning kengayishi bajargan  $A$  ishi va issiqlik miqdori  $Q$  topilsin.

98. Izobarik jarayonda ideal gazga keltirilgan issiqlikning qanday qismi uning ichki energiyasini oshirishga sarf bo'ladi, gazlar bir atomli va ikki atomli bo'lsalar, qanday qismi uning kengayishida sarf bo'ladi?

99. Bosimi  $P=0.3\text{MPa}$  bo'lgan bir atomli gaz izobarik ravishda  $V_1=2\text{ l}$  dan  $V_2=7\text{ l}$  gacha kengaygan. Gaz bajargan  $A$  ish va uning ichki energiyasining o'zgarishi  $\Delta U$  aniqlansin.

100. Azot izobarik ravishda siqilganda  $A=12\text{kJ}$  ish bajarilgan. Sarf qilingan issiqlik miqdori va energiyaning o'zgarishi  $\Delta U$  aniqlansin.

101.  $A=250\text{kJ}$  ish bajarish uchun agarda  $P_0=0.18\text{MPa}$  boshlang'ich bosimda adiabatik ravishda kengayganda uning xajmi ikki marta oshsa qanday  $V$  xajmdagi atomli siqilgan gaz sarf bo'lishi kerak?

102. Izobarik jarayonda ko'p atomli ideal gazga berilayotgan issiqlikning qanday qismi gazning ichki energiyasi  $\Delta U$  ni oshishi uchun sarf bo'ladi, qanday qismi esa kengayish ishi  $A$  ga sarflanadi?

103. Harorat  $T=250^\circ\text{C}$  gat eng bo'lgan ikki atomli gaz izometrik ravishda shunday siqilmoqdaki uning xajmi 3 marta kamaymoqda. So'ngra gaz boshlang'ich  $P_0$  bosimgacha adiabatik ravishda kengaymoqda. Agar gazning miqdori  $\nu=1\text{ mol}$  bo'lsa, uning adiabetic kengayishi oxiridagi haroratni va jarayonning ishini aniqlang.

104. Biror  $V$  miqdordagi bir atomli ideal gazning bosimi boshqa  $P$  bosimdan 10 marta oshguncha adibatik ravishda siqilgan. So'ngra gaz boshlang'ich  $V$  hajmgacha izotermik ravishdan necha marta katta?

105. Uch atomli qattiq molekulali biror  $V$  miqdordagi ideal gaz  $T=280$  K haroratdan quyidagi parametrlarga ega bo'lgan holatda adiabatik ravishda oshgan :  $T_2=320$  K.  $P_2=2 \cdot 10^5$  pa,  $V=50$  l. Bunda gaz qanday  $A$  ish bajaradi?

106 Boshlang'ich harorati  $t_1=0^\circ$  C bo'lgan ideal gaz ( $\gamma=1,4$ ) siqilish natijasida: a)gazning hajmi 10 marta kamaygan ; b)gazning bosimi 10 marta oshgan. Siqilishni adiabatik jarayon deb qarab. Gaz siqilishi natijasida qanday  $T$  haroratgacha qiziydi?

107 Aniq  $\gamma$  ga ega bo'lgan  $\nu=1$  mol ideal gazning harorati  $T$ , izobarik , izohorik va adiabatik jarayonlarda  $\Delta T$  oshmoqda.  $A$  ish topilsin.

108 Agarda gaz harorati  $T=10$  K pasaygan bo'lsa, massasi  $m=4$ g bo'lgan vodorodning adiabatik ravishda kengayishida bajarilgan  $A$  ish topilsin.

109 Massasi  $m=1$  kg bo'lgan kislorodni adiabatik ravishda siqishda  $A=100$  kJ ish bajarilmoqda. Agarda siqilgunga qadar kislorodni harorati  $T=300$  K bo'lgan bo'lsa, gazning oxirgi harorati  $T_2$  aniqlansin.

110 Boshlang'ish harorati  $T_1=320$  K bo'lgan kislorodni adiabatik kengayishi natijasida uning ichki energiyasi  $\Delta U=8,4$  kJ ga kamaygan, hajmi esa  $n=10$  marta kattalashgan. Kislorodning massasi topilsin.

111 Vodorod normal sharoitda  $V_1=100$ m<sup>3</sup> hajmga ega. Gazning adiabatik ravishda  $V_2=150$ m<sup>3</sup> hajmgacha kengayishida uning ichki energiyasi o'zgarishi  $\Delta U$  aniqlansin.

112 Silindirda porchen ostida massasi  $m=0,02$  kg va harorati  $T=300$  K bo'lgan vodorod joylashgan. Vodorod avval adiabatik ravishda kengayib, o'z hajmini 5 marta oshirdi, so'ngra u izobarik ravishda siqildi va hajmi 5 marta kichradi. Adiabatik kengayishning oxiridagi harorat  $T_2$  va gaz bajargan to'liq ish  $A$  aniqlansin.

113 Massasi  $m=20$ g bo'lgan kislorod adiabatik ravishda siqilganda uning ichki energiyasi  $\Delta U=8$ kJ ga oshdi va harorati  $T_2=900$  K gacha ko'tarildi. Aniqlang : 1)haroraning ortishi  $\Delta T$ ni; 2)agarda boshlang'ich bosim  $P=20$  kPa bo'lsa, gazning oxirgi bosimi  $P$  ni.

114 Hajmi  $V_1=10$  l va bosimi  $P_1=100$ kPa bo'lgan havo adiabatik ravishda  $V_2=1$  l gacha siqilgan. Siqilgandan so'ng havoning bosimi  $P_2$  topilsin

115 Dizel divigatelida yonilg'i aralashma  $T_2=1,1$  kK haroratda yona boshladi. Aralashmaning boshlang'ich harorati  $T_1=350$  K. Aralashma yona boshlashi uchun uning hajmi siqilishda necha marta kamayishi kerak? Siqilishini adiabatik deb qarash kerak. Adiabatik ko'rsatkichini  $\gamma =1,4$  deb olish mumkin.

116  $P=100$ kPa bosim ostida is gazi  $T_1=290$  K haroratda adiabatik ravishda  $P_2=k$ Pa bosimgacha siqilgan. Gaz siqilgandan so'ng qanday  $T_2$  haroratga ega?

117 Gaz adiabatik ravishda siqilgan uning hajmi  $n_1=5$  marta kamaydi, bosimi esa  $n_2=21,4$  marta oshdi. Gazning issiqlik sig'implarning nisbati  $C_p/C_v$  topilsin.

118  $P_1=2$  MPa bosim ostida va  $T_1=300$  K haroratga ega bo'lgan vodorod ballonda joylashgan. Ballon ichidagi gazning yarmi chiqarib yuborildi. Jarayonni adiabatik deb hissoqlab, gazning oxirigi bosimi va harorati aniqlansin.

119 Boshlang'ich haroratda  $T_1=320$  K bo'lgan kislorod adiabatik ravishda kengayganda, uning ichki energiyasi  $\Delta U=8,4$  kJ ga kamaydi. Agar uning massasi  $m=6,7$ g bo'lsa, gaz hajmi nech marta oshdi?

120  $T=400$  K haroratda turgan bir atomli bir mol gaz izotermik ravishda shunday siqilganki, uning hajmi  $n=2$  marta kamaygan. So'ngra gazni adiabatik ravishda boshlang'och  $P_0$  bosimgacha kengaytirishgan. Jarayon oxiridagi harorat ichki energitaning o'zgarishi  $\Delta U$  ni va jarayon davomida bajarilgan ish  $A$  ni aniqlang.

121 Hajmi  $V_1=7,5$  l bo'lgan kislorod  $V_2=1$  l gacha adiabatik ravishda siqilmoqda. Siqish oxirida bosim  $P=1,6$  MPa ga teng bo'lgan. Siqishga qadar gaz qanday bosimga ega edi?

122 Ichki yonish dvigateli silindrlarida havo adiabatik siqilishi natijasida bosimi  $P_1=0,1$  MPa dan  $P_2=3,5$  MPa gacha o'zgargan. Havoning boshlang'ich harorati  $T_1=40^\circ\text{C}$ . Siqish oxiridagi havoning harorati aniqlansin.

123 Gaz adiabatik ravishda kengayishida uning hajmi ikki marta oshadi, absolyut harorati esa 1,32 marta pasayadi. Gaz molekularining erkinlik darajasi qanday?

124  $t_1=27^\circ\text{C}$  harorat va  $P=2\text{ MPa}$  bosimda turgan ikki atomli gaz adiabatik ravishda  $V_1$  hajmdan  $V_2=0,5V_1$  hajmgacha siqilgan. Gaz siqilgandan so'ng ega bo'lgan harorati  $T_2$  va bosimi  $P_2$  aniqlansin.

125 Normal sharoitda idishda porshen ostida portlovchi gaz  $V=0,1\text{ l}$  hajmni egallab turibdi. Tez siqilishi natijasida sarflangan ish  $A=46\text{ J}$  ga teng bo'lsa, portlovchi gazning yona boshlash harorati  $T$  ni toping.

126 Idishda porshen ostida normal sharoitda gaz joylashgan. Idishning tubi va porshenning tagi orasidagi masofa  $l=25\text{ sm}$ . Porshenga massasi  $m=20\text{ kg}$  bo'lgan yuk qo'yilganda, u  $\Delta l=13,4\text{ sm}$  ga pastga tushdi. Siqilishi adiabatik deb hisoblab, berilgan gaz uchun  $C_p/C_v$  topilsin. Porshenning ko'ndalang kesim yuzasi  $S=10\text{ sm}^2$ . Porshen massasi etiborga olinmasin.

127  $P=50\text{ kPa}$  bosim ostida ikki atomli gaz  $V_1=0,5\text{ l}$  hajmni egallaydi gaz adiabatik ravishda biror bir  $V_2$  hajmgacha va  $P$  bosimgacha siqilgach, so'ngra o'zgarmas  $V_2$  hajmda boshlang'ich haroratgacha sovutilgan. Bunda uning bosimi  $P=100\text{ kPa}$  ga teng bo'lib qoladi.

-jarayonning chizmasi chizilsin

- $V$  hajmi va  $P_2$  bosim topilsin.

128 Gaz adiabatik ravishda shunday kengaymoqdaki, uning bosimi  $P_1=200\text{ kPa}$  dan  $P_2=100\text{ kPa}$  gacha pasaymoqda. So'ngra u o'zgarmas hajmda boshlang'ich haroratgacha qizitilgan, bunda uning bosimi  $P=122\text{ kPa}$  gacha ko'tarilgan.

- Shu gaz uchun  $C_p/C_v$  topilsin.

-Shu jarayon chizmasi chizilsin.

129 Normal sharoitda turgan 2 mol azot adiabatik ravishda  $V_1$  dan  $V_2=5V_1$  hajmgacha kengaygan.

- gaz ichki energiyasining o'zgarishini

- kengayishda bajarilgan  $A$  ishni.

130. Hajmi  $V_1=10\text{ l}$  havoni  $V_2=10\text{ l}$  hajmgacha siqish lozim. Gaz qanday siqilgani foydalimi, izotermikmi yoki adiabatikmi?

131 1 kmol ikki atomli gaz adiabatik ravishda siqilganda  $A=146\text{ kJ}$  ish bajarilgan. Siqilish natijasida gazning harorati qanchaga ko'tarildi?

132 1 mol azot  $t=17^\circ\text{C}$  haroratda  $V$  dan  $3V$  gacha adiabatik ravishda kengaydi. Kengayish ishi  $A$  topilsin.

133 Normal sharoitda  $m=10\text{ g}$  kislorod  $V=1,4\text{ l}$  gacha siqilgan. Siqilgandan so'ng kislorodning bosimi  $P_2$  va harorati  $T_2$  aniqlansin: - kislorod adiabatik ravishda



siqilsa; - kislorod izotermik ravishda siqilsa. Har bir hol uchun siqishda bajarilgan A ish topilsin.

134  $t=40^{\circ}\text{C}$  harorat va  $P_1=100\text{ kPa}$  bosim ostida turgan  $m=28\text{ g}$  massali azot  $V=13\text{ l}$  hajmgacha siqilgan. Siqilgandan so'ng azotning harorati  $T_2$  va bosim  $P_2$  topilsin, agar: - azot adiabatik ravishda siqilsa; - azot izotermik ravishda siqilsa. Har bir hol uchun siqishda bajarilgan A ish topilsin.

