

## **2-mavzu. Ideal va real gazlarning asosiy qonunlari**

### **Reja:**

- 1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.*
- 2. Ideal gazning issiqlik holati tenglamasi.*
- 3. Real gaz holatining tenglamalari.*
- 4. Ideal gaz aralashmalari.*

### **1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.**

**Ideal gaz deb**, shunday faraziy gazga aytiladiki, uning molekulalari nuqtaviy hisoblanib, ular (molekulalar) orasidagi o'zaro tortish kuchi nolga teng va zarrachalar egallagan hajm material nuqtaga teng bo'ladi. Bunday gazlarning o'zgarishi to'laligicha Boyle-Mariotte va Gay-Lussak qonunlariga bo'ysunadi.

Ma'lumki, tabiatda bunday gazlar uchramaydi. Tabiatdagi gazlar (shu jumladan, bug'lar ham) hammasi real, mavjud gazlardir. Real gazlarda molekulalar ma'lum hajmga ega va ular o'zaro tortish kuchi bilan bog'langandir.

Biz quyida ideal gazlarning asosiy qonunlari bilan tanishib chiqamiz. Bunda shuni unutmaslik kerakki, ideal gaz qonunlarini real gaz bilan boqliq bo'lgan texnik masalalarda qo'llanilsa, natija yuqori fizik aniqlikda bo'lmasada, yetarli darajada texnik aniqlikda bo'ladi.

Shunga qaramay ideal gaz qonunlarini o'rganishimiz va qo'llashimizning asosiy sababi, qonunlarning ifodalari va formulalarining juda soddaligidir.

XIX asr o'rtalarida M.V. Lomonosov tomonidan asos solingan gazlarning molekulyar kinetik nazariyasiga asosan, idishdagi ideal gaz molekulalari ma'lum hajmda teng tarqalgan va ular uzluksiz issiqlik harakatida bo'ladi. Molekulalar o'zaro to'qnashadi hamda joylashgan idish devorlariga uriladi. Molekulalarning idish devoriga urilishi natijasida gaz turgan idishning har bir tomoniga normal (tik) va miqdor jihatdan bir xil bo'lgan bosim ta'sir qiladi.

Yuqorida aytilgan nazariyaga ko'ra, fizika kursida gazlar kinetik nazariyasining quyidagi asosiy tenglamasi keltirilib chiqariladi.

$$p = \frac{n \cdot m \cdot \omega^2}{3} \quad (2.1)$$

bu yerda  $p$  - ideal gazning idish devoriga bo'lgan absolyut (mutloq) bosimi;

$n$  - hajm birligidagi molekulalar soni, ya'ni  $n = \frac{N}{V}$  ;

$V$  - ma'lum massadagi gazning hajmi;

$N$  - shu hajmdagi molekulalar soni;

$m$  - 1 ta molekulaning massasi (bir xil tarkibdagi gazlar uchun molekulalar massalari teng);

$\omega$  - molekula ilgariylanma harakatining o'rtacha kvadratik tezligi. O'rtacha kvadratik tezlik, gazni tashkil qiluvchi alohida molekulalarning ( $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_n$ ) tezliklari orqali quyidagicha aniqlanadi

$$\omega = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_n^2}{n}} \quad (2.2)$$

(2.1) tenglikning surat va maxrajini 2ga ko'paytirib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m\omega^2}{2} \quad (2.3)$$

Fizika kursidan ma'lumki, (2.3) tenglikdagi  $\frac{m\omega^2}{2}$  ifoda 1 ta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini ifodalaydi.

Ideal gazlar kinetik nazariyasiga ko'ra, molekulalarning kinetik energiyasi bilan gaz harorati orasida ma'lum bog'lanish mavjud, ya'ni

$$\frac{m\omega^2}{2} = B \cdot T \quad (2.4)$$

bu yerda;  $B$  - proportsionallik koeffitsienti bo'lib, son jihatidan gazning harorati bir darajaga o'zgargandagi molekulaning kinetik energiyasini o'zgarishiga teng. Agar (1.102.3) tenglikdagi ifodalarning mos qiymatlarini keltirib qo'ysak, quyidagi ifodalar kelib chiqadi:

$$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \cdot B \cdot T, \quad pV = \frac{2}{3} NBT \quad (2.5)$$

(2.5) tengliklar gazlar molekulyar kinetik nazariyasining termodinamikadagi ifodasi bo'ladi.

