

7-ma'ruza mashg'uloti

Mavzu: Molekulyar-kinetik nazariyaning asoslari.

REJA:

1. Makroskopik tizimlarni statistik va termodinamikizlanish usullari
2. Ideal gaz qonunlari
3. Ideal gazning xolat tenglamasi. Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi
4. Ideal gaz molekulalarining issiqlik harakati tezligi va energiyasi bo'yicha taqsimoti
5. Gaz molekulalarining potentsiyal energiya bo'yicha Bol'sman taqsimoti
6. Gaz molekulalarining o'rtacha to'qnashish soni va o'rtacha erkin yugurish yo'li

1. Tizimning mikroskopik xususiyatlarini o'rganishda statistik va termodinamik usullar.

Molekulyar fizika va termodinamika – katta miqdordagi atom va molekulalarga bog'liq bo'lgan mikroskopik jarayonlarni o'rganadi. Bu jarayonlarni o'rganishda bir-biridan farqli va bir-birini to'ldiruvchi ikki usuldan foydalaniladi: molekulyar kinetik nazariyaga asoslangan statistik usul va termodinamik usul.

Molekulyar fizika – barcha jismlar doimo tartibsiz harakatda bo'lgan atom yoki molekulalardan iboratdir, degan molekulyar kinetik tushunchalarga asoslangan, moddalarning tuzilishi va xususiyatlarini o'rganuvchi fizikaning bo'limidir.

Moddalar atomlardan tuzilgan, degan g'oya qadimiy grek filosofi Demokrit (eramizdan 460-370 y.ol.) tomonidan ilgari surilgan. Bu g'oya XVII asrda M.Lomonosov tomonidan yanada rivojlantirildi. XIX asr o'rtalarida nemis fizigi - R. Klauzius, ingliz fizigi Dj. Maksvell va avstriya fizigi - L. Boltsman tomonlaridan molekulyar - kinetik nazariya yaratildi.

Molekulyar fizika o'rganadigan jarayonlar – juda ko'p miqdordagi molekulalarning o'zaro ta'siri natijasi bilan bog'liq jarayonlardir.

Juda ko'p miqdordagi molekulalarning o'zaro ta'siri, holatiga bog'liq qonunlar – statistik usullar orqali o'rganiladi.

Makroskopik tizim xususiyatlari, pirovard natijada, tizim zarrachalari xususiyatlari, bu zarrachalarning dinamik xarakteristikalarining o'rtacha qiymatlari va harakatlarining ayrim belgilari bilan aniqlanadi. Masalan, jismning temperaturasi uning molekulalari betartib harakatlarining o'rtacha tezligi bilan aniqlanadi. Istalgan vaqtda har xil molekulalar har xil tezliklarga ega va bir-birlari bilan o'zaro ta'sirda bo'ladilar. Molekula tezligi – faqat barcha molekulalar harakat tezliklari qiymatlarining o'rtachasi bilan belgilanadi. Shuning uchun alohida molekulaning temperaturasi to'g'risida so'z yuritish mumkin emas. Natijada jismning makroskopik xususiyatlari faqat katta miqdordagi molekulalarni hisobga olgan holda fizik ma'noga ega bo'ladi.

Termodinamika – termodinamik muvozanat holatlarda va bu holatlarga o'zaro o'tish jarayonlarida bo'lgan makroskopik tizimning umumiy xususiyatlarini o'rganadi. Shu jarayonlar asosini belgilaydigan mikrojarayonlarni termodinamika o'rganmaydi va shu bilan statistik usuldan farq qiladi.

Termodinamik tizim – makroskopik jismlar majmuasidan iborat bo'lib, bu jismlar doimo o'zaro ta'sirlashadilar va nafaqat o'zaro, balki tashqi muhit bilan ham energiya almashib turadilar.

Termodinamik metod asosi – bu termodinamik tizimning holatini aniqlash usulidir. Tizimning holati, uning xususiyatini belgilovchi fizik kattaliklar majmuasidan iborat bo'lgan termodinamik parametrlar bilan belgilanadi. Odatda tizimning holatini belgilovchi parametrlar sifatida – temperatura, bosim va solishtirma hajmlar tanlanadi. Tizimning holatini aniqlab beruvchi fizikaviy kattaliklar tizimning parametrlari deb ataladi. Ideal gazni karakterlovchi kattaliklar, bu uning massasi, bosimi, hajmi va temperaturasidi.

2. Ideal gaz qonunlari

Molekulyar - kinetik nazariyada ideal gaz quyidagi xususiyatlarga ega bo'ladi: Gaz molekulalarining xususi hajmi gaz egallagan idish hajmiga nisbatan juda kichikdir; Gaz molekulalari orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud emas;

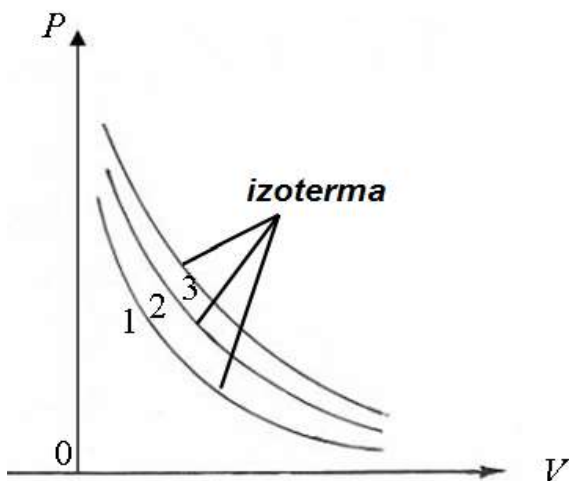
Gaz molekulalarining o'zaro va idish devorlari bilan to'qnashishi mutlaq elastikdir. Tizim parametrlaridan biri o'zgarmas bo'lganda, qolganlari o'zaro bog'lanish hosil qiladigan jarayonlar izojarayonlar deb ataladi. Molekulyar fizikada 5 xil izojarayon o'rganiladi: 1) izotermik; 2) izobarik; 3) izoxorik; 4) adiabatik; 5) politropik jarayonlardir.