135  $m=1\text{g}$  massali vodorod izotermik ravishda kengayganda gaz hajmi 2 marta oshgan. Agarda uning harorati  $T=300\text{ K}$  bo'lsa, kengayishda gaz bajargan A ish topilsin. Bunda gazga uzatilgan issiklik miqdori aniqlansin

136 Massasi  $m=1\text{ kg}$  kislorodni adiabatik ravishda siqilshda  $A=100\text{ kJ}$  ish bajarilgan. Agarda uni siqilgunga qadar harorati  $T=300\text{ K}$  bo'lgan bo'lsa, gazning oxirgi  $T_2$  harorati qanday?

137 Ballon ichida  $T_1=290\text{ K}$  haroratda  $P_1 = 1\text{ MPa}$  bosim ostida vodorod joylashgan. Ballondan gazning yarmi chiqarib yuborildi. Jarayonni adyabatik deb qarab, gazning oxirgi  $T_2$  haroratini va  $P_2$  bosimini aniqlang.

138  $P_1=0,1\text{ MPa}$  bosim ostida turgan havo adiabatik ravishda  $P_2=1\text{ MPa}$  gacha siqilgan. Agar siqilgan havo o'zgarmas hajmda, boshlang'ich haroratgacha sovutilsa, gazning  $P_3$  bosimi qanday bo'ladi?

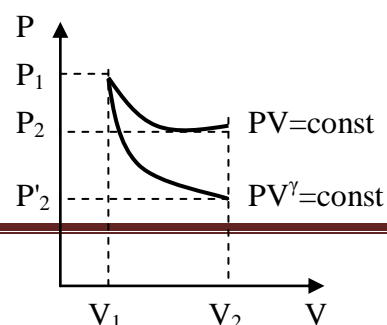
139 Xavo adiabatik ravishda siqilganda uning bosimi  $P_1=50\text{ kPa}$  dan  $P_2=0,5\text{ MPa}$  gacha oshgan. So'ngra o'zgarmas hajmda havo harorati  $T$  boshlang'ich haroratgacha pasaygan. Jarayon oxirida  $R_3$  bosim topilsin.

140 Izotermik ravishda kengayishda vodorodning hajmi  $V=3$  marta oshdi. Gaz bajargan A ishni va u qabul etgan  $Q$  issiqlikni aniqlang. Vodorod massasi  $200\text{g}$ .

141 Massasi  $m=40\text{ g}$  va harorati  $T=300\text{ K}$  bo'lgan vodorod adiabatik ravishda kengayib, o'z hajmini  $n_1=3$  marta oshirgan. So'ngra gaz izotermik ravishda siqilib, hajmini  $V$ ,  $n=2$  marta kamaytirgan. Gaz bajargan to'liq A ishni va uning oxirgi haroratini aniqlang.

142 Harorat  $t=-3^{\circ}\text{C}$  bo'lgan vodorod hajmini adiabatik ravishda 3 marta oshirgan bo'lsa, gaz tomonidan bajarilgan A ish nimaga teng.

143 A idishdagi vodorod  $t_1=107^{\circ}\text{C}$  haroratga va  $P=6\cdot 10^5\text{ Pa}$  bosimga ega, B idishdagisi esa  $t_2=37^{\circ}\text{C}$  haroratga va  $P_B=10^6\text{ Pa}$  bosimi  $V_B=0,8\text{ m}^3$ .  $C=\text{const}$  deb hisoblab, gazlar aralashmasining  $t$



1-rasm

haroratini va P bosimini aniqlang. Tashqi muhit bilan issiqlik almashinish yo'q deb qaralsin.

144 Bosimi  $P=1\text{MPa}$  va hajmi  $V_1=2\text{ m}^3$  bo'lgan ideal gaz izotermik ravishda  $V_2=12\text{ m}^3$  hajmgacha kengaygan. Agar gaz izotermik ravishda emas, balki adiabatik ravishda ko'rsatilgan hajmgacha kengaysa ( $\gamma=1.4$ ) kengayish oxirida P bosim qanchaga o'zgarishini aniqlang(1-rasm)

145. Harorati  $T_1=290\text{ K}$  va bosimi  $P_1=150\text{ kPa}$  bo'lgan havo adiabatik siqilganda uning hajmi  $n=12$  marta kamaydi. Massasi  $m=1\text{kg}$  gazning siqilishidan so'ng bosimi  $P_2$ , harorati  $T_2$  va siqishda bajarilgan A ishni aniqlang.



# GAZLARNING MOLEKULYAR-KINETIK NAZARIYASI

## Statistik taqsimot

### Tekshirish uchun savollar

1. Qanday gaz ideal gaz deb ataladi va uning holatini qaysi parametrlar tavsiflaydi?
2. Gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi va undan chiqadigan xulosalarni yozing.
3. Issiqlik hodisalarining statistik usul bo'yicha, ifodalari nimalardan iborat?
4. Termodinamik ehtimollik nima? Taqsimot funksiyalari nimalarni tavsiflaydi?
5. Gaz molekularining tezlik bo'yicha Maksvell taqsimot funksiyasi qanday ifodalanadi? Molekulalarning ehtimolliги eng katta bo'lgan, o'rtacha arifmetik va o'rtacha kvadratik tezliklari qanday aniqlanadi?
6. Potensial energiyalari bo'yicha Bolsman taqsimot funksiyasi qanday yoziladi? Barometrik formula nimani ifodalaydi?

### Masalalar yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi va undan kelib chiqadigan xulosalar faqat ideal gazlar uchun o'rinlidir, chunki uni keltirib chiqarishda molekularning o'zaro tasiri hisobga olinmagan; molekularning o'zaro to'qnashishi elastik sharlarning urilishi kabi qaraladi.

Issiqlik hodisalarining statistik nuqtai nazariga bog'liq masalalarni yechishda taqsimot funksiyalarini to'g'ri tanlash va matematik hisoblash juda muhimdir.

Molekulalarning tezlik bo'yicha taqsimot qonuniga oid masalalarni yechishda 1-jadvaldan foydalanish qulaydir, bu yerda  $\frac{\Delta N}{N\Delta U}$  ning har xil U dagi

qiymatlari berilgan bo'lib, bunda  $U = \frac{v}{v_1}$  nisbiy tezlikdir.

U	$\frac{\Delta N}{N\Delta U}$	U	$\frac{\Delta N}{N\Delta U}$	U	$\frac{\Delta N}{N\Delta U}$
0	0	0,9	0,81	1,8	0,29
0,1	0,02	1,0	0,83	1,9	0,22
0,2	0,09	1,1	0,82	2,0	0,16
0,3	0,18	1,7	0,78	2,1	0,12
0,4	0,31	1,3	0,17	2,2	0,09
0,5	0,44	1,4	0,63	2,3	0,06
0,6	0,57	1,5	0,54	2,4	0,04
0,7	0,68	1,6	0,46	2,5	0,03
0,8	0,76	1,7	0,36		

### MASALALAR ECHISH NAMUNALARI

1-masala. Hajmi  $V=1\text{mm}^3$  bo'lgan suvdagi molekular soni  $N$  ni va suv molekulasining massasi  $m$  ni aniqlang.

Shartli ravishda, suv molekularini shar shaklida deb, o'zaro bir-biriga tegib turganda, molekula diametri  $d$  ni toping.

Yechimi:

$m$ - massaga ega bo'lgan biror tizimda molekular soni  $N$  Avogadro doimiysi-  $N_A$  ning modda miqdori  $\nu$  ga ko'paytmasiga teng:  $N = \nu N_A$  chunki  $\nu = \frac{m}{\mu}$ , bunda

$$\mu \text{ molyar massa, unda } N = \frac{m}{\mu} N_A$$

Bu formulada massa zichligini hajm  $V$  ga ko'paytmasi orqali ifodalab quyidagini hosil qilamiz

$$N = \frac{\rho V N_A}{\mu} \quad (1)$$

Hisoblash vaqtida  $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$  deb olib,  $N = 3,64 \cdot 10^{19}$  ta molekularni topamiz  
Bitta molekula massasi quyidagi formula bilan topiladi:

$$m_1 = \frac{\mu}{N_A} \quad (2)$$

$\mu$  va  $N_A$  ning qiymatlarini qo'yib, suvning  $m_1$  massasini topamiz

$$m_1 = 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Agar suvning molekulari o'zaro zich joylashgan bo'lsa, unda har bir molekula  $V = d^3$  hajm (kub yacheykasi) to'g'ri keladi;

Bunda  $d$ -molekula diametridir. Bundan

$$d = \sqrt[3]{V_1} \quad (3)$$

$V_1$  hajmni molyar hajmi  $V_m$  ni molekular soni  $N_A$  ga bo'lish bilan topiladi.

$$V_1 = \frac{V_m}{N_A} \quad (4)$$

(4)-ifodani (3)-ifodaga qo'ysak

$$d = \sqrt[3]{\frac{V_m}{N_A}} \quad \text{bunda} \quad V_m = \frac{M}{\rho} \quad \text{ni hisobga olib natijada}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}} \quad \text{ni hosil qilamiz} \quad (5)$$

Endi (5) ifodaning o'ng tomoni uzunlik birligini ifodalashni tekshiramiz :

$$\left\{ \frac{[M]}{[\rho][N_A]} \right\} = \left\{ \frac{1 \text{ kg/mol}}{1 \text{ kg/m}^3 * 1/\text{mol}} \right\} = 1M \quad (6)$$

$$\text{Hisoblashni yakunlaymiz: } d = \sqrt[3]{\frac{18 * 10^{-3}}{10^3 * 6,02 * 10^{23}}} \quad M = 3,11 * 10^{-10} \quad M = 311 \text{ nm}$$

2-masala. Harorati  $T = 286 \text{ K}$  bo'lgan kislorodning aylanma harakatdagi bitta molekulasini o'rtacha kinetik energiyasi  $\langle E \rangle$  ni hamda massasi  $m = 4 \text{ g}$  bo'lgan kislorod barcha molekularning aylanma harakat kinetik energiyasi  $W$  ni toping.

Yechimi: Ma'lumki gaz molekularining har bir erkinlik darajasiga bir xil o'rtacha energiya to'g'ri keladi va u shunday ifodalanadi

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT$$

Kislorod molekulasini ikki atomli bo'lgani uchun u ikkita aylanma harakat erkinlik darajasiga ega, shu tufayli kislorodning aylanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi 2 marta katta bo'ladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT = kT$$

bunda  $k = 1,38 * 10^{-23} \text{ J/K}$  ga teng, demak

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = 3,94 * 10^{-21} \text{ J ni topamiz.}$$

Hamma molekularning aylanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi

$$W = N \langle \varepsilon \rangle \quad (1)$$

ifoda bilan topiladi, agar tizimdagi molekular soni Avagadro doimiysining moddalar soni  $v$  ga ko'paytmasiga teng deb olsak (1) tenglik quyidagini ifodalaydi

$$W = vN_A \langle \varepsilon \rangle = \frac{m}{\mu} N \langle \varepsilon \rangle \quad (2)$$

yerda  $m$ -gazning massasi:  $\mu$ -uning molyar massasi (2) ga tegishli kattaliklarni qo'yib

$$W = 296 \text{ J} \quad \text{ni topamiz}$$

3-masala. Biror hajmdagi gaz molekularining soni Avagadro doimiysi  $N_A$  ga teng. Ushbu gazni ideal deb,  $V$  tezligi ehtimollik tezligi  $v_{eh}$  dan 0,001 ga kichik bo'lganda molekular soni  $\Delta N$  aniqlansin.

Yechimi: Masalani yechimida molekular nisbiy tezliklarining  $U$  bo'yicha taqsimotidan foydalanish qulaydir  $\left| U = \frac{v}{v_h} \right|$ . Nisbiy tezliklari  $U$  dan  $U+dU$  oralig'ida bo'lgan molekular soni  $dN(U)$  quyidagi formula bilan topiladi

$$dN(U) = -\frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} e^{-U^2} U dU \quad (1)$$

bu yerda  $N$ -ko'rilayotgan hajmdagi hamma molekular soni; Masala shartiga ko'ra molekularning maksimal tezligi

$$V_{maz} = 0,001V_b \quad \text{yoki} \quad U_{max} = \frac{v_{max}}{v_h} = 0,001$$

Bunday qiymatlar uchun (1) ifodani soddalashtirib,  $U \ll 1$  uchun  $e^{-U^2} = 1 - U^2$  deb olib,  $U^2$ - ifodani ushbu ko'rinishda yozish mumkin

$$dN(U) = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} U^2 dU \quad (2)$$

2-ifodani  $u$  bo'yicha 0 dan  $U_{max}$  gacha integrallash natijasida quyidagini hosil qilamiz

$$\Delta N = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} \int_0^{max} U dU = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} \left| \frac{U^2}{2} \right|_0^{U_{max}} = \frac{4N_A}{3\sqrt{\pi}} U_{max} \quad (3)$$

Bu formulaga  $N_A \pi$  ni qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz

$$\Delta N = \frac{4 * 6,02 * 10^{23}}{3 * \sqrt{3,14}} * 0,001^3 = 4,63 * 10^4 \quad \text{ta molekula}$$

4-masala. Massalari  $m = 10^{-18}$  g bo'lgan chang zarrachalari havoda muallaq holda turibdi. Chang zarrachalari konsentratsiyasining farqi 1 % dan oshmaydigan

havo qatlamini aniqlang. Havoning harorati butun hajm bo'yicha bir xil va  $T=300$  K ni tashkil etadi.