**Boyl - Mariott qonuni.** Agar gazlar molekulyar kinetik nazariyasining issiqlik dinamikasidagi ifodasi (2.5)da berilgan gaz massasi uchun  $N=\text{const}$  va  $\beta=\text{const}$  desak, haroratni o'zgarmagan holati ( $T=\text{const}$ ) uchun quyidagiga ega bo'lamiz. Istalgan miqdordagi gaz  $m(\text{kg})$  uchun

$$pV = \text{const} \quad (2.6)$$

1 kg gaz uchun esa,

$$p\vartheta = \text{const} \quad (2.7)$$

(2.6) va (2.7) tenglamalar **Boyl-Mariott qonunini** ifoda etadi, ya'ni **ma'lum miqdor massaga ega bo'lgan bir xil gazning hajmini bosimiga ko'paytmasi ularning holatidan qat'iy nazar bir xil haroratda o'zgarmasdir.** Bundan quyidagi kelib chiqadi, ya'ni

$$p_1\vartheta_1 = p_2\vartheta_2 \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \quad (2.8)$$

Agar gazning zichligi o'zining solishtirma hajmiga teskari

proportsional ekanligini hisobga olsak,  $\rho_1 = \frac{1}{\vartheta_1}, \quad \rho_2 = \frac{1}{\vartheta_2}.$

$$\text{U holda} \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \quad (2.9)$$

(2.8) va (2.9) tenglamalar ideal gazlar uchun juda muhim bo'lib, quyida ulardan foydalaniladi.

**Gey - Lyussak qonuni.** Gey-Lyussak qonunida gaz holatining o'zgarishi o'zgarmas bosim sharoitida ko'rib chiqiladi. Buning uchun (2.5) tenglikni quyidagi

$$\text{shaklda yozamiz. } \frac{V}{T} = \frac{2}{3} \cdot \frac{N \cdot B}{p} \quad (2.10)$$

$p = \text{const}$  sharoit uchun (bunda  $N = \text{const}$  va  $B = \text{const}$ )  $\frac{V}{T} = \text{const}$

Gazning dastlabki va keyingi holatlari uchun yozamiz, ya'ni

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.11)$$

$$1 \text{ kg gaz uchun esa, } \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.12)$$

chunki  $V_1 = \vartheta_1 m$ ,  $V_2 = \vartheta_2 m$ .

(2.10) va (2.11) tengliklar **Gey-Lyussak qonunini** ifodalaydi. **Ya'ni, o'zgarmas bosimda bir xil massadagi bir gazning hajmlari haroratlariga to'g'ri proporsional.** Agar gazning zichligi va solishtirma hajmlarning o'zaro teskari

proporsional  $\left( \vartheta_1 = \frac{1}{\rho_1} \text{ va } \vartheta_2 = \frac{1}{\rho_2} \right)$  ekanligini hisobga olsak,  $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1}$ .

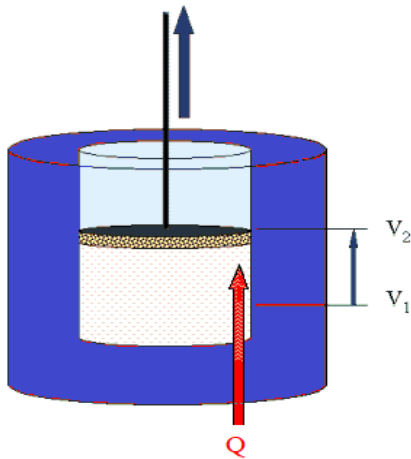
O'zgarmas bosim, lekin haroratlari turlicha bo'lgan gazlar zichliklarining nisbati ularning absolyut (mutloq) haroratlariga teskari proporsional bo'ladi.