Tizim parametrlaridan biri o'zgarmas bo'lganda, qolganlari o'zaro bog'lanish hosil qiladigan jarayonlar izojarayon deb ataladi. Politropik jarayon yuqoridagi to'rtta jarayonlarning umumlashgan turi hisoblanadi.

1. *Boyl - Mariott qonuni*. Berilgan massali gaz uchun, temperatura o'zgarmas bo'lganda, gaz bosimining uning hajmiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir:

$$PV = \text{const}, \quad T = \text{const}, \quad m = \text{const}$$

O'zgarmas T temperaturada, Boyl-Mariott qonuniga asosan, bosim va hajm ko'paytmasi o'zgarmas bo'ladi. Temperatura o'zgarmas bo'lganda, modda xususiyatini tavsiflovchi P va V kattaliklar orasidagi bog'lanishni tasvirlovchi egri chiziq *izoterma* deb ataladi (1 - rasm).



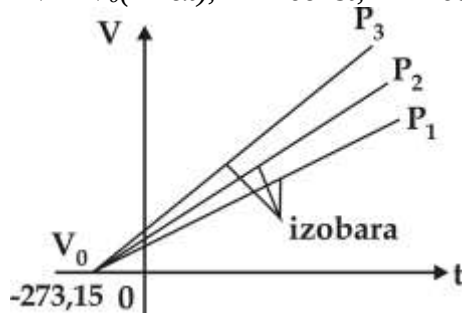
1 - rasm. P, V tekisligida izotermaning xususiyatlari $T_3 > T_2 > T_1$.

Termodinamik jarayon sodir bo'ladigan temperatura qiymati oshishi bilan, izotermani tasvirlovchi giperbola yuqoriga siljiydi.

2. Gey - Lyussak qonuni

Berilgan massali gaz hajmi, bosim o'zgarmas bo'lganda, temperaturaga bog'liq ravishda to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgaradi (2 - rasm):

$$V = V_0(1 + \alpha t), \quad P = \text{const}, \quad m = \text{const} \quad (1)$$



2 - rasm. (V, t) tekisligidagi izobaralar majmuasi $P_3 > P_2 > P_1$.

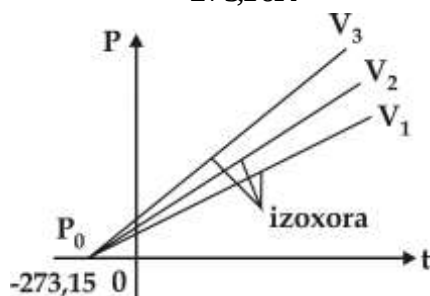
3. Sharl qonuni

Berilgan massali gaz bosimi, uning hajmi o'zgarmas bo'lganda, temperaturaga bog'liq ravishda to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgaradi:

$$P = P_0(1 + \alpha t), \quad V = \text{const}, \quad m = \text{const}, \quad (2)$$

Bu tenglamalardagi t – temperatura Tselsiy shkalasi bo'yicha olingan. P_0 va V_0 $T = 0^\circ\text{C}$ bo'lgandagi gazning, mos ravishda bosimi va hajmidir, α - koeffitsient quyidagiga teng bo'lib, ideal gazning hajmiy kengayish koeffitsientini bildiradi:

$$\alpha = \frac{1}{273,16\text{K}}$$



3 - rasm. (P, t) tekisligida izoxoralar $V_3 > V_2 > V_1$

Gazning bosimi o'zgarmas bo'lganda sodir bo'ladigan jarayon – izobara jarayoni deb ataladi. Gazning hajmi o'zgarmas bo'lganda sodir bo'ladigan jarayon – izoxora jarayoni deb ataladi. (2) - va (3) - rasmlardan ko'rinib turibdiki, izobara va izoxora chiziqlari temperatura o'qini

$$t = -\frac{1}{\alpha} = -273,15^\circ\text{C}$$

nuktasida kesib o'tadi, chunki bu nuqtada P yoki V nolga teng bo'lganligi uchun $1 + \alpha t = 0$ bo'ladi. Agarda koordinata o'qlarining boshini $-1/\alpha$ nuqtaga ko'chirsak, u holda Kelvin shkalasiga o'tishimiz mumkin: $T = t + 1/\alpha$

(2) va (3) ifodalarda t o'rniga termodinamik temperaturani qo'ysak, Gey-Lyussak va Sharl qonunlarini quyidagi qulay ko'rinishda ifodalashimiz mumkin:

$$t = T - 1/\alpha$$

$$V = V_0(1 + \alpha t) = V_0(1 + 2T - 1) = V_0 \alpha T$$

$$P = P_0(1 + \alpha t) = P_0(1 + 2T - 1) = P_0 \alpha T$$

$$\text{yoki} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2},$$

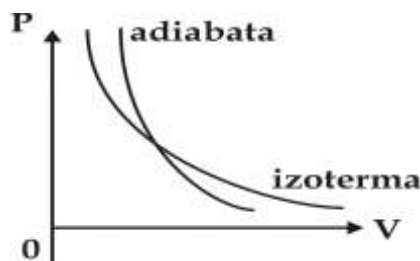
4. Adiabatik jarayon

Tizim tashqaridan issiqlik olmasa yoki unga issiqlik uzatmasa, ya'ni $Q = \text{const}$ bo'lsa, bu jarayon – adiabatik jarayon deb ataladi.

Berilgan massali gaz uchun quyidagi munosabat o'rinni bo'ladi

$$PV^\gamma = \text{const}$$

bu yerda γ - Puasson koeffitsienti deb ataladi. Bu bog'lanish egri chiziqlari adiabatlar deb ataladi (4 - rasm).