Yechimi: Muvozanat holatda chang zarrachalarining taqsimlanishidan konsentratsiya farqat vertikal yo'nalishdagi o'q bo'yicha koordinataga bog'liq.

Bu holatda chang zarrachalarini taqsimoti uchun Boltsman formulasidan foydalanish mumkin

$$n = n_0 e^{-\frac{W}{kT}}$$

Chunki bir jinsli maydonda og'irlik kuchi  $W_p = mgh$

$$n = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

Masalaning shartiga ko'ra balandlikka qarab konsentratsiyaning o'zgarishi  $n \left| \frac{\Delta n}{n} \right| = 0,01$  ga nisbatan juda kichikdir. Shu sababli konsentratsiya o'zgarishi  $\Delta n$  ni differentsial  $dn$  bilan almashtirish mumkin. (2)- ifodani  $z$  bo'yicha differentsiallab, quyidagini hosil qilamiz

$$dn = -n_0 \frac{mg}{kT} e^{-\frac{mgZ}{kT}} dZ$$

Bu yerda  $n_0 e^{-\frac{mgZ}{kT}} = n$  bo'lgani uchun  $dn = -\frac{mg}{kT} n dZ$ . Ushbu tenglamadan bizni qiziqtirayotgan koordinatalar o'zgarishini topamiz

$$dZ = \frac{kT \Delta n}{mg n}$$

Bu yerdagi manfiy ishora koordinatalarning musbat tomonga o'zgarishi ( $dZ > 0$ ) konsentratsiyaning kamayishiga olib kelishini ifodalaydi. Bu masalada manfiy ishora ahamiyatsiz bo'lgani uchun,  $dZ$  va  $dn$  differentsiallarni  $\Delta Z$  va  $\Delta n$  tugallangan orttirma bilan almashtirib

$$\Delta Z = -\frac{kT}{mg} * \frac{\Delta n}{n}$$

ni topamiz. Kattaliklarning qiymatini quyamiz:

$\frac{\Delta n}{n} = 0,001$ ;  $k = 1,38 * 10^{-23}$  J/K ;  $T = 300$  K;  $m = 10^{-21}$  kg;  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>  $\Delta Z = 4,23$  mm bo'ladi.

Hosil bo'lgan natijalarga ko'ra, quyilagini aytish mumkin. Juda kichik chang zarrachalarining ( $m= 10^{-18}\text{kg}$ ) konsentratsiyasi ham balandlik bo'yicha juda tez o'zgaradi.

### VARIANTLAR JADVALI

Variant raqami	Masalalar soni			Variant raqami	Masalalar soni			Mustaqil ish uchun masalalar
<b>1</b>	10	36	70	<b>16</b>	25	58	86	93
<b>2</b>	11	37	71	<b>17</b>	26	59	87	92
<b>3</b>	12	38	72	<b>18</b>	27	60	88	91
<b>4</b>	13	39	73	<b>19</b>	28	54	89	90
<b>5</b>	14	40	74	<b>20</b>	29	55	90	89
<b>6</b>	15	41	81	<b>21</b>	30	56	75	88
<b>7</b>	16	42	82	<b>22</b>	1	44	66	87
<b>8</b>	17	43	83	<b>23</b>	2	45	67	86
<b>9</b>	18	48	84	<b>24</b>	3	46	68	85
<b>10</b>	19	49	85	<b>25</b>	4	47	69	84
<b>11</b>	20	50	76	<b>26</b>	5	31	65	83
<b>12</b>	21	51	77	<b>27</b>	6	32	64	82
<b>13</b>	22	52	78	<b>28</b>	7	33	63	81
<b>14</b>	23	53	79	<b>29</b>	8	34	62	80
<b>15</b>	24	54	80	<b>30</b>	9	35	61	79

## MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

- 1 Quyidagi gazlarning molyar massasi  $\mu$  ni va bitta molekula massasini  $m_1$  ni toping.
  - kislorod
  - azot
  - azot oksidi (NO)
- 2 Harorati  $T=300$  K, bosimi  $P=1$  mPA bo'lgan ideal gaz molekularining konsentratsiyasining aniqlang
- 3 Normal sharoitda hajmi  $V=0,5$  l bo'lgan kolbada joylashgan ideal gaz molekularining sonini toping.
- 4 Massasi  $m=1$  g bo'lgan quyidagi gazlarda nechtadan atom bor?
  - a) geliy; b) uglerod; v) fluor.
- 5 Hajmi  $V=3$  litrli ballonda massasi  $m=4$  g bo'lgan kislorod bor. Gazning miqdorini va molekular konsentratsiyasi  $n$  ni aniqlang.
- 6 Harorat  $T=300$  K va bosim  $P=5$  MPa bo'ganda, hajmi  $V=30$  l balonida nechta gaz molekulasi bo'ladi?
- 7 Massasi  $m=10$  g bo'lgan azot molekularining uchdan bir qismi atomlarga parchalandi. Shunday gazdagi hamma zarrachalar soni  $N$  ni aniqlang.
- 8 Harorat  $T=290$  K, bosim  $P=5$  kPa bo'lganda hajmi (sig'imi)  $V=240$  sm<sup>3</sup> kolbadagi moddaning miqdori  $V$  va gazning molekular soni  $N$  ni aniqlang.
- 9 Suyuqlikning molekulari shar shaklida, o'zaro bir-biriga yopishgan sharoitda uglerod sulfati CS<sub>2</sub> ning molekula idametrini aniqlang. Suyuqlikning zichligi ma'lum, deb kabul kiling.
- 10 Hajmi  $V=100$  sm<sup>3</sup> bo'lgan kolbada harorati  $T=300$  K ga teng gaz bor. Agar kolbada to'kilish natijasida  $N=10^{20}$  molekula chiqib ketsa, gazning bosimi  $P$  qanchaga o'zgaradi?
- 11 Normal sharoitdagi suv bug'i molekulari markazlari orasidagi o'rtacha masofani toping va uni molekulaning diamerti bilan taqqoslang ( $d=0,31$  nm).
- 12 Idishda kislorod va vodorod aralashmasi bor. Aralashmaning massasi  $m=3,6$  g ga teng. Kislorodning massa ulushi 0,6. Aralashmadagi modda miqdori  $V$  va  $v_1$ ;  $v_2$  har bir gaz uchun alohida topilsin.

- 13  $V=4$  l bo'lgan idishda massasi  $m=1$  g vodorod bor. Idishning  $1 \text{ sm}^3$  hajmidagi molekulalar soni aniqlansin.
- 14 Hajmi  $V=80 \text{ m}^3$  harorat  $t=17^\circ\text{C}$  va bosimi  $P=750$  mm. sim. ust. bo'lgan xonada qancha molekula bor?
- 15 Sig'imi(hajmi)  $2,24$  l bo'lgan idishda normal sharoitda kislorod bor. Idishdagi kislorod modd miqdori  $V$  ni massasini va molekulalar konsentratsiyasini aniqlang?
- 16 Massasi  $0.5$  kg bo'lgan kislorod modda miqdori  $V$  ni va molekulalar soni  $N$  ni aniqlang
- 17 Massasi  $m=1$  g, modda miqdori  $P=0,2$  mol bo'lgan simobda qancha atom bor?
- 18 Hajmi  $1 \text{ sm}^3$  bo'lgan suvning harorati  $t=4^\circ\text{C}$  ,suvdagi modda miqdori  $V$  va molekulalar soni  $N$  ni aniqlang.
- 19 Ish tutuzilgan molyar massa  $\mu$  ni va bitta molekula massasi  $m$  ni toping.
- 20 Modda miqdori  $V=0,2$  mol bo'lib,  $2$  l hajmni egallagan kislorod molekulalarining konsentratsiyaning konsentatsiyasini toping?
- 21  $3$  l idishni egallagan vodorod modda miqdorini aniqlang. Bunda gaz mekulalarining konsentratsiyasini  $2 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$  ga teng deb oling.
- 22 Sig'imi  $3$  l li idishda bosimi  $P=540$  kPa gazning hamma molekulalari ilgarilanma harakatni umumiy kinetik energiyasi  $\langle E_k \rangle$  toping .
- 23 Geliyning miqdori  $V =1.5$  mol, xarorati  $T=120$  K. Gazning hamma molekulalari ilgarilanma harakatining umumiy kinetik energiyasini toping.
- 24 Harorati  $T=500$  K bo'lgan bug'ning bitta molekulasi o'rtacha kinetik energiyasi  $\langle E_{o'r} \rangle$  ni toping.
- 25 Gazning bosimi  $P=1$  mPa, molekulalar konsentratsiyasi  $n=10^{10} \text{ sm}^{-3}$  bo'lganda gaz harorati  $T$  ni molekulalar ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi  $\langle E \rangle$  ni toping;
- 26 Harorati  $T=600$  K bo'lgan suv bug'i molekulasi ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi  $\langle E_k \rangle$  ning va to'liq kinetik energiyasi  $\langle E \rangle$  ning o'rtacha qiymatini hamda  $\nu=1$  kmol modda miqdoriga ega bo'lgan suv bug'ining hamma molekulalari ilgarilanma harakat energiyasi  $W$  ni aniqlang.
- 27 Harorat  $T=400$  K bo'lganda geliy, kislorod va suv bug'ning bitta molekulasi to'liq kinetik energiyasi o'rtacha qiymati  $\langle E \rangle$  ni toping.
- 28 Xavosi simob bug'i bilan ifloslangan xonaning  $V=1 \text{ m}^3$  hajmida  $t=20^\circ \text{ C}$  da bo'lgan, agar shu haroratda to'yingan simob bugining bosimi  $P=0,13$  Pa bo'lsa simob molekulalarining  $N$  soni aniqlansin.



- 29 Harorat  $t=27^{\circ}\text{C}$  bo'lganda ammiyak ( $\text{NH}_3$ ) bitta molekulasi to'lik kinetik energiyasini va aylanma harakat kinetik energiyasini toping.
- 30 Modda miqdori 1 mol bo'lgan vodorod gazning hamma molekulalarini dissotsiatsialashi uchun zarur bo'lgan energiya  $W_m=419\text{ kJ mol}$  ga teng. Gazning harorati qanday bo'lganda, uning molekulari ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi ularni parchalash uchun yetarli bo'ladi?
- 31 Qanday haroratda gaz molekulasi ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi  $\langle E_{ilg} \rangle = 4,14 \cdot 10^{-21}\text{ J}$  gat eng bo'ladi.
- 32 Massasi  $m=20\text{ g}$  bo'lgan kislorodni  $t=10^{\circ}\text{C}$  haroratdagi ichki energiyasi  $U$  ni toping. Bu energiyaning qanday qismi molekulaning ilgarilanma harakatiga, qanday qismi aylanma harakatga to'g'ri keladi?
- 33 Massasi  $m=1\text{ kg}$  azotdagi molekulalarning  $t=7^{\circ}\text{C}$  haroratdagi aylanma harakat energiyasi  $\langle E_{ayl} \rangle$  ni toping.
- 34 Hajmi  $V=2\text{ l}$  bo'lgan idshda  $150\text{ kPa}$  bosim ostida turgan ikki atomli gazning ichki energiyasi  $U$  ni toping.
- 35 Tezliklari o'rtacha arifmetik tezlikdan  $0,5\%$  dan ko'pga farq qilmaydigan molekulalarning nisbiy soni topilsin.
- 36  $T_1$  va  $T_2 = 2 T_1$  haroratlarda Maksvell taqsimoti egri chiziqlari tezlik  $v$  ning qanday qiymatlarida o'zaro kesishadi?
- 37 Hajmi  $V=2\text{ m}^3$  ga, bosimi  $P=200\text{ kPa}$  ga teng bo'lgan gaz molekulasi o'rtacha kvadratik tezligi  $\langle v_{kv} \rangle$  ni toping, gaz massasi  $m=0,3\text{ g}$ .
- 38 Oltinugurt angidridi ( $\text{SO}_2$ ) ning harorati  $T=473\text{ K}$ . Molekulalarining qanday qismining tezliklari  $v_1=420\text{ m/s}$  bilan  $v_2=430\text{ m/s}$  oralig'ida yotadi ?
- 39 Muvozanat holatda turgan azotning harorati  $T=421\text{ K}$ . Tezliklari  $v_1=499,9\text{ m/s}$  dan  $v_2=500\text{ m/s}$  gacha bo'lgan oraliqda yotgan molekulalarning nisbiy soni  $\Delta N/N$  topilsin.
- 40 Havoning qanday  $T$  haroratida azot va kislorod molekulalarining o'rtacha arifmetik tezliklari  $\Delta v = 20\text{ m/s}$  ga farq qiladi ?
- 41 Harorati  $T=300\text{ K}$  ga teng bo'lganda molekulasi ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlik qanday bo'ladi?
- 42 Tezliklari o'rtacha kvadratik tezlikdan  $0,5\%$  dan ko'pga farq qilmaydigan gaz molekulalarining nisbiy soni topilsin.
- 43 Azot oksidi  $\text{NO}$  ning harorati  $T=300\text{ K}$ . Tezliklari  $v_1=820\text{ m/s}$  dan  $v_2=830\text{ m/s}$  gacha bo'lgan oraliqda bo'lgan molekulalarning ulushi aniqlansin