## 2. Ideal gazning issiqlik holati tenglamasi

Agar 1- rasmda ko'rsatilgan idishga ideal gaz to'ldirilgan deb faraz qilib uni qizdirsak, ya'ni gazga issiqlik miqdori bersak, gazning holati o'zgaradi. Idishdagi ideal gaz uchun (2.5) tenglikning dastlabki (isitilmagan) va

$$p_1 V_1 = \frac{2}{3} N B T_1,$$

isitilgandan keyingi holatlari uchun quyidagini yozamiz:  $p_2 V_2 = \frac{2}{3} N B T_2 \quad (2.12)$



1-rasm. Idishga ideal gaz to'ldirilgan

bu yerda  $p_1, V_1, T_1$  - gazning dastlabki holatidagi ko'rsatkichlari;

$p_2, V_2, T_2$  - gazning isitilgandan keyingi ko'rsatkichlari.

Yuqoridagi ikkala tenglikning bir-biriga mos ravishda nisbatini olib, quyidagilarni

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

hosil qilamiz. (2.13)

Tenglik tomonlari ko'rsatkichlari o'rnini almashtirib ifodani ixtiyoriy miqdordagi ideal gaz uchun ham yozish mumkin. Masalan, 1kg gaz uchun mos ravishda yozish

$$\frac{p \vartheta}{T} = \text{const}$$

mumkin, (2.14)

(2.14) tenglikdan ko'rinib turibdiki,  $\frac{p \vartheta}{T}$  ifoda gaz uchun o'zgarmas miqdor ekan. Bu o'zgarmas miqdor gaz doimiysi deb yuritiladi va  $R$  bilan ifodalanadi,

$$\frac{p \vartheta}{T} = R, \quad p \vartheta = RT$$

ya'ni: (2.15)

Oxirgi (2.15) tenglik **ideal gazning issiqlik holatining termik tenglamasi** yoki soddaroq holatda, 1kg ideal gaz uchun holat tenglamasi deyiladi. Bu tenglama 1kg har qanday holatdagi ideal gaz uchun harorat, bosim va hajm orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Ba'zi holatlarda (2.15) **tenglikni Klapayron tenglamasi** deb ham yuritiladi.

**Gaz doimiysi -  $R$**  gazni tavsiflovchi kattalik bo'lib, u faqat gazning ximiyaviy tarkibiga bog'liqdir.

Agar (1.232.15) tenglikdagi  $\vartheta$  ning o'rniga  $\vartheta = \frac{V}{m}$  qiymatini qo'ysak, ixtiyoriy

(G kg) miqdoridagi ideal gaz uchun gaz holati tenglamasini olamiz, ya'ni;

$$p \frac{V}{m} = RT, \quad pV = mRT \quad (2.16)$$

(2.8) va (2.9) tengliklardagi kattaliklar quyidagi o'lchov birliklarida o'lchanadi, p (N/m<sub>2</sub>), T (K), V (m<sup>3</sup>) va m (kg). U holda

$$R = \frac{p\vartheta}{T} = \left[ \frac{N / m^2 \cdot \frac{m^3}{kg}}{K} \right]; \quad R = \left[ \frac{N \cdot m}{kg \cdot K} \right]; \quad R = \left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right].$$

**Gaz doimiysining fizik ma'nosi – 1 kg gazni 1 gradusga isitilganda uning kengayishidagi bajargan ishidir.**

**Bir kilomol gaz uchun holat tenglamasi.** Avagadro qonuniga ko'ra, bir xil bosim va haroratda, teng idishlarda joylashgan har qanday ideal gazlar bir xil miqdordagi molekulalar soniga ega, ya'ni  $P_1 = P_2$ ;  $V_1 = V_2$ ;  $T_1 = T_2$  bo'lsa  $N_1 = N_2$  bo'ladi.