4-rasm. Adiabatik jarayonda bosimning hajmga bog'liqlik grafigi

Avogadro qonuni

Istalgan gazning 1 moli, temperatura va bosim bir xil bo'lganda, bir xil hajmga ega bo'ladi. Normal atmosfera sharoitda bu hajm $22,41 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{mol}$ ga teng bo'ladi. Har xil moddalar 1 mol hajmda bir xil miqdordagi atomlar yoki molekulalar soniga ega bo'ladilar $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1}$ bu Avogadro soni deb ataladi.

Dalton qonuni

Ideal gazlar qorishmasi bosimi alohida gazlar partsial bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

bu yerda $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ – alohida gazlarning partsial bosimlaridir.

3. Ideal gazning holat tenglamasi. Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.

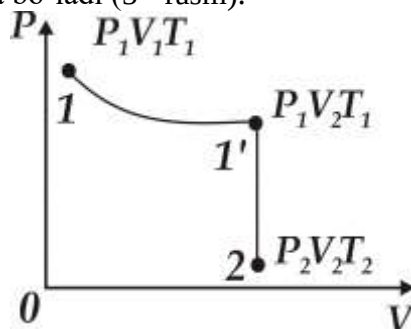
Ideal gaz qonunlariga asosan ma'lum massali gaz holati uning uchta termodinamik parametri bilan belgilanadi; P - bosim, V - hajm va T – temperatura.

Bu parametrlar bir-biri bilan holat tenglamasi deb ataladigan aniq bog'lanishga ega:

$$f(P, V, T) = 0$$

bu yerda uchta o'zgaruvchilardan biri qolgan ikkitasining funktsiyasidir.

Boyl - Mariott va Gey - Lyussak qonunlarini umumlashtirib frantsuz fizigi Klayperon ideal gazning holatlar tenglamasini keltirib chikardi. Masalan, ma'lum massali gaz T_1 temperaturada V_1 hajmni egallagan bo'lib, P_1 bosimga ega bo'lsin. Shu gaz boshqa holatda P_2, V_2, T_2 termodinamik parametrlarga ega bo'ladi (5 - rasm).



5– rasm. Termodinamik tizimni izotermik jarayondan izoxorik jarayonga o'tishi

Gaz 1 - holatdan 2 - holatga ikki xil jarayon orqali o'tadi, deb hisoblaymiz: (1 - 1') – izotermik va (1' - 2) – izoxorik jarayonlar orqali.

Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlariga asosan quyidagiga ega bo'lamiz

$$P_1 V_1 = P_1' V_2, \quad \frac{P_1'}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

P_1' parametrni qisqartirsak,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

ga ega bo'lamiz.

1 - va 2 - holatlar ixtiyoriy olingani uchun, berilgan massali gaz uchun PV / T nisbat doimiy bo'ladi:

$$\frac{PV}{T} = R = \text{const},$$

bu ifoda Klayperon tenglamasi deb ataladi. Bu yerda R – gaz doimiysidir va u har xil gazlar uchun har xildir.

Klayperon va Avogadro tenglamalarini umumlashtirib, μ bir molyar hajm V_m uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$PV_m = RT,$$

Shuning uchun R – molyar gaz doimiysi deb ataladi.

Normal sharoitlarda $P_0 = 1,03 \cdot 10^5$ Pa, $T_0 = 273,15$ K, $V_m = 22,41 \cdot 10^{-3}$ m³/mol bo'lgan holda.

$R = 8,31$ J/mol K ga teng bo'ladi.

Endi istalgan massali gazlarni olsak, ularning hajmini molyar hajm bilan quyidagicha bog'lasak bo'ladi:

$$V = \frac{m}{\mu} V_m$$

bu yerda μ – molyar massa, u xolda m – massali gaz uchun holatlar tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (3)$$

Boltsman doimiysi

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ G / K}$$

ga teng bo'lgani uchun (3) – ifodani shunday ko'rinishda qayta yozish mumkin:

$$P = \frac{RT}{V_m} = \frac{kN_A T}{V_m} = nkT$$

bu yerda kT – bitta molekulaning issiqlik harakati energiyasidir, n – gaz molekulalarining konsentratsiyasidir.

Shunday qilib, gazlarning holat tenglamasi $P = nkT$ dan iborat va undan ko'rinib turibdiki, ideal gazning bosimi berilgan temperaturada gaz molekulalarining konsentratsiyasiga to'g'ri proportsional ekan.

Bir xil temperatura va bosimda barcha gazlar bir xil miqdordagi molekulalarga ega bo'ladi.

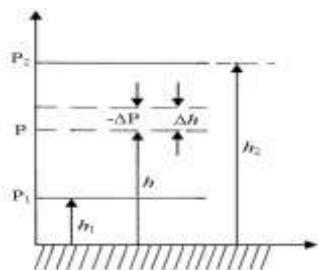
Normal sharoitlarda 1 m^3 hajmni egallagan gaz molekulalari soni Loshmidt soni deb ataladi va quyidagiga teng bo'ladi:

$$N_L = \frac{P_0}{kT_0} = 2,68 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

4. Ideal gaz molekulalarining issiqlik harakati tezligi va energiyasi bo'yicha taqsimoti

Barcha molekulalar massalarini bir xil, havo temperaturasini o'zgarmas, tortishish maydonini bir jinsli, deb hisoblaymiz. Agarda h balandlikda atmosfera bosimi P ga teng bo'lsa, $h + dh$ balandlikda esa bosim $P + \Delta P$ ga tengdir. $dh > 0$ bo'lganda, $dP < 0$. h , $h + dh$ balandlikdagi bosimlar farqi, asosi birlik yuza, balandligi dh ga teng bo'lgan tsilindr hajmida joylashgan gaz og'irligiga teng bo'ladi:

$$P - (P + dP) = \rho g dh \quad (4.1)$$



6-rasm. Gaz bosimining balandlikka bog'liqligi

bu yerda ρ - h balandlikdagi gazning zichligidir (dh juda kichik bo'lgani uchun, balandlik o'zgaradigan sohada gaz zichligini o'zgarmas, deb hisoblanadi). Demak,

$$dP = -\rho g dh \quad (4.2)$$

Ideal gazning holat tenglamasidan

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (4.3)$$

foydalanib, gaz zichligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{P\mu}{RT} \quad (4.4)$$