- 44 Vodorod xarorati  $t=7^{\circ}\text{C}$  bo'lganda azot molekulari sonining qanday qismi  $v_1=500\text{m/s}$  dan  $V_2=510\text{ m/s}$  gacha oraliqdagi tezlikka ega?
- 45 Normal sharoitda vodorod  $V=1\text{ sm}^3$  hajmni egallab turibdi. Shu hajmda  $V_{\text{max}}=1\text{ m/s}$  tezlikdan kichik tezliklarga ega bo'lgan molekular soni  $n$  topilsin.
- 46 Agar  $P=133\text{ Pa}$  bosimda gaz zichligi  $\rho=1,475\cdot 10^{-5}\text{ kg/m}^3$  bo'lsa, azot molekularining o'rtach arifmetik tezligi va ularning ilgarilanma harakat energiyasi aniqlansin.
- 47 Hajmi  $V=10,5\text{ l}$  bo'lgan ballondagi vodorod harorati  $t=0^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P=750\text{ mm.sim.ust.ga}$  teng. Tezliklari  $V_1=1,19\cdot 10^3\text{ m/s}$  dan  $V_2=1,21\cdot 10^3\text{ m/s}$  gacha oraliqda bo'lgan vodorod molekularining soni topilsin.
- 48 Gaz molekularining qanday qismi tezliklari ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlidan  $0,5\%$  dan ko'pga farq qilmaydi?
- 49 Qanday haroratda  $200\text{m/s}$  oraliqdagi tezlikka ega bo'lgan vodorod molekularining soni tezliklari  $2000\text{m/s} \pm 1\text{m/s}$  oraliqda bo'lgan molekular soniga teng bo'ladi?
- 50 Gaz molekulari qanday qismining ilgarilanma harakat kinerik energiyalari ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyadan  $1\%$  dan ko'pga farq qilmaydi?
- 51 Harorat  $T$  ga teng bo'lganda kislorod molekularining issiqlik harakat tezligi  $600\text{ m/s}$  qiymatga ega bo'lish ehtimolligi harorat  $2T$  bo'lgandagiga teng harorat  $T$  topilsin.
- 52 Bosimi  $P=40\text{ kPa}$  va zichligi  $\rho=0,3\text{ kg/m}^3$  bo'lgan gaz molekularining o'rtacha arifmetik  $\langle V_{\text{ar}} \rangle$ , o'rtacha kvadratik  $\langle V_{\text{kv}} \rangle$  va ehtimollik eng katta bo'lgan  $V_0$  – tezliklarni toping
- 53 Qanday haroratda azot molekularining o'rtacha kvadratik tezligining ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlikdan  $\Delta V=50\text{m/s}$  ga katta bo'ladi?
- 54 Bir xil haroratda geliy va azot molekularining o'rtacha kvadratik tezliklarining nisbatini toping.
- 55 Bosim  $P=266,6\text{ Pa}$  bo'lganda idishning birlik hajmidagi vodorod molekularining soni  $n$  topilsin, agar vodorod molekularining o'rtacha molekularining o'rtacha kvadratik tezligi  $\langle V_{\text{kv}} \rangle=24\text{ km/s}$  ga teng bo'lsa.
- 56 Biror bir gazning zichligi  $\rho=0,06\text{ kg/m}$ , molekularining o'rtacha kvadratik tezligi  $\langle V_{\text{kv}} \rangle=500\text{m/s}$  ga teng. Gazning idish devorlariga ko'rsatayotgan  $P$  bosim topilsin.

- 57 Impulsning qiymati eng katta ehtimollikka ega qiymat  $R_{eh}$  ga aniq teng bo'lgan ideal gaz molekulalarining soni topilsin.
- 58 Havoda muallaq turgan chang zarrachasining o'rtacha kvadratik tezligi havo molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta kichik? Chang massasi  $m=10^{-8}$  g. Havoni bir jinsli gaz deb hisoblab, uning molyar massasini  $\mu =29 \cdot 10^{-3}$  kg/mol deb oling.
- 59 Harorat  $t=20^{\circ}\text{C}$  bo'lganda vodorod molekulasiining impulsi  $P$  topilsin. Molekula tezligini o'rtacha kvadratik tezlikka teng deb hisoblang.
- 60 Hajmi  $V=2$  l bo'lgan idishda  $P=90,6$  kPa bosim ostida  $m=10$  g massali kislorod joylashgan. Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi  $\langle v_{kv} \rangle$  topilsin.
- 61 Ballonda  $m=15$  g kislorod joylashgan. Tezliklari o'rtacha kvadratik tezligi qiymatidan yuqori bo'lgan kislorod molekulalarining soni topilsin.
- 62 Normal sharoitda biror bir gazning o'rtacha kvadratik tezligi  $\langle v_{kv} \rangle = 461$  m/s ga teng. Massasi  $m=1$  g bo'lgan bunday gazda nechta molekula bor?
- 63 40 kPa bosimda zichligi  $0,3$  kg/m<sup>3</sup> bo'lgan gaz molekulalarining ehtimolligi eng katta bo'lgan tezligi topilsin.
- 64 Ideal gaz molekulalarining qanday qismining energiyasi xuddi shu haroratdagi molekulalarning ilgarinma harakat o'rtacha energiyasi  $\langle v \rangle$  dan 1% dan ortiq farq qilmaydi?
- 65 Ideal gazning ushbu molekula tezligi  $V_{eh}$  dan 1% ortik farq qilmasligining ehtimolligi topilsin.
- 66  $t=17^{\circ}\text{C}$  haroratda havo molekulalarining qanday qismining tezligi  $\Delta V = 0,1 V_{eh}$  dan farqi  $\Delta V = 0,5$  m/s dan ko'p emas?
- 67 Molekulalar qanday kishining energiyasi  $E_1=0$  bilan  $E_2=0,01$  qanday oralig' da yotadi?
- 68 Ideal gaz molekulalarining impulslari ehtimolligi eng katta  $P_{eh}$  qiymatga ega bo'lganlari uchun kinetik energiya ifodasi topilsin.
- 69 Kinetik energiyasi ehtimolligi eng katta bo'lgan energiya qiymatidan 1% dan ortiq farq qilmaydigan ideal gaz molekulalarining nisbiy soni topilsin
- 70 Ideal gaz harorati bir da o'zgarsa, molekulaning ehtimolligi eng katta bo'lgan imupulsi  $P_{eh}$  ning qiymati necha foizga o'zgaradi?
- 71 Qanday balandlikda havo bosimi dengiz satxidagi bosimining 75 foizini tashkil etadi? Harorat o'zgaras va  $0^{\circ}\text{C}$  deb hisoblang

- 72 2.3 km balandlikda havoning bosimi dengiz satxidagi bosimning necha foizini tashkil etadi? Harorat o'zgaras va  $0^{\circ}\text{C}$  deb hisoblang.
- 73 2700 m balandlikla havo bosimini toping. Yer sirtidagi bosim  $P_0 = 101 \text{ kPa}$ . Havo harorati  $t = 0^{\circ}\text{C}$ .
- 74 Yer sirtida atmosferadagi massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo'lgan molekular kontsentratsiyalarining nisbati  $k_0$  ga teng. Bu nisbat  $h$  kilometr balandlikda qanday bo'ladi? Haroratni o'zgaras va  $T$  ga teng deb hisoblang.
- 75 Yer sirtidan  $h = 4 \text{ km}$  balandlikda  $V = 1 \text{ m}^3$  havoning massasi qanday? Havo haroratini o'zgaras va  $t = 0^{\circ}\text{C}$  ga deb hisoblang. Yer sirtidagi havo bosimi  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$  ga teng.
- 76 Dengiz sathidan qanday balandlikda havoning zichligi 1 marta kamayadi? Havo harorati  $0^{\circ}\text{C}$ . Havoning harorati, molyar massasi va og'irlik kuchi tezlanishi balandlikka bog'liq emas.
- 77 Qanday balandlikda volorodning zichligi dengiz satxidagiga nisbatan 50 % tashkil etadi? Haroratni o'zgaras va  $0^{\circ}\text{C}$  deb hisoblang.
- 78 Kuzatuvchining yer sirtidan  $h = 150 \text{ m}$  ga ko'tarilishida atmosfera bosimi qanchagacha kamayadi? Haroratni o'zgaras va  $15^{\circ}\text{C}$  deb hisoblang. Yer sirtida bosim  $p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- 79 Havoda muallaq turgan chang zarrachalarining massasi  $m = 10^{-18} \text{ g}$ . Balandlik  $\Delta h = 10 \text{ m}$  ga oshirilganda, ularning kontsentratsiyasi necha marta kamayadi? Havo harorati  $300 \text{ K}$ .
- 80 Harorati  $T = 220 \text{ K}$  va bosimi  $P = 25 \text{ kPa}$  bo'lgan biror bir balandlikdagi bosim o'zgarishi topilsin.
- 81 Dengiz satxidan  $h = 2 \text{ km}$  balandlikda havo bosimi va birlik hajmdagi molekular soni topilsin. Dengiz satxida bosim  $P = 101 \text{ kPa}$ , harorat esa  $t = 10^{\circ}\text{C}$ , Haroratning balandlik bo'yicha o'zgarishini e'tiborga olmang.
- 82 Yer sirtidan qanday  $h$  balandlikda bosim yer sirtidagi bosimning 45 %ni tashkil etadi? Haroratni o'zgaras va  $T = 300 \text{ K}$  ga teng deb oling.
- 83 Dengiz sathidan qanday  $h$  balandlikda havoning zichligi ikki marta kamayadi? Havoning harorati  $0^{\circ}\text{C}$ , Havoning haroratini, molyar massani va erkin tushish tezlanishini balandlikka bog'liq emas deb qarang.
- 84 Qanday balandlikda atmosferadagi azotning miqdori karbonat angidrid gaziga nisbatan ikki marta katta bo'ladi? Balandlik bo'yicha o'rtacha haroratni  $0^{\circ}\text{C}$  ga deb oling.

85 Qanday balandlikda atmosferadagi kislorodning zichligi 1% ga kamayadi. Kislorodning harorati  $t=27^{\circ}\text{C}$ .

86 Harorati  $t=17^{\circ}\text{C}$  ga va bosim  $P_0=100$  kPa ga teng bo'lganda, yer sirti yaqinida bosimning  $\Delta P=100$  kPa ga o'zgarishi balandlikning qanday  $\Delta h$  ga o'zgarishiga mos keladi?

87. Shaxtada  $h=10$  km chuqurlikda havo bosimi topilsin yer sirtida bosim  $P_0=100$  kPa. Havo harorati  $t=0^{\circ}\text{C}$ . Havoning molyar massasi va harorati balandlikga bog'liq emas deb qaralsin.

88 Har birining massasi  $m=10^{-12}$  g bo'lgan bir xil zarrachalar kuchlanganligi  $G=0,2$  mN/kl ga teng bir jinsli maydonda taqsimlangan. Bir-biridan  $\Delta Z=10$  m masofada bo'lgan ekvipotensial sathlarda joylashgan zarralar konsentratsiyalarining nisbati aniqlansin. Hamma qarlamalarda harakat bir xil va  $290$  K ga teng.

89 Yer sirtidan  $h=4$  km balandlikda  $V=1$  m<sup>3</sup> havoning massasi qanday bo'ladi? Havo haroratini o'zgarinas va  $t=0^{\circ}\text{C}$  deb hisoblang. Yer sirtida havo bosimi  $P_0=10$  Pa.

90 Agar havoning bir kilomolining massasi  $29\text{kg/kmol}$ , butun balandlik bo'yicha harorat o'zgarimas va  $27^{\circ}\text{C}$  ga teng bo'lsa, Yer sirtida havo bosimi esa  $P_0=10^5$  Pa bo'lsa chuqurligi  $8$  km bo'lgan quduq tubida havo bosimi qanday bo'ladi?

91 Havoda muallaq holda turgan chang zarachalari har birining massasi  $m=10^{-19}$  g.  $H_1=1$  m balandlikdagi havoda muallaq holda turgan chang zarachalari konsentratsiyasi  $n_1$  ning ularning  $h=0$  balandlikdagi konsentratsiyasi  $n_0$  ga nisbati  $0,787$  ga teng. Havo harorati  $T=300$  K. shu berilganlar bo'yicha Avagadro doimisi  $N_A$  ning qiymati topilsin.

92 Biror bir molekulyar dastasi molekulalarning tezlik bo'yich taqsimlanish funksiyasini  $f(v) = \frac{n_1}{2k^2T^2} l^{\frac{mv^2}{2kT}} * v^3$  ni bilgan holda, ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlik ifodasi topilsin.

93 Molekulalarning impulslar bo'yicha taqsimot funksiyasi  $f(p)$  ni bilgan holda, impulsning o'rtach kvadratik qiymati  $\langle p \rangle$  aniqlansin.

## **KO'CHISH HODISALARI. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI**

### **Tekshirish uchun savollar**

1. Molekulalarning effektiv diametri nima ? Vaqt birligi ichida molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi va o'rtacha to'qnashuvlar soni.
2. Ko'chish hodisalarini tariflab bering. Ko'chishning qaysi turlarini bilasiz ? Ular molekulyar-kinetik asoslari nuqtai nazaridan qanday tushuntiriladi ? Nyuton, Fure va Fik qonunlarini yozing.
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik, yopishqoqlik (qovushqoqlik) va diffuziya ko'effitsientlari nimalarni ko'rsatadi ? Ular qanday birliklarda o'lchanadi ? Ular erkin yugurish yo'lining uzunligi va molekulaning tezligi bilan qanday bog'langan?
4. Aylanma jarayonlar (sikllar) qanday (PV)- holatlar diagrammasida tasvirlanadi? Issiqlik mashinalarida aylanma jarayonlar qaysi yo'nalishda o'tadi? Sovutgich mashinasi-chi?
5. Gazning bir sikl davomida bajargan ishini qanday aniqlaymiz? Aylanma jarayon natijasida ichki energiyaning to'liq o'zgarishi nimaga teng?
6. Karno sikli qanday jarayonlardan tashkil topgan? Uni PV-diagrammada tasvirlang. Qaysi jarayonlarda gaz issiqlikni oladi va beradi? Issiqlik mashinasining foydali ish ko'effitsienti (FIK) nima? Karno siklining FIK qanday aniqlanadi?
7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni mohiyati nimada?
8. Termodinamik tizimning entropiyasi nimani ko'rsatadi? U termodinamik ehtimollik bilan qanday bog'langan?
9. Termodinamik jarayonlarda tizimning entropiyasi nimaga teng bo'lishi mumkin?

## MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR.

1. Ko'chish hodisalariga oid bo'lgan masalalarni echganda bunday hodisalar termodinamik muvozanat buzilganda yuzaga keladi. Muvozanat o'rnatilishi jarayonida molekulalarning o'zaro to'qnashuvlarida nima muhim rol o'ynaydi. Ko'chish molekulalarining erkin yugurish uzunligi va o'rtacha tezlik orqali aniqlanishi mumkin, demak, ular biri ikkinchisi orqali ifodalanishi mumkin.

2. Issiqlik mashinalarida aylanma jarayonlar ko'rilayotganda quyidagini aniqlash kerak: qaysi jarayonlar davomida ishchi modda (gaz) issiqlikni isitkichidan oladi va qaysi jarayonlarda gaz issiqlikni sovutgichga beradi.

Sikl davomida bajariladigan ish shu issiqlik miqdorlari farqiga teng. Karno sikli FIK isitgich va sovutgichlarning absolyut harakatlari orqali ifodalanishi mumkin.

3. Termodinamik tizimning entropiasi o'zgarishi doim keltirilgan issiqlik miqdori orqali aniqlanadi:

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

bu yerda tizimga berilgan yoki tizimdan olingan issiqlik miqdori qaralayotgan jarayonning hususiyati bilan aniqlanadi.

### Masalalar yechish namunalari

1-masala. Agar  $T=273\text{ K}$  da kislorod uchun ichki ishqalanish koefitsienti  $\eta=18,8 \cdot 10^{-6}\text{ Pa}\cdot\text{s}$  ga teng bo'lsa, kislorod molekulasiining effektiv diametrik topilsin.

**Yechimi.** Ichki ishqalanish koefitsientining molekula tezligi va erkin yugurish uzunligi orasidagi o'zaro bog'lanishidan foydalanib kislorod molekulasi diametrini topish mumkin

$$\eta = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle \lambda \rangle \rho \quad (1)$$

bu yerda  $\langle v \rangle$  molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi,  $\langle \lambda \rangle$  - o'rtacha erkin yugurish uzunligi,  $\rho$  - gazning berilgan sharoitdagi zichligi. O'rtach arifmetik tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$v = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \quad (2)$$



Bu yerda R- universal gaz doimiysi, T- absolyut xarorat,  $\mu$ - bir mol gaz massasi. O'rtacha erkin yugurish uzunligi quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$\langle \lambda \rangle = \frac{kT}{\sqrt{2\pi}d^2P} \quad (3)$$

bu yerda k- Bolsman doimiysi, d- molekulaning effektiv diametri, p- gaz bosimi. Gaz zichligini idela gaz holat tenglamasidan aniqlash mumkin

$$\rho = \frac{\mu p}{RT} \quad (4)$$

(2),(3) va (4) ifodalarni (1) formulaga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz

$$\eta = \frac{2k}{3\pi d^2} \sqrt{\frac{\mu T}{\pi R}} \quad (5)$$

Bundan molekulaning diametri

$$d = \sqrt{\frac{2 * 1,38 * 10^{-23}}{3 * 3,14 * 18,8 * 10^{-6}}} \sqrt{\frac{0,032 * 273}{3,14 * 8,31}} = 3 * 10^{-10} m$$

2-masala.  $\nu=1$  mol modda miqdoridagi ikki atomli ideal gaz bosimi  $P=250$  kPa va  $V=10$  l hajimni egallaydi. Avval gaz izohorik ravishda  $T=400^0$  K gacha qizdirilgan, so'ngra izotermik ravishda kengaytirilib, boshlang'ich bosimgacha keltirilgan. Undan keyin gaz izobarik ravishda siqilib u boshlang'ich holatiga keltiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

**Yechish.** Sikl 1-2 izohora, 2-3 izoterma va 3-1 izobaradan tashkil topgan. Har qanday Siklning FIK quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

bu yerda  $Q_1$ - sikl davomida gazning isitgichdan olgan issiqlik miqdori.  $Q_2$ - sikl davomida gazning sovutgichga bergan issiqlik miqdori. Issiqlik miqdorlar farqi  $Q_1 - Q_2$  sikl davomida gaz bajargan ish A ga teng. Ishchi modda (gaz)  $Q_1$  issiqlik miqdorini siklning ikki qismida: yani  $Q_{1,2}$  ni 1-2 davomida izohorik jarayonda va  $Q_{2,3}$  ni 2-3 izotermik jarayon davomida oladi.

Demak,

$$Q_1 = Q_{1,2} + Q_{2,3} \quad (2)$$



Izohorik jarayon davomida gazning olgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$Q_{1,2} = C_v \nu (T_2 - T_1) \quad (3)$$

Bu yerda  $C_v$ - o'zgarmas hajimdagi gazning molyar issiqlik sig'imi,  $\nu$ - modda miqdori. Mendeleyev- Klapeyron tenglamasidan foydalanib, boshlang'ich holat xarorati  $T_1$  ni aniqlash mumkin

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} \quad (4)$$

Izotermik jarayon davomida gazning olgan issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$Q_{2,3} = \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (5)$$

Bu yerda  $V_2$ - xarorati  $T_2$  va bosimi  $P_1$  bo'lgan gazning egallagan hajmi; 2-1 izobarik jarayon davomida  $Q_2$  issiqlik miqdorini beradi

$$Q_2 = Q_{3,1} = C_p \nu (T_2 - T_1) \quad (6)$$

Bu yerda  $C_p$ - izobarik jarayonda gazning molyar issiqlik sig'imi  $Q_1$  va  $Q_2$  uchun chiqarilgan ifodalarni (1) formulaga qo'yamiz

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{\nu C_p (T_2 - T_1)}{\nu C_p (T_2 - T_1) + \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}} \quad (7)$$

Chiqarilgan ifodadai hajmlar nisbatini Gey-Lyussak qonuniga binoan xaroratlar nisbati bilan almashtirsak bo'ladi  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$ . Molyar issiqlik sig'imlar  $C_v$  va  $C_p$  ni molekulaning erkinlik darajasi orqali ifodalash mumkin

$$C_v = \frac{i}{2} R; \quad C_p = \frac{i+2}{2} R \quad (8)$$

U holda bu ifodalarni (7) formulaga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\eta = 1 - \frac{(i+2)(T_2 - T_1)}{i(T_2 - T_1) + 2T_2 \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)} \quad (9)$$

Hisoblarni o'tkazib, quyidagini topamiz

$$\eta = 0,041 = 4,1\%$$

3-masala. Xarorati  $t_1=100^{\circ}\text{C}$  va massasi  $m_1=1,11$  kg bo'lgan suv bug'i oqimi, xarorati  $t_2=0^{\circ}\text{C}$  va masasi  $m_2=5$  kg ga teng muz bo'lagiga yo'naltirilib, uni eritgan va hosil bo'lgan suvni  $t_3=50^{\circ}\text{C}$  xaroratgacha isitgan. Tavsiflangan jarayonlardagi entropiya o'zgarishi topilsin.

**Yechimi.** Tizim 1-holatga o'tishdagi entropiya o'zgarishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

Tavsiflangan jarayonlarning har biridagi entropiya o'zgarishini topamiz.

1) muz eriganda xarorat  $T_2$  doimiy qoladi va  $T=273\text{K}$  ga teng. Doimiy xaroratni integral belgisidan tashqariga chiqarsak, quyidagini hosil qilamiz

$$\Delta S = \frac{1}{T_2} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T_2}$$

Bu yerda  $Q$ - muz erishi uchun kerakli issiqlik miqdori

$$Q = \lambda m_2 = 3,35 * 10^5 * 5 = 1,67 * 10^6 \text{J}$$

Demak,

$$\Delta S_1 = \frac{1,67 * 10^6 \text{J}}{273\text{K}} = 6,12 * 10^3 \text{J / K}$$

2) suvni  $dT$  ga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$dQ = C m_2 dT$$

Binobarin, suvni isitganda entropiya o'zgarishi shunday ifodalanadi:

$$\Delta S_2 = \int_1^2 \frac{C m_2 dT}{T} = C m_2 \ln \frac{T_3}{T_2}$$

Berilgan son qiymatlarini qo'yib topamiz:

$$\Delta S = 4,19 * 10^3 * 5 * \frac{323\text{J}}{273\text{K}} = 3,52 * 10^3 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

bug'ning shu haroratdagi suvga aylanishida entropiya o'zgarishini muzning erishidagi mulohazalarga asoslangan holda aniqlash mumkin, yani

$$\Delta S_3 = \frac{1}{T} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T} = - \frac{\eta m_1}{T_1} = - \frac{2,25 * 10^6 * 1,1}{373} \approx 6,7 * 10^3 \text{J / K}$$

3) entropiya o'zgarishiga <<minus>>ishora qo'yiladi, chunki issiqlik ajralib chiqadi.