Bu ifodani (4.2) – tenglikka qo'ysak,

$$dP = -\frac{P\mu}{RT} g dh \quad (4.5)$$

ga ega bo'lamiz.

$$\frac{dP}{P} = -\frac{\mu}{RT} gdh \quad (4.6)$$

Bu tenglikni P_1 dan P_2 gacha va h_1 dan h_2 gacha sohalar bo'yicha integrallasak, quyidagi ifodani keltirib chiqamiz.

$$P_2 = P_1 e^{\frac{-\mu g (h_2 - h_1)}{RT}} \quad (4.7)$$

va bundan $\Delta h = \frac{RT}{\mu g} \ln \frac{P_1}{P_2}$ ga teng ekanligini aniqlaymiz. (4.7) ifoda barometrik formula

deb ataladi. Bu formula balandlikka bog'liq atmosfera bosimini yoki bosim aniq bo'lganda balandlik qiymatini topish imkoniyatlarini beradi.

Balandlik doimo dengiz sathiga nisbatan olinishini eslasak, dengiz sathida bosimni normal atmosfera bosimi deb hisoblaymiz. U holda (4.7) - ifodani quyidagicha qayta yozish mumkin:

$$P = P_0 e^{\frac{-\mu g h}{RT}} \quad (4.8)$$

$P = nkT$ bo'lishni e'tiborga olsak, gazning konsentratsiyasini balandlikka bog'liq ifodasini keltirib chiqarishimiz mumkin:

$$n = n_0 e^{\frac{-\mu g h}{RT}}$$

$\mu = m_0 N_A$, $R = k N_A$ tengliklardan foydalanib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$n = n_0 e^{\frac{-m_0 g h}{kT}},$$

Bu yerda $m_0 g h = E_r$ molekulaning gravitatsiyaviy tortishish maydonidagi potentsial

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

energiyasidir

bu ifoda tashqi potentsial maydonidagi *Boltsman taqsimoti* deb ataladi.

(4.9)

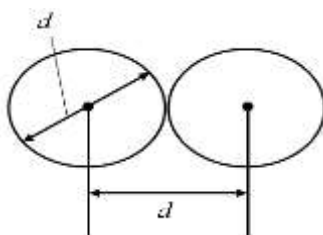
5. Gaz molekularining o'rtacha to'qnashish soni va o'rtacha erkin yugurish yo'li

Gaz molekulari tartibsiz harakatda bo'lishi sababli, bir-biri bilan uzluksiz to'qnashadilar. Molekula ikkita ketma-ket to'qnashishlar oraligida ma'lum l yo'lni bosib o'tadi va bu erkin yugurish yo'li deb ataladi.

Umumiy holda ketma-ket to'qnashishlar orasidagi erkin yugurish yo'li uzunligi har xildir. Uning ustiga molekular soni beqiyos ko'p bo'lganligi sababli, molekularning o'rtacha erkin yugurish yo'li $\langle l \rangle$ to'g'risida so'z yuritishimiz mumkin.

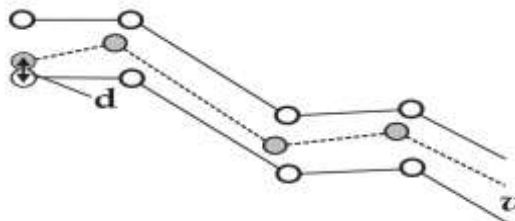
To'qnashishlarda ikkita molekula markazlari yaqinlashishining eng kichik masofasi d – molekularning effektiv diametri deb ataladi (7 - rasm). U to'qnashayotgan molekular tezligiga, ya'ni gazning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. 1 sekund ichida molekula o'rtacha arifmetik tezlik - $\langle v \rangle$ ga teng yo'l bosib o'tadi va bu vaqt ichida $\langle z \rangle$ o'rtacha to'qnashishlarga

duch keladi, bu holda erkin yugurish yo'li quyidagiga teng bo'ladi: $\langle l \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle z \rangle}$



7– rasm. Molekular to‘qnashishining effektiv diametri

O‘rtacha to‘qnashishlar soni $\langle z \rangle$ ni topish uchun molekulani d – diametrli sharcha deb va u xuddi qotib qolgan molekular orasida harakat qiladi, deb hisoblaymiz (8 - rasm).



8 – rasm. Molekulalarning o‘zaro to‘qnashish xarakteri

Bu molekula markazlari d ga teng yoki kichik bo‘lgan molekular bilan to‘qnashadi, boshqacha qilib aytganda, radiusi d , bo‘lgan «siniq» tsilindr ichida harakat qiladi. «Siniq» tsilindr hajmidagi molekular soni 1 sekund ichidagi o‘rtacha to‘qnashishlar soniga teng bo‘ladi

$$\langle z \rangle = n \cdot v \qquad \langle z \rangle = \pi d^2 \cdot \langle v \rangle$$

Shunday qilib o‘rtacha to‘qnashishlar soni

$$\langle z \rangle = n \cdot \pi d^2 \cdot \langle v \rangle$$

ga teng bo‘ladi. Agar, hisoblashlarda boshqa molekulalarning harakatini hisobga olsak, o‘rtacha to‘qnashishlar soni quyidagicha teng bo‘ladi

$$\langle z \rangle = \sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot n \cdot \langle v \rangle$$