4) nihoyat, hosil bo'lgan issiq suvning sovushida sodir bo'ladigan entropiya o'zgarishini suv isitishda ishlatilgan mulohazalarga asoslanib topamiz, yani

$$\Delta S_4 = \int_1^3 \frac{cm_1 dT}{T} = cm_1 \ln \frac{T_3}{T_2} = 4,19 * 10^3 * 1,1 * \ln \frac{323}{373} = -670 J / K$$

To'liq entropiyaning o'zgarishi :

$$\Delta S = (6,12 * 10^3 + 3,52 * 10^3 - 6,67 * 10^3 - 0,67 * 10^3) = 2,27 * 10^3 J/K$$

## VARIANTLAR JADVALI

Variant raqami	Masalalar soni				Variant raqami	Masalalar soni				Mustaqil ish uchun masalalar
	1	31	61	100		2	32	76	108	
<b>1</b>	1	31	61	100	<b>16</b>	2	32	76	108	109
<b>2</b>	3	33	62	101	<b>17</b>	4	34	77	107	108
<b>3</b>	5	35	63	102	<b>18</b>	6	36	78	105	107
<b>4</b>	7	38	64	103	<b>19</b>	8	37	79	104	106
<b>5</b>	9	39	65	104	<b>20</b>	10	40	80	101	105
<b>6</b>	11	42	71	91	<b>21</b>	12	41	81	100	104
<b>7</b>	13	43	72	92	<b>22</b>	14	44	82	96	103
<b>8</b>	15	45	73	93	<b>23</b>	16	46	83	97	102
<b>9</b>	17	47	74	94	<b>24</b>	18	48	88	98	101
<b>10</b>	19	49	75	95	<b>25</b>	20	50	90	99	100
<b>11</b>	21	51	66	98	<b>26</b>	22	52	84	105	99
<b>12</b>	23	53	67	102	<b>27</b>	24	54	85	106	98
<b>13</b>	25	55	68	104	<b>28</b>	26	56	86	107	97
<b>14</b>	27	57	69	106	<b>29</b>	28	58	87	108	96
<b>15</b>	29	59	70	105	<b>30</b>	30	60	89	109	95

## MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

- 1 Harorat  $T=27^{\circ}\text{C}$  va bosimi  $P=53,2\text{ kPa}$  bo'lgan azot molekularining 1 s dagi o'rtacha to'qnashish soni  $z$  topilsin. Azot molekulasining effektiv diametri  $d=0,3\text{ nm}$ .
- 2 Bosim  $P=0,1\text{ Pa}$  va harorat  $T=100\text{ K}$  bo'lganda, vodorod molekulari erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle\lambda\rangle$  topilsin. Vodorod molekulasining effektiv diametri  $d=0,23\text{ nm}$ .
- 3 Izoxorik jarayonda ideal gaz molekulasining 1 s da to'qnashuv soni  $z$  ning bosim  $P$  va harorat  $T$  ga bog'lanishi topilsin.
- 4  $V=10\text{ l}$  hajmli ballonda  $m=1\text{ g}$  massali vodorod bor. Molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi aniqlansin. Vodorod molekulasining effektiv diametri  $d=0,23\text{ nm}$ .
- 5 Agar molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle\lambda\rangle =1\text{ sm}$  gat eng bo'lsa, siyraklashgan vodorod zichligini aniqlang. Vodorod molekulasining effektiv diametri  $d=0,23\text{ nm}$ .
- 6 Izobarik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li uzunligi  $\langle\lambda\rangle$  ning harorat  $T$  ga bog'lanishi topilsin.
- 7 Harorat  $T=250^{\circ}\text{C}$  va bosim  $P=100\text{ kPa}$  bo'lganda, kislorod molekulasini erkin yugurishining o'rtacha davomiyligi  $\langle\tau\rangle$  ni toping. Kislorod molekulasining effektiv diametri  $d=0,27\text{ nm}$ .
- 8 Izoxorik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi  $\langle\lambda\rangle$  ning bosimi  $P$  va harorati  $T$  topilsin.
- 9 Izotermik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi  $\langle\lambda\rangle$  ning bosim  $P$  ga bog'lanishi topilsin.
- 10 Izotermik jarayonda ideal gaz molekulasini 1 s da o'rtacha to'qnashuvlar soni  $z$  ning bosim  $P$  ga bog'lanishi topilsin.
- 11 Normal sharoitda kislorod molekulari erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle\lambda\rangle = 10^{-3}\text{ sm}$ . Molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi  $\langle v\rangle$  va molekulalarning 1 s dagi to'qnashuvlar soni  $z$  hisoblansin.

12 Agar vodorod molekulari uchun normal sharoitda erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 1,12 \cdot 10^{-5}$  sm bo'lsa, vodorod molekulasining diametri  $d$  topilsin.

13 Agar  $T = 0^\circ\text{C}$  xaroratli azot joylashgan  $D = 10$  sm diametrli idishda  $P = 1,33$  mkPa hosil qilsak, u holda shu vakumni yuqori deb xisoblash mumkin. Azot molekulasining diametri  $d = 3,1 \cdot 10^{-8}$  sm. Malumki, agar molekularning erkin yugurish o'rtacha uzunligi idishning chiziqli o'lchamlaridan ancha katta bo'lsa, vakum yuqori deb hisoblanadi.

14 Idishda karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) bor. Uning zichligi  $\rho = 1,7$   $\text{kg/m}^3$  va molekularning erkin yugurish yo'li uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 0,79 \cdot 10^{-5}$  sm. Karbonat angidrid molekulasining diametri topilsin.

15  $P_1 = 10^3$  Pa bosimda molekula 1 s da o'rtacha  $z_1 = 3 \cdot 10^9$  marta to'qnashadi.  $P_2 = 0,133$  Pa bosimda u necha marta to'qnashishi mumkin?  $T = \text{const}$ .

16 Bir xil bosim va xaroratda ikki turdagi gazlar mavjud. Agar gaz atomlarining diametrlari 1:4 va massalari 1:5 mos nisbatda bo'lsa, shu gaz atomlari uchun vaqt birligidan to'qnashuvlar soni necha martaga farqlanishini aniqlang.

17 Yerning suniy yo'ldoshida o'rnatilgan ionizatsion monometr yordamida Yer sirtidan  $h = 300$  km balandlikda atmosferaning  $V = 1$   $\text{sm}^3$  hajmida gaz molekularining soni  $n = 10^9$  ta ga yaqin ekanligi aniqlandi. Shu balandlikda molekularning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle \lambda \rangle$  topilsin. Molekularning effektiv diametri  $d = 0,2$  nm.

18  $T = 0^\circ\text{C}$  zaroratda va biror bir bosimda kislorod molekulasining erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 95$  nm ga teng. Agar idishdagi hovoni boshlang'ich bosimning 0,01 gacha so'rib olsak, 1 s dagi kislorod molekularining o'rtacha to'qnashuvlar soni nimaga teng?  $T = \text{const}$ .

19  $D = 15$  sm diametrli sferik idishda molekular bir biri bilan to'qnashmasligi uchun  $V = 1$   $\text{sm}^3$  hajmida eng ko'pi bilan nech molekula bo'lishi kerak? Gaz molekulasining effektiv diametrini  $d = 0,3$  nm deb qabul qiling.

20 Biror bir gaz molekularining 1 s da, agar shu sharoitda molekulaning erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 0,5$  mm ga va o'rtacha kvadratik tezligi  $\sqrt{\langle v^2 \rangle} = 500$  m/s ga teng bo'lsa, o'rtacha to'qnashuvlar soni  $z$  topilsin.

21 Agar gazning bosimi izoxorik jarayon natijasida  $n=4$  marta ortsa, bir atomli gaz molekularining  $S=1 \text{ m}^2$  yuzali balloning devoriga 1 s dagi urilishlar soni  $z$  qanchaga o'zgaradi.

22 Adiobatik jarayonda o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi  $\langle \lambda \rangle$  ning bosim  $P$  va xarorat  $T$  ga bog'liqligi topilsin.

23 Adiobatik jarayonda ideal gaz molekulasining 1 s da o'rtacha to'qnashuvlar soni  $z$  ning bosim  $P$  va xarorat  $T$  ga bog'liqligi topilsin.

24 Normal sharoitda geliy atomi erkin yugurish yo'lining uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 180 \text{ nm}$ . Diffuziya koefitsienti  $D$  aniqlansin.

25  $0^\circ\text{C}$  xaroratda kislorodning difuziya koefitsienti  $D=0,19 \text{ sm}^2/\text{s}$  ga teng. Gaz molekulasining erkin yugurish yo'li  $\langle \lambda \rangle$  aniqlansin.

26 Normal sharoitda azotning dinamik qovushqoqlik koefitsienti  $\eta=17 \text{ mkPa}$  ga teng. Erkin yugurish yo'li  $\langle \lambda \rangle$  topilsin.

27 Normal sharoitda vodorodning diffuziya koefitsienti  $D=0,91 \text{ sm}^2/\text{s}$  ga teng. Vodorodning issiqlik o'tkazuvchanligi koefitsienti aniqlansin.

28 Azotning xarorati  $T=27^\circ\text{C}$  va erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi  $\langle \lambda \rangle = 10^{-5} \text{ sm}$ .  $S=100 \text{ sm}^2$  yuzasidan agar yuzagacha perpendikulyar yo'nalishda zichlik gradienti  $\frac{dp}{dx}=1,26 \text{ kg/m}^4$  ga teng bo'lsa,  $t=10 \text{ s}$  vaqtda diffuziya tufayli o'tgan azot miqdorini toping.

29 Biror gazning bosimi qanday bo'lganda, shu gazning ichki ishqalanish koefitsienti diffuziya koefitsientiga nisbatan  $n/D=0,3 \text{ kg/m}^3$  ga teng va uning molekularining o'rtacha kvadratik tezligi  $\sqrt{\langle v^2 \rangle} = 632 \text{ m/s}$  ga teng bo'la oladi?

30 Xarorat  $T=0^\circ\text{C}$  va bosim  $P=10^5 \text{ Pa}$  ga teng bo'lganda, agar shu sharoitlarda uning ichki ishqalanish koefitsienti  $\eta=1,3 \cdot 10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  ga teng bo'lsa, geliy molekularining erkin yugurish yo'li topilsin.

31 Bosimi  $P=100 \text{ kPa}$  va xarorati  $T=10^\circ\text{C}$  bo'lgan havo molekularining diffuziya koefitsienti topilsin. Havo molekulasining diametri  $d=3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  deb qabul qilinsin.

32 Bosimi  $P=100 \text{ kPa}$  va xarorati  $T=10^\circ\text{C}$  bo'lgan havoning ichki ishqalanish koefitsienti topilsin. Havo molekulasining diametri  $d=3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  deb qabul qilinsin.

33 Kislrodning ichki ishqalanish koefitsienti azotning ichki ishqalanish koefitsientidan necha marta ortiq? Gazlarning xarorati va molekulalarning diametrlari bir xil.

34 Kislrodning diffuziya koefitsienti  $D=1,22 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{s}$  va ichki ishqalanish koefitsienti  $\eta=1,95 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  ga teng. Shu sharoitda gazning zichligi  $\rho$  topilsin.

35 Kislrodning diffuziya va ichki ishqalanish koefitsientlari  $D=1,22 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{s}$  va  $\eta=1,95 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  gat eng Gaz molekulalarining erkin yugurish yo'li  $\langle \lambda \rangle$  topilsin. Kislrod molekulasi diametri  $d=3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .

36 Kislrodning diffuziya koefitsienti  $D=1,22 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{s}$ . Agar shu sharoitda kislrod molekulalarining erkin yugurish yo'li  $\langle \lambda \rangle=8,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}$  ga teng bo'lsa, gaz molekulalarining o'rtacha arifmetik tezligi  $\langle v \rangle$  topilsin.

37 Agar vodorodning ichki ishqalanish koefitsienti  $\eta=8,6 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  ga teng ekanligi malum bo'lsa, uning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti  $\mathfrak{R}$  topilsin.

38 Xarorat  $T=10^0 \text{ C}$  ga teng bo'lgan havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti topilsin. Havo molekulasining diametric  $d=3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  ga teng deb qabul qilinsin.

39 Hajmi  $V=2 \text{ l}$  idishda  $N=4 \cdot 10^{22}$  ta ikki atomli gazning molekulalari joylashgan. Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti  $\mathfrak{R}=0,014 \text{ Wt/m}\cdot\text{K}$ . Shu sharoitda gazning diffuziya koefitsienti  $D$  topilsin.