U holda o‘rtacha erkin yugurish yo‘lini shunday ifodalaymiz

$$\langle l \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle z \rangle} = \frac{\langle v \rangle}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot n \cdot \langle v \rangle}$$

$$\langle l \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot n}$$

O‘rtacha erkin yugurish yo‘li molekular konsentratsiyasiga teskari proportsional ekan. $P = nkT$ tenglikdan foydalansak, temperatura o‘zgarmas bo‘lganda, quyidaginisbatni keltirib chiqarish mumkin.

$$\frac{\langle l_1 \rangle}{\langle l_2 \rangle} = \frac{\langle n_2 \rangle}{\langle n_1 \rangle} = \frac{P_2}{P_1}$$

TEST SAVOLLARI

1. Ideal gaz molekulyar–kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi:

A. $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$ B. $p = \frac{1}{3} m_0 n^2 \bar{v}^2$ C. $p = \frac{2}{3} m_0 n \bar{v}$ D. $p = \frac{1}{3} m_0 \bar{v}^2$

2. Mendeleev-Klapeyron tenglamasi:

A. $pV = \frac{m}{M} RT$ B. $p = \frac{m}{M} RTV$ C. $pV = \frac{m}{M} \kappa T$ D. $pV = \frac{M}{m} RT$

3. Boltsman doimiysi qiymatini ko'rsating

A. $1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ B. $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$ C. $8,31 \frac{J}{K \cdot mol}$ D. $22,4 \cdot 10^{-3} m^3$

4. Universal gaz doimiysi qiymatini ko'rsating

A. $1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ B. $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$ C. $8,31 \frac{J}{K \cdot mol}$
D. $22,4 \cdot 10^{-3} m^3$

5. Avogadro sonini ko'rsating

A. $1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ B. $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$ C. $8,31 \frac{J}{K \cdot mol}$
D. $22,4 \cdot 10^{-3} m^3$

6. Boltsman doimiysining birligi:

A. J/K B. J/mol•K C. mol•K/J D. mol •K.

7. $-17^\circ C$ temperatura Kelvin shkalasida qanday temperaturaga to'g'ri keladi?

A. 256K B. $-256K$ C. 290K D. $-280 K$

8. Uch mol moddada molekular sonini hisoblang ($N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

A. $1,8 \cdot 10^{24}$ B. $2 \cdot 10^{23}$ C. $0,5 \cdot 10^{24}$ D. $9,0 \cdot 10^{24}$

9. Bir xil temperaturadagi bir xil ballonlarda vodorod va kislorodning teng massalari mavjud. Gazlardan qaysi biri idish devoriga necha marta kuchliroq bosim ko'rsatadi?

A. kislorod 16 marta. B. vodorod 8 marta. C. kislorod 8 marta.

D. vodorod 16 marta.

10. Molyar massa – bu ...

A. $T=273K$ da $1 m^3$ hajmdagi modda massasi

B. Grammlarda o'lchangan bitta molekula massasiga teng modda massasi

C. Berilgan modda atom massasining uglerod atomi 1/12 massasiga nisbati

D. $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ molekulaga ega bo'lgan modda massasi.

11. 0,036 kg suvda nechta molekula bor? $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

A. $3 \cdot 10^{23}$ B. $12 \cdot 10^{23}$ C. $6 \cdot 10^{20}$ D. $6 \cdot 10^{23}$.

12. $1,8 \cdot 10^{24}$ ta molekuladan iborat bo'lgan modda miqdori topilsin ($N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

A. 3 mol B. 5 mol C. 2 mol D. 1 mol

13. Agar bosim 4 marta kamaytirilsa ideal gaz hajmi: (T-const, m-const)

A. 2 marta oshadi B. 2 marta kamayadi C. 4 marta oshadi D. 4 marta kamayadi

14. Agar hajm 4 marta kamaytirilsa ideal gaz bosimi: (T-const, m-const)

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 16 marta oshadi D. 16 marta kamayadi

15. Agar bosim 2 marta oshirilsa ideal gaz hajmi: (T-const, m-const)

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 16 marta oshadi D. 16 marta kamayadi

16. Agar izotermik jarayonda ideal gazning berilgan massasida hajm 3 marta oshirilsa, bosim:

A. 3 marta oshadi B. 3 marta kamayadi C. 9 marta oshadi D. 9 marta kamayadi

17. Agar izotermik jarayonda ideal gazning berilgan massasida hajm 3 marta kamaytirilsa, bosim:

A. 3 marta oshadi B. 3 marta kamayadi C. 9 marta oshadi D. 9 marta kamayadi

18. Agar izobarik ravishda, ideal gazning berilgan massasida, absolyut temperaturani 4 marta oshirilsa, hajm:

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 16 marta oshadi D. 16 marta kamayadi

19. Agar izobarik ravishda, ideal gazning berilgan massasida, absolyut temperaturani 4 marta kamaytirilsa, hajm:

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 16 marta oshadi D. 16 marta kamayadi

20. Agar izoxorik ravishda, ideal gazning berilgan massasida, absolyut temperaturani 4 marta oshirilsa, bosim:

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 16 marta oshadi D. 16 marta kamayadi

4 - Laboratoriya ishi

Maksvell taqsimotini o'rganish

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi (Savelyev 1-tom, §93,98,99) bilan tanishib chiqing.

Ishning maqsadi:

- Ideal gaz molekulalarining harakati bilan tanishtiruvchi kompyuter modeli bilan tanishuv.
- Ideal gaz molekulalari uchun Maksvell taqsimotlarini tajribada tasdiqlash

Asosiy nazariy ma'lumotlar

O'lchovning qandaydir aniq P_i qiymatiga erishish uchun N_i marta ($N \rightarrow \infty$) o'lchash olib borish mumkin.

$dP_v = F(v) dv$, bu yerda $F(v)$ -proporsionallik koeffitsiyenti molekulalar tezligi qiymatining taqsimot funksiyasi deyiladi. U boshqa taqsimot funksiyalari orqali ham ifodalanishi mumkin:

$F(v) = \varphi(v_x) \cdot \varphi(v_y) \cdot \varphi(v_z) \cdot 4\pi v^2 = f(v) \cdot 4\pi v^2$, bu yerda $\varphi(v_x)$, $\varphi(v_y)$ va $\varphi(v_z)$ – molekulalar tezliklarining mos proyeksiyalari uchun taqsimot funksiyalari, $f(v)$ esa ularning yig'indisi.

§98 keltirilgan formulalar

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\left(-\frac{mv^2}{2kT} \right)} 4\pi v^2. \quad (1)$$

O'rtacha tezlik:
$$\langle v \rangle = \int_0^\infty v F(v) dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}, \quad (2)$$

O'rta kvadratik tezlik:
$$v_{o'r.kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}. \quad (3)$$

$F(v)$ funksiya maksimumga erishadigan v_{aniq} tezlik deb ataladi:

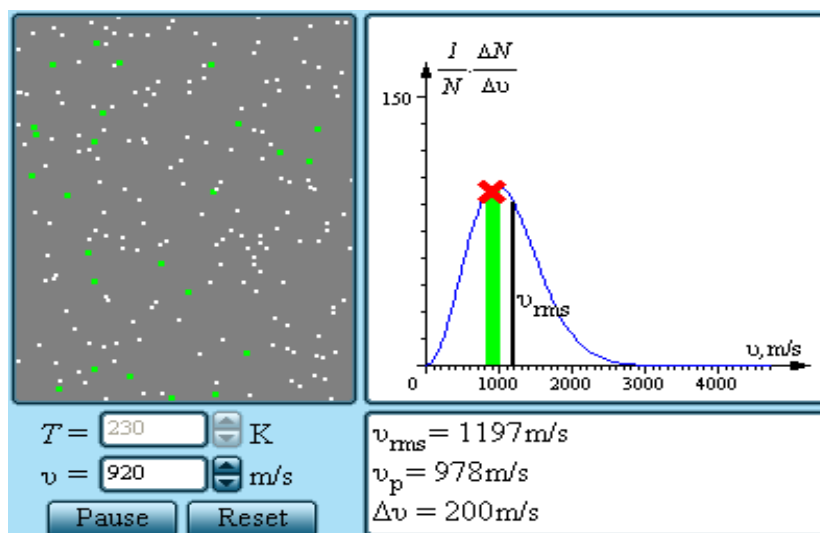
$$v_{aniq} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}. \quad (4)$$

Kerakli ma'lumotlarni laboratoriya-konspekt daftaringizga ko'chirib yozing.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar:

Sichqoncha bilan ekrandagi “**Start**” tugmachasini bosing. Kompyuter monitoridagi tasvirni diqqat bilan ko'zdan kechiring. Ekranning chap qismida berk hajm bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalar tizimiga e'tiboringizni qarating. Ular bir-biri va idish devori bilan absolyut elastik to'qnashmoqda. Zarralar soni 100 ga yaqin va bu tizim bimalol Ideal gazning mehanik modeli bo'la oladi. “**Pause**” tugmachasi yordamida molekulalar harakatini to'xtatib oniy suratlarni qo'lga kiritish mumkin.

O'qituvchidan ishni bajarish uchun ruxsat oling.



1 – TAJRIBA: Chap ekrandagi oniy surat yordamida yashil rang bilan ajralib turgan molekulalarning (Δv) tezlik diapazonini aniqlash.

Buning uchun sichqoncha ko'rsatkichini diapazon ($<$) belgisi ustiga keltirib uni eng quyi holatga keltiring ($v=0$). So'ngra sichqonchani ($>$) belgisi ustiga bosib tezlik v_{MAX} maksimal qiymatgacha ko'tariladi va bosishlar soni N sanaladi. Keyin esa $\Delta v = v_{MAX} / N$ formuladan foydalaning.

2 – TAJRIBA: Molekulalarning tezlik bo'yicha taqsimlanishini o'rganish.

Tizimga brigadangiz jadvalida ko'rsatilgan T_1 temperatura bering. Tezlik qiymatlarini 2-jadvaldagiga yaqinroq tanlang, "Pause" tugmachasini bosib va tezligi berilgan Δv diapazonda yotgan molekulalar soni ΔN ni sanang. Natijalarni 2-jadvalga yozing. Avval "Start" tugmachasini, bir necha soniyadan so'ng esa "Pause" tugmachasini bosish orqali yana bir oniy suratga ega bo'ling va undagi berilgan tezlikda harakatlanayotgan molekulalarni sanang. Har bir tezlik uchun 5 ta o'lchash bajaring va natijalarni 2-jadvalga yozing. So'ngra tezlikni o'zgartirib (5 ta tezlik uchun) o'lchashlar bajarib natijalarni 2-jadvalga yozing.

Keyin esa 1-jadvalda ko'rsatilgan T_2 temperaturani o'rnatib 2-tajribadagi barcha punktlarni bajaring va natijalarni 3-jadvalga yozing.

1 - Jadval

Temperaturaning tahminiy qiymatlari (O'zgartirish kiritmang!!)

Brigada	1	2	3	4	5	6	7	8
T_1	150	200	250	300	350	400	450	500
T_2	700	740	770	800	840	870	900	930

2 va 3-jadval (bir biriga o'xshash)

O'lchash natijalari $T = \quad K$ da

v [km/s]=	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
ΔN_1							
ΔN_2							
ΔN_3							
ΔN_4							
ΔN_5							
$\Delta N_{o'r}$							

Natijalarni qayta ishlash va hisobotni tayyorlash:

1. Zarrachalar sonining o'tacha qiymati $\Delta N_{o'r}$ ni hisoblang va jadvalga kiriting.
2. $\Delta N_{o'r}(v)$ bog'lanishni nazariy va amaliy shakllarining grafigini chizing. Nazariy bog'lanishni kompyuter ekranidan chizib olish mumkin (Mos masshtab qo'ygan holda)
3. Har bir temperatura uchun v_{aniq} ning (?) amaliy qiymatini aniqlang.
4. Aniq tezlikning temperatura bilan bog'lanish $v_{aniq}(T)$ grafigini chizing.
5. Bu grafikdan molekula massasini aniqlang:

$$m = 2k \frac{\Delta(T)}{\Delta(v_{aniq}^2)}.$$

6. Massasi o'lchangan molekula massasiga yaqin bo'lgan gaz tanlang.
7. Olingan javoblar va grafiklar hususida mulohaza yuriting.