40 Izotermik jarayonda diffuziya koefitsienti  $D$  qovushqoqlik koefitsienti  $\eta$  va issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti  $\mathfrak{R}$  ning bosim  $P$  ga bog'liqligi topilsin.

41 Izobarik jarayonda diffuziya koefitsienti  $D$  qovushqoqlik koefitsienti  $\eta$  ning xarorat  $T$  ga bog'liqligi topilsin.



42 Izobarik jarayonda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\mathfrak{R}$  ning xarorat  $T$  ga bog'liqligi topilsin.

43 Qalinligi  $d=49$  sm g'ishtdan qilingan devor kabi issiqlik yo'qotish uchun yog'ochdan yasalgan devorning qalinligi qanday bo'lishi kerak? Ikki holda ham binoning ichki va tashqi xaroratlari farqi bir hil. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari: g'ishtniki  $\mathfrak{R}_1=0,7$  Vt/m.K, yog'ochniki  $\mathfrak{R}_2=0,175$  Vt/m.K.

44 Bug' qog'ozning shifti ikki qatlam issiqlik izolatsiyasidan iborat. Agar shiftning tashqi sirtlarining xarorati  $T=800^{\circ}\text{C}$  va  $T_3=60^{\circ}\text{C}$ , har qatlamning qalinligi va issiqlik o'tkazuvchanligi esa nos ravishda  $d_1=500$  mm,  $\mathfrak{R}_1=1,3$  Vt/m.K  $d_2=200$  mm,  $\mathfrak{R}_2=0,16$  Vt/m.K

45 Vodorod plazmasidagi ionlarning diffuziya koeffitsienti  $D$  topilsin, plazmaning xarorati  $T=10$  K,  $V=1$  m<sup>3</sup> hajimdagi ionlar soni  $n=10^{15}$  ga teng. Ko'rsatilgan xaroratda vodorod ionlarining effektiv kesim yuzi  $\sigma=4*10^{-20}$  sm<sup>2</sup> ga teng deb hisoblang.

46 Samalyot  $v=360$  km/soat tezlik bilan uchib bormoqda, samolyot qanotining qovushqoqligi tufayli ergashtirib ketayotgan havo qatlamining qalinligi  $\Delta X=4$ sm ga teng deb hisoblab, qanotining har bir kvadrat metr yuzasiga ta'sir qiluvchi urinma kuch topilsin. Havo molekulasining diametri  $d=3*10^{-8}$  sm gat eng deb qabul qilinsin. Havo xarorati  $T=0^{\circ}\text{C}$ .

47 Ikki atomli gaz adiabatik ravishda boshlang'ich hajmdan ikki marta katta hajimgacha kengaydi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti  $\mathfrak{R}$  qanday o'zgarishi topilsin. Molekulaning effektiv diametrini o'zgarmas deb hisoblang.

48 Radiusi  $R_1=10$  sm va uzunligi  $l=30$  bo'lgan silindr, radiusi  $R_2=10,5$  sm ga teng boshqa silindr ichiga shunday joylashganki, ularning o'qlari ustma-ust tushgan kichik silindr qo'zg'almas, kattasi esa geometric o'qqa nisbatan  $v=15\text{s}^{-1}$  chastota bilan aylanayapti. Silindr atrofidagi gazning qovushqoqlik koeffitsienti

$\eta=8,5$  mkPa.s. Ichki silindrning sirtiga urinma ravishda tasir etuvchi kuch aniqlansin.

49 Radiuslari  $R=20$  sm bo'lgan ikki gorizontal disklar biri ikkinchisi ustida shunday joylashganki, ularning o'qlari ustma-ust tushgan. Disklarning tekisliklari orasidagi masofa  $d=0,5$  sm. Ustki disk qo'zg'almas, pastki disk esa geometric o'qqa nisbatan  $v=10$  s<sup>-1</sup> chastota bilan aylanayapti. Ustki diskka ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment topilsin. Disklar atrofidagi havoning qovushqoqlik koeffitsienti  $\eta=17,6$  mkPa.s.

50 Xarorati  $T=300^0$ K va bosimi  $P=1$  mPa bo'lgan ultra siyraklashgan azot gazida ikkita o'zaro parallel plastinkalar bir-biriga nisbatan  $v=1$  m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Plastinkalar orasidagi masofa o'zgarmas bo'lib, u molekullarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligidan ko'p marta kichik. Plastinkalarning  $S=1$  m<sup>2</sup> sirtiga ta'sir etuvchi ichki ishqalanish kuchi  $F$  aniqlansin.

51 Gaz Karno siklini bajardi. Isitgichning absolyut xarorati sovutgich xaroratidan uch marta yuqori. Isitgich gazga  $Q_1=41,9$  kJ issiqlikni uzatadi. Gaz qanday  $A$  ishni bajaradi?

52 Gaz Karno siklini bajardi. Gaz izotermik kengayishda  $A=5$  J ishni bajardi. Agar siklning termik FIK  $\eta=0,2$  bo'lsa, izotermik siqilishdagi bajarilgan  $A_2$  ish aniqlansin.

53 Karno siklini bajarayotganda gaz sovutgichga  $Q_2=4$  kJ issiqlikni berdi. Siklda bajarilgan ish  $A=1$  kJ. Agar sovutgichning xarakati  $T=300^0$ K bo'lsa, isitgichning xarorati  $T$  aniqlanasin.

54 Gaz Karno siklini bajarmoqda. Sovutgichning absolyut xarorati  $T=290^0$  K. Agar isitgichning xarorati  $T_2=400$  K dan  $T_3=500$  K gacha ko'tarilsa, siklning FIK necha marta oshadi?

55 Gaz Karno siklini bajarmoqda. Isitgichning xarorati  $T=475$  K ish bajaradi. Siklning termik FIK va gazning sovutgichga bergan issiqlik miqdori aniqlansin.

56 Karno siklini bajarayotgan gaz isitgichdan  $Q=42$  kJ issiqlikni oladi. Agar isitgichning absolyut xarorati sovutgich xaroratidan to'rt marta katta bo'lsa, gaz qanday  $A$  ishni bajaradi?

57 Karno siklini bajarayotgan gaz isitgichdan olgan issiqlikning  $2/3$  qismini sovutgichga beradi. Agar isitgichning xarorati  $T=425$  K bo'lsa, sovutgich xarorati  $T$  aniqlansin.

58 Aylanma jarayon natijasida gaz  $A=1$  J ga teng ish bajaradi va sovutgichga  $Q_2=4,2$  kJ issiqlik uzatdi. Siklning termik FIK aniqlansin.

59 Gaz Karno siklini bajarmoqda. Isitgich va sovutgich xaroratlari mos ravishda  $t=200^{\circ}\text{C}$  va  $t=11^{\circ}\text{C}$  ga teng. Siklning FIK ni ikki marta oshirish uchun isitgichning xaroratini qanchaga ko'tarish kerak?

60  $\nu=1$  mol miqdordagi ideal ikki atomli gaz  $P_1=250$  kPa bosim ostida  $V=10$  l hajimni egallaydi. Avval gaz izotermik ravishda  $T=400$  K xaroratgacha isitiladi. So'ngra izotermik kengaytirib, bosimini boshlang'ich bosimgacha olib boriladi. Undan keyin izobarik siqish yo'li bilan gaz boshlang'ich holatga qaytariladi. Siklning FIK aniqlansin.

61 Ideal ikki atomli gaz ikki izoxora va ikki izobaralardan tashkil topgan siklni bajaradi. Eng kichik hajm  $V_{\min}=10$  l, eng kattasi  $V_{\max}=20$  l, eng kichik bosim  $P_{\min}=246$  kPa, eng kattasi  $P_{\max}=410$  kPa. Siklining chizmasini tasvirlang va FIK ni aniqlang.

62 Ideal gaz ma'lum  $\gamma=C_p/C_v$  ga ega bo'lgan ikki izoterma va ikki izoxoralardan iborat bo'lgan aylanma siklni bajardi. Izotermik jarayonlar  $T_1$  va  $T_2$  ( $T_1>T_2$ ) xaroratlarda, izoxorik jarayonlar esa  $V_1$  va  $V_2$  ( $V_2$   $V_1$  dan  $e$  marta katta) hajmlarda o'tadi. Siklning FIK aniqlansin.

63 Issiqlik dvigatelining sikli izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlardan

tashkil topgan. Ichki modda ideal gaz izobarik jarayonda  $T=200$  K xaroratdan  $T=500$  K gacha qiziydi. Dvigatel FIK aniqlansin.

64 1 mol miqdordagi kislorod  $t=27^{\circ}\text{C}$  dan  $t=327^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan xarorat oralig'ida Karno siklini bajardi. Malumki, sikl davomidagi maksimal bosim  $P_{\max}$  ning minimal bosim  $P_{\min}$  ga nisbati 20 ga teng, siklning FIK va sikl davomida isitgichdan olgan  $Q_1$  issiqlik miqdori hisoblansin.

65 Issiqlik mashinasining sikli adiabetic kengayishdan, izobara va izoxoralardan tashkil topgan. Agar hajmi  $V_1=2$  l dan  $V_2=5$  l gacha oraliqda o'zgarayotgan ishchi modda geliy gazi bo'lsa, siklning chizmasini tasvirlang va FIK aniqlansin.

66 Issiqlik mashinasining sikli adiabetic kengayishdan, izobara va izohoralardan tashkil topgan. Agar hajmi  $V_1=2$  l dan  $V_2=5$  l gacha oraliqda o'zgarayotgan ishchi modda azot gazi bo'lsa, siklning chizmasi tasvirlansin va FIK aniqlansin. Sikl davomidagi gazning maksimal bosimi  $P=500$  kPa.

67 Issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlayapti. Hajm va bosimning minimal qiymatlari  $V_{\min}=1$  l va  $P_{\min}=100$  kPa, maksimal qiymatlari esa  $V_{\max}=15$  l gacha  $P_{\max}=2$  MPa. Siklning FIK aniqlansin.

68 Karno sikli bo'yicha va ishchi modda sifatida  $m=2$  g vodorod ishlayotgan issiqlik mashinasi  $\eta=50\%$  FIK ga ega. Sikl davomidagi maksimal bosim  $P_{\max}=2$  MPa, minimal hajm  $V_{\min}=2$  l ga teng. Isitgichning va sovutgich xaroratlari aniqlansin.

69 Issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi va ishchi modda sifatida azotdan foydalanadi. Gazning hajmi va bosimi izotermik kengayish oxirida  $V_2=0,5$  l va  $P_2=200$  kPa gat eng. Adiabatik kengayishda gazning bajargan ishi  $A=100$  J. Siklning FIK topilsin.

70 Issiqlik mashinasining sikli ikki izobara va ikki adiabatlardan iborat. Maksimal bosimning minimal bosimga nisbati sikl mobaynida 5 ga teng. Ishchi modda sifatida ikki atomli ideal gaz ishlamoqda. Siklning FIK aniqlansin.

71 Issiqlik mashinasining sikli ikki izobara va ikki adiabatlardan iborat. Ishchi modda azot. Azotning hajmi sikl davomida ikki marta o'zgaradi. Siklning FIK aniqlansin.

72 Sikl ikki izoxora va ikki izotermalardan iborat. Ishchi modda sifatida ikki atomli ideal gaz olingan. Izotermalarga  $T_1=300$  K va  $T_2=460$  K xaroratlar mos keladi. Maksimal va minimal nisbati sikl mobaynida  $V_{\max}/V_{\min}=2$  ga teng. Siklning FIK aniqlansin.

73 Issiqlik mashinasining sikli siqilish izotermadan, adiabata va izoxoralardan iborat. Ishchi modda sifatida ishlatilgan ikki atomli gazning hajmi sikl davomida  $V_1=2$  l va  $V_2=2$  l oralig'ida o'zgaradi. Siklning FIK aniqlansin.

74 Ikki atomli ideal gaz bajarayotgan sikl quyida keltirilgan jarayonlar ketma-ketligidan iborat.

- 1) adiabetic siqilish-hajmi 4 marta kamayadi.
  - 2) izobarik ravishda hajimning 2 marta ortishi.
  - 3) adiabetic ravishda hajimning boshlang'ich qiymatigacha kengayishi.
  - 4) izoxorik ravishda bosimning boshlang'ich qiymatigacha kamayishi.
- Siklning FIK aniqlansin.