O'zgarmas qiymatlar

gaz	vodorod	geliy	neon	azot	kislorod
Molekula massasi 10^{-27} kg	3.32	6.64	33.2	46.5	53.12

O'z o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar:

1. Biror o'lchashning qanday bajarilishi to'g'risida tushuncha bering.
2. Tezlik qiymatini o'lchashda qanday usuldan foydalanilganini tushuntiring.
3. Taqsimot funksiyasi nima?
4. Qiymatning taqsimot funksiyasi va tezlik proyeksiyasi o'zaro qanday bog'langan?
5. Ideal gaz molekulalari tezligini taqsimot funksiyasi grafigining o'ziga xos xususiyatlari nimadan iborat?
6. Agar $f(A)$ taqsimot funksiyasi ma'lum bo'lsa A fizik kattalikning o'rtacha qiymati qanday aniqlanadi?
7. Molekulalarning o'rtacha tezligini hisoblash formulasini yozing.
8. Molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligini hisoblash formulasini yozing.
9. Molekulalarning aniq (v) tezligini hisoblash formulasini yozing.
10. Ideal gaz molekulalarini o'rtacha tezligining ifodasini yozing.
11. Ideal gaz molekulalarini o'rtacha kvadratik tezligining ifodasini yozing.
12. Ideal gaz molekulalarini aniq (v) tezligining ifodasini yozing.
13. Ideal gaz molekulalarining o'rtacha va o'rtacha kvadratik tezliklari necha foizga farq qilishini hisoblang.
14. Ideal gaz molekulalarining o'rtacha va aniq (v) tezliklari necha foizga farq qilishini hisoblang.

5-MUSTAQIL BAJARISH UCHUN TOPSHIRIQLAR

1. $P = 0.2$ MPa bosimda $V = 320\text{sm}^3$ hajm egallab turgan 2 g azotning harorati qanchaga teng?
2. $m = 10\text{g}$ kislorod $P = 100$ kPa bosimda va $t = 20^\circ\text{C}$ haroratda qanday hajm egallaydi?
3. Hajmi $V = 121$ ballon $P = 8.1$ 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 $P = 100$ kPa. Shisha qizdirilganda, uning og'zidagi tiqin uchib chiqdi. Agar tiqin shishadagi havoning bosimi $P = 130$ kPa ga teng bo'lganda uchib chiqqan bo'lsa, shisha qanday haroratgacha qizdirilgan?
5. Ballonda $t_1 = 27^\circ\text{C}$ haroratda joylashgan $m_1 = 0.007$ kg massali noma'lum gazning bosimi $P_1 = 50$ kPa. Shunday hajmda $m_2 = 0.004$ kg massali va $t_2 = 60^\circ\text{C}$ haroratlardagi vodorod $P_2 = 444$ kPa bosimga ega bo'ladi. Noma'lum gazning molyar massasi μ 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 $V = 30$ l bo'lgan ballonda $T = 300$ K haroratda va $P = 8.2 \cdot 10^5$ Pa bosimda vodorod va geliy aralashmasi joylashgan. Aralashmaning massasi $m = 24$ 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 $\ell = 1$ 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 $D = 20$ sm bo'lgan shar ichida $m = 7$ kg havo bor. Agar shar devorlari $P = 0.3$ 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 $P = 0.8$ 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 $\Delta P = 0.15$ MPa ga ortishi uchun nasos bilan necha marta damlash zarur? Atmosferadagi havo bosimi $P = 0.1$ MPa. Siqilganda havoning qizishi e'tiborga olinmasin.
15. Hajmi $V = 15\text{dm}^3$ bo'lgan bir ballonfagi gazning bosimi $P = 0.2$ MPa, ikkinchi ballondagi huddi shu gazning bosimi $P = 1$ MPa haroratlari bir hil bo'lgan ballonlar o'zaro kranli trubka bilan ulangan. Agar kran ochilsa, ikkala ballonning ham bosimi $P = 0.4$ MPa ga teng bo'lib qoladi. Ikkinchi ballonning hajmi qanday?
16. Hajmi $V = 20\text{dm}^3$ bo'lgan bug' mashinasining tsilindridagi bosim klapan ochilgandan so'ng $\Delta P = 0.81$ MPa ga kamaygan. Tsilindrdan qanday miqdordagi bug' chiqib ketgan? Bug' haroratini $t = 100^\circ\text{C}$ deb hisoblang.
17. Gaz o'lchagich (gazometr) normal sharoitda $m = 0.5$ kg karbonat angidrid gazini o'z ichiga sig'ira oladi. Agar termometr $t = 17^\circ\text{C}$ ni, manometr esa - 93.3 kPa ni ko'rsatib turgan bo'lsa, gazometr ichidagi karbonat angidrid gazining massasi topilsin.