75  $V_1=2$  l hajmga ega bo'lgan karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ )  $V_2=5$  l hajmgacha kengayadi, so'ngra boshlang'ich hajmgacha izotermik ravishda siqiladi va izoxorik ravishda bosimi boshlang'ich qiymatigacha orttiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

76  $P=300$  kPa bosim ostida  $V_1=1,8$  l hajmga ega bo'lgan kislorod  $V_2=0,5$  l hajmgacha adiabetic ravishda siqiladi, undan keyin boshlang'ich hajmgacha kengaytiriladi va bosimi izoxorik ravishda boshlang'ich qiymatlarigacha o'zgartiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

77  $P_1=100$  kPa bosim ostida  $V_1=10$  l hajmga ega bo'lgan azot:

- $V_2=0,5$  l hajmgacha izotermik ravishda siqiladi
- boshlang'ich hajmgacha izobarik ravishda kengayadi va

- izoxorik ravishda bosim boshlang'ich qiymatgacha kamayadi.

Siklning FIK aniqlansin.

78 Ideal gaz (ma'lum  $\gamma$  ga ega bo'lgan) ikki izoterma va ikki izobaralardan tashkil topgan aylanma jarayonni bajardi. Izotermik jarayonlar  $T_1$  va  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) haroratlarda o'tadi, izobarik jarayonlar esa  $P_1$  va  $P_2$  ( $P_2 > P_1$  dan  $e$  marta katta) bosimlardan o'tadi. Siklning FIK topilsin.

79 Ideal issiqlik mashinasi boshlang'ich  $P_1=700$  kPa bosim va  $t_1=127^\circ\text{C}$  haroratga ega bo'lgan isitilgan havo bilan Karno sikli bo'yicha ishlayapti. Havoning boshlang'ich hajmi  $V_1=2$  l. Izotermik kengayishdan keyin havo  $V_2=5$  l hajmni egallaydi, adiabatik kengayishdan keyin esa hajm  $V_3=8$  l ga teng bo'ladi. Siklning har qaysi bo'laklaridagi ish va siklning FIK topilsin.

80 Karnoning teskari sikli bo'yicha ishlaydigan ideal mashina issiqlikning harorati  $T_1=273$  K ga teng bo'lgan suvdan harorati  $T_2=373$  K ga teng bo'lgan suvli qaynatgich uzatib beradi. Massasi  $m_2=1$  kg muz paydo bo'lishda qancha suv bug'ga aylanadi. Muzning solishtirma erish issiqligi  $\lambda=333$  kJ/kg, suvning solishtirma bug'lanish issiqligi  $r=2,25$  MJ/kg.

81 Massasi  $m=200$  g bo'lgan kislorod Karno siklini bajaradi.  $T_1=500$  K haroratda gaz bajarayotgan izotermik kengayishining boshida va oxirida hajm  $V_1=10$  l va  $V_2=20$  l gat eng. Siklda  $A=7,2$  kJ ish bajariladi. Adiabatik siqilishda bajarilgan  $A_2$  ish aniqlansin.

82 Bug' mashinasining FIK u bilan bir xil haroratlarda oralig'ida Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi FIK ning 50% ni tashkil qiladi. Qozondan bug' mashinasiga kelayotgan bug'ning harorati  $227^\circ\text{C}$  ga, kondensatorlarning harorati esa  $77^\circ\text{C}$  ga teng. Agar bug' mashinasining 1 soat ichida issiqlik hosil qilish qobiliyati  $q=31$  MJ/kg ga teng bo'lgan  $m=200$  kg massali ko'mirni iste'mol qilsa, uning quvvati aniqlansin.

83 Ikki atomli gaz Karno siklini bajarmoqda. Agar gazning har bir mol miqdorini adiabetic ravishda siqishda  $A=2$  kJ ish sarflansa, siklning FIK aniqlansin. Isitgichning harorati  $t=127^{\circ}\text{C}$  ga teng.

84 Harorati  $t_1=-20^{\circ}\text{C}$  va massasi  $m=10$  g muz harorati  $t_2=100^{\circ}\text{C}$  li bug'ga aylanganda entropiya o'zgarishi topilsin.

85 Massasi  $m=1$  g va  $t_1=0^{\circ}\text{C}$  haroratli suv  $t_2=100^{\circ}\text{C}$  haroratda bug'ga aylanganda entropiya ortishi topilsin.

86 Massasi  $m=1$  kg bo'lgan va  $t=0^{\circ}\text{C}$  haroratda turgan muz eriganda entropiya o'zgarishi topilsin.

87 Massasi  $m=640$  g bo'lgan eritilgan qo'rg'oshin  $T=600$  K ga teng erish haroratiga ega va u  $t=0^{\circ}\text{C}$  haroratga ega bo'lgan muzga to'kildi. Shu jarayondagi entropiya o'zgarishi topilsin.

88 Massasi  $m=8$  g ga teng kislorod  $t_1=80^{\circ}\text{C}$  haroratda  $V_1=10$  l hajmdan  $t_2=300^{\circ}\text{C}$  haroratdagi  $V_2=40$  l hajmga o'tishda entropiya o'zgarishi topilsin.

89 Massasi  $m=6$  g bo'lgan vodorod  $P_1=150$  kPa bosim ostida  $V_1=20$  l hajmdan  $P_2=100$  kPa bosim ostida  $V_2=60$  l hajmga o'tishidan entropiya o'zgarishi topilsin.

90 Massasi  $m=6,6$  g gat eng vodorod  $V_2=2V_1$  hajmgacha izobarik ravishda kengaydi. Shu jarayonda entropiya o'zgarishi topilsin.

91 Massasi  $m=6$  g bo'lgan vodorod  $P_1=100$  kPa bosimda  $P_2=50$  kPa bosimgacha izotermik ravishda kengayishida entropiya o'zgarishi topilsin.

92 Massasi  $m=10,5$  g ga teng azot  $V_1=2$  l hajmdan  $V_2=5$  l hajmgacha izotermik ravishda kengayadi. Shu jarayonda entropiya o'zgarishi topilsin.

93 Massasi  $m=10$  g bo'lgan kislorod  $t_1=50^{\circ}\text{C}$  haroratdan  $t_2=150^{\circ}\text{C}$  haroratgacha izoxorik ravishda isitiladi. Isitilishda entropiya o'zgarishi topilsin.

94  $\nu = 1$  kmol miqdordagi ikki atomli gaz isitilganda uning absolyut harorati  $n = 1.5$  marta ortadi. Agar isitish quyidagicha: 1) izoxorik 2) izobarik ravishda o'tsa entropiya o'zgarishi topilsin.

95 Massasi  $m = 22$  g bo'lgan azotni qizitish natijasida absolyut harorati  $n = 1.2$  marta kattalashgan, entropiya esa  $\Delta S = 4.2$  G/K<sup>2</sup> miqdorga ortgan. Qanday Sharoitda qizitish o'tkazilgan ( doimiy hajmdami yoki doimiy bosumdami)?

96 Biror bir miqdordagi kislorod  $t_1 = 27^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $P_1 = 220$  kPa bosimda  $V_1 = 3$  l hajmni egallaydi. (2-rasm A holat). Agar o'tish ACB yo'l bo'yicha bajarilsa, A holatdan B holatga o'tishda entropiya topilsin.

97 Karno siklida ikki adiabatlar oralig'ida qismida entropiya o'zgarishi  $\Delta S = 42$  kJ/K teng. Ikki izotermalar oralig'ida esa harorat farqi  $\Delta T = 100$  K. Shu siklda qanday issiqlik miqdori A ishga aylanadi?

98.  $T_1 = 220$  K harortli va massasi  $m = 5$  kg bo'lgan suv,  $T_2 = 350$  K haroratli va massasi  $m = 8$  kg ga teng suv bilan aralashtirildi. Aralashtirish mobaynida kelib chiqqan entropiya o'zgarishi topilsin.

99 Massasi  $m = 1$  g bo'lgan vodorodni izoxorik qizitish natijasida gazning bosimi  $n = 2$  marta ortdi. Gazning entropiya o'zgarishi  $\Delta S$  aniqlansin.

100.  $P = 100$  kPa bosimga ega bo'lgan va massasi  $m = 2$  kg ga teng kislorod  $V_1 = 1.5$  m<sup>3</sup> hajmni egallaydi. Kengayish natijasida gazning hajmi  $n_1 = 2.5$  marta ortdi, bosim esa  $n_2 = 3$  marta kamaydi. Gazning entropiya o'zgarishi topilsin.

101 Hajmi  $V_1 = 1.6$  l idishda  $m_1 = 14$  g uglerod oksidi (CO) joylashgan. Hajmi  $V_2 = 3.4$  l bo'lgan boshqa idishda  $m_2 = 16$  g kislorod joylashgan. Gazlarning haroratlari bir xil, idishlar biriktiriladi va gazlar aralashadilar. Shu jarayonda entropiya orttirmasi  $\Delta S$  topilsin.



102 Biror bir termodinamik tizim 1-holatdan 2-holatga o'tdi. Ikkinchi holatning termodinamik ehtimlligi birinchi holatning ehtimolligiga qaraganda ikki marta ortiq. Tizimning entropiya o'zgarishi nimaga teng?

103 Hajmini o'zgartirmay turib entropiyasining 1,31 kJ/K ga kamaytirish uchun harorati 227<sup>0</sup>C kislorodni qanday haroratgacha olib borish kerak?

104 Hajmi  $V_1=827$  l harorati  $t=30^0$ C boshlang'ich bosimi  $P=0,1$  MPa bo'lgan havo izotermik ravishda siqilganda uning entropiyasi  $\Delta S=673$  J/K ga kamaygan. Havoning jarayon oxiridagi hajmi  $V_2$  aniqlansin.

105 Massalari teng bo'lgan kislorod va vodorod bir xilda izotermik ravishda siqiladi. Qaysi gaz uchun entropiya orttirma kattaroq bo'ladi va necha marta?

106  $P=0,5$  MPa bosimda,  $t=127^0$ C haroratda massasi  $m=1$  kg bo'lgan kislorod izobarik kengayib, o'zining hajmini  $n=2$  marta oshirdi, so'ngra esa  $P=4$  MPa bosimgacha izotermik siqildi. Entropiyaning umumiy orttirmasi aniqlansin.

107 Massasi  $m=1$  kg bo'lgan havo shunday adiabetic ravishda siqiladiki, uning hajmi  $n_1=6$  marta kamayadi, undan keyin esa o'zgarimas hajmda bosim  $n_2=1,5$  marta ortadi. Shu jarayondagi entropiyaning orttirmasi aniqlansin.

108 Massasi  $m_1=3$  kg bo'lgan azot bilan massasi  $m_2=2$  kg ga teng karbonat anhidrid ( $\text{CO}_2$ ) gazi aralashishida entropiya orttirmasi aniqlansin. Aralashgunga qadar gazlarning haroratlari va bosimlari bir xil bo'lgan.

109  $\nu=1$  mol miqdordagi ideal gaz shunday izotermik ravishda kengayadiki, bunda  $\Delta S=5,75$  J/K ga teng bo'lgan entropiyaning orttirmasi paydo bo'ladi. Gazning boshlang'ich va oxirgi holatlari termodinamik ehtimollari nisbatining natural logarifmi hamda boshlang'ich va oxirigi bosimlarining nisbati aniqlansin.

## MUNDARIJA

<b>Ideal gaz qonunlari va termodinamikaning</b>	
<b>1-Qonuni</b> .....	5
Variantlar jadvali.....	10
<b>Gazlarning molekulyar-kinetik nazariyasi</b> .....	25
Variantlar jadvali.....	30
<b>Ko'chish hodisalari. Termodinamikaning</b>	
<b>ikkinchi qonuni</b> .....	38
Variantlar jadvali.....	44

**“Fizika fanidan amaliy mashg’ulotlar uchun masalalar to’plami va uslubiy ko’rsatmalar 4–qism.** “Molekulyar fizika. Termodinamika” nomli uslubiy ko’rsatma “Fizika” kafedrasining majlisida muhokama etildi (2008 y. 14 aprel, 36-sonli bayonnoma) va TATU ilmiy–metodik kengashi tomonidan nashr qilishga tavsiya etildi (17-aprel, 2008 y. 8-sonli bayonnoma).

Mas’ul muharrir: prof. Q.P.Abduraxmonov

Tuzuvchilar: prof. Abduraxmonov Q.P.  
prof. Abduqodirov M.  
kat. o’qit. Xolmedov H.M.  
kat. o’qit. Masharipova S.

Kompyuterda teruvchi: A.N.Amirova

Muharrir: G.Karimova