18. Bosimi $P = 0.2$ 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 $P = 0.1$ MPa bosimni ko'rsatdi. Simob ustidagi havoning zichligi qanday?
20. Gazning harorati $t = 20^\circ \text{C}$ va bosimi $P = 0.5$ 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 $P = 0.4$ 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 $P = 0.12$ MPa bosimli $m_0 = 64$ 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 $P = 0.1$ MPa bosimdagi zichligi aniqlansin.
25. Ballonda $P_0 = 10$ MPa bosimda $m = 10 \text{ kg}$ gaz joylashgan. Ballondan qanday m_1 massadagi gaz olinsa, undagi bosim $P = 2.5$ MPa bo'lib qoladi? Gazning harorati o'zgarmas deb hisoblang.
26. $t = 27^\circ \text{C}$ haroratda va $P = 100$ KPa bosimda $V = 25 \text{ l}$ hajmni egallab turgan oltin gugurt gazi (SO_2) ning massasi m topilsin.
27. Balandligi $h = 5 \text{ m}$ va pol yuzasi $S = 200 \text{ m}^2$ bo'lgan auditoriyadagi havo massasi m topilsin. Havo bosimi $P = 100$ 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 ρ yozda ($t_2 = 37^\circ \text{C}$)dagi havoning zichligi ρ_2 dan necha marta katta? Bosim o'zgarmas.
29. $V = 10 \text{ m}^3$ hajmli ballonda $P = 25$ KPa va $t = 17^\circ \text{C}$ haroratda gazning modda miqdori V aniqlansin.
30. Hajmi $V = 4 \text{ l}$ yopiq idishda $t = 20^\circ \text{C}$ haroratda turgan $m = 5 \text{ g}$ azot 40°C gacha qizdirilgan. Gazning boshlang'ich va oxirgi bosimi topilsin.
31. $t = 50^\circ \text{C}$ haroratda to'yingan suv bug'ining elastikligi $P = 12.3$ KPa. Suv bug'ining zichligi ρ nimaga teng?
32. $t = 15^\circ \text{C}$ haroratda va $P = 97$ KPa bosimdagi vodorod gazining zichligi ρ topilsin.
33. Biror bir gazning $t = 10^\circ \text{C}$ haroratda va $P = 0.2$ 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. $m = 10 \text{ g}$ miqdordagi kislorod $t = 10^\circ \text{C}$ haroratda $P = 300$ KPa bosimga ega. Qizdirish hisobiga u kengayib, $V = 10 \text{ l}$ hajmga ega bo'ldi. Gazning kengayishidan oldingi hajmi V_0 hamda kengayishidan oldingi va keyingi zichliklari ρ_1 va ρ_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 $m_1 = 0.9 \text{ kg}$ suv va $m_2 = 1.6 \text{ g}$ 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 $m_1 = 14 \text{ g}$ azot va $m_2 = 9 \text{ g}$ vodorod joylashgan. Idishning hajmi va aralashmaning molyar massasi μ topilsin.

39. Idishda $m_1 = 6$ g karbonat anhidrid (CO_2) va $m_2 = 5$ g azotning (I) oksidi (N_2O) $t = 127^\circ C$ haroratda turibdi. Idishning hajmi $V = 2 \cdot 10^{-3}$. Idishdagi gazlar aralashmasining umumiy bosimi qanday?
40. Ballonda kislorod (O_2) va azot (N_2O)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. Quyidagi gazlarning molyar massasi μ ni va bitta molekula massasini m_1 ni toping.
- kislorod; - azot; - azot oksidi (NO)
42. Harorati $T = 300$ K, bosimi $P = 1$ mPa bo'lgan ideal gaz molekulalarining konsentratsiyasining aniqlang
43. Normal sharoitda hajmi $V = 0,5$ l bo'lgan kolbada joylashgan ideal gaz molekulalarining sonini toping.
44. Massasi $m = 1$ g bo'lgan quyidagi gazlarda nechtdan atom bor?
a) geliy; b) uglerod; v) ftor.
45. Hajmi $V = 3$ litrli ballonda massasi $m = 4$ g bo'lgan kislorod bor. Gazning miqdorini va molekulalar konsentratsiyasi n ni aniqlang.
46. Harorat $T = 300$ K va bosim $P = 5$ MPa bo'ganda, hajmi $V = 30$ l balonida nechta gaz molekulasini bo'ladi?
47. Massasi $m = 10$ g bo'lgan azot molekulalarining uchdan bir qismi atomlarga parchalandi. Shunday gazdagi hamma zarrachalar soni N ni aniqlang.
48. Harorat $T = 290$ K, bosim $P = 5$ kPa bo'lganda hajmi (sig'imi) $V = 240$ sm³ kolbadagi moddaning miqdori V va gazning molekulalar soni N ni aniqlang.
49. Suyuqlikning molekulalari shar shaklida, o'zaro bir-biriga yopishgan sharoitda uglerod sulfati CS_2 ning molekula idametrini aniqlang. Suyuqlikning zichligi ma'lum, deb kabul kiling.
50. Hajmi $V = 100$ sm³ 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?
51. Normal sharoitdagi suv bug'i molekulalari markazlari orasidagi o'rtacha masofani toping va uni molekulaning diametri bilan taqqoslang ($d = 0,31$ nm).
52. 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.
53. $V = 4$ l bo'lgan idishda massasi $m = 1$ g vodorod bor. Idishning 1 sm³ hajmidagi molekulalar soni aniqlansin.
54. Hajmi $V = 80$ m³ harorat $t = 17^\circ C$ va bosimi $P = 750$ mm. sim. ust. bo'lgan xonada qancha molekula bor?
55. Sig'imi(hajmi) 2,24 l bo'lgan idishda normal sharoitda kislorod bor. Idishdagi kislorod miqdori V ni massasini va molekulalar konsentratsiyasini aniqlang?
56. Massasi 0,5 kg bo'lgan kislorod modda miqdori V ni va molekulalar soni N ni aniqlang
57. Massasi $m = 1$ g, modda miqdori $P = 0,2$ mol bo'lgan simobda qancha atom bor?
58. Hajmi 1 sm³ bo'lgan suvning harorati $t = 4^\circ C$,suvdagi modda miqdori V va molekulalar soni N ni aniqlang.
59. Ish tutuzilgan molyar massa μ ni va bitta molekula massasi m ni toping.
60. Modda miqdori $V = 0,2$ mol bo'lib, 2 l hajmni egallagan kislorod molekulalarining konsentratsiyaning konsentatsiyasini toping?