Avagadro qonunidan quyidagi xulosa kelib chiqadi, bir xil bosim va haroratda ikki xil gazning zichliklari ( $\rho$ ) va molekulyar massalari ( $\mu$ ) bir biri bilan to'g'ri proportsionallikda bog'lanadi, ya'ni; bilan to'g'ri proportsionallikda

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

bog'lanadi, ya'ni;

Ma'lumki,  $\rho = \frac{1}{\vartheta}$  bo'lganligi uchun,

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad (2.17)$$

Ya'ni, bir xil bosim va haroratdagi ikki xil gaz uchun solishtirma hajmlarning nisbati, ular molekulyar massalarining nisbatiga teskari proportsionaldir. (2.17)

tenglikdan quyidagini yozish mumkin,

$$\mu_1 g_1 = \mu_2 g_2 = \dots = \mu_n g_n = const$$

bu yerda,  $g$  - 1 kg gazning egallagan hajmi;  $\mu$  - shu gazning molekulyar massasi;

$\mu g$  - gazning molekulyar massasiga teng bo'lgan kilogramm ( ya'ni  $\mu$  kg )

gazning egallagan hajmi.

Shunday qilib, kilogramm-molekula yoki **kilomol deb kilogrammlar soni gazning molekulyar massasiga teng bo'lgan gaz miqdoriga aytiladi**. Masalan, 1 kmol kislorod = 32 kg; 1 kmol azot = 28 kg ;1 kmol metan =16 kg.

Bir xil haroratda va bosimda har qanday ideal gaz teng (bir xil) hajmni egallaydi. Bu hajmni  $\Omega$  bilan belgilaymiz. U holda

$$\mu \cdot V = \Omega, \text{ m}^3/\text{kmol}. \quad (2.18)$$

Fizik me'yoriy (normal) sharoit ( = 760 mm.sim.ust. va  $T = 273 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ) uchun  $\Omega = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ .

Bir xil sharoitda turgan 1 kilomol har qanday gazning egallagan hajmlari teng ekanligidan foydalanib, gazning me'yoriy sharoitdagi solishtirma hajmini yoki uning zichligini aniqlab olish mumkin:

$$g = \frac{\Omega_M}{\mu} = \frac{22,4}{\mu}, \text{ m}^3/\text{kg} \quad (2.19)$$

$$\rho = \frac{\mu}{\Omega_M} = \frac{\mu}{22,4}, \text{ kg / m}^3 \quad (2.20)$$

Kilomol tushunchasi bilan tanishganimizdan so'ng, shu gaz miqdori uchun holat tenglamasini yozamiz. Buning uchun (2.16) tenglikka qaytamiz, ya'ni  $pV=mRT$ . Agar bunda biz  $m\mu$ , ya'ni gazni  $m$  kg emas,  $\mu$  kg deb olsak, hamda bosim va haroratni me'yoriy sharoitda desak, gaz holati tenglamasini quyidagicha yozish mumkin,

$$p\Omega_m = \mu RT \quad (1.292.21)$$

Tenglikni o'zgartirib yozamiz, ya'ni:  $\mu R = \frac{P\Omega_m}{T}$  (2.22)

(1.30) tenglikdagi ko'paytma  $\mu R = R_y$  bilan belgilanadi va u **universal gaz doimiysi** deb yuritiladi,  $R_y$  ning son qiymatini me'yoriy sharoit uchun aniqlaymiz, ya'ni  $p = 101325 \text{ N/m}^2$ ,  $\Omega = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ ,  $T = 273 \text{ }^\circ\text{K}$ .

$$\mu R = R_y = \frac{p\Omega}{T} = \frac{101325 \cdot 22,4}{273} = 8314 \text{ J/kmol.K} \quad (2.23)$$

Shunday qilib, Avagadro qonunidan kelib chiqadigan xulosa shuki, **har qanday ideal gazning 1 kilomolini egallagan hajmlarigina teng bo'lib qolmay, balki ularning universal gaz doimiylari ham tengdir.**

Universal gaz doimiysining son qiymatini (2.21) tenglikka keltirib qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$p\Omega = 8314 \cdot T$$

Olingan tenglik, **1 kmol gaz uchun holat tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama birinchi marta D.I.Mendeleyev tomonidan taklif qilinganligi uchun uning nomi bilan yuritiladi, ya'ni **Mendeleyev tenglamasi** deyiladi.

Universal gaz doimiysining amaliy ahamiyati shundan iboratki, agar ixtiyoriy gazning molekulyar massasi ma'lum bo'lsa, uning gaz doimiysini aniqlash mumkin:

$$R = \frac{R_y}{\mu} = \frac{8314}{\mu} \text{ J/kg.K} \quad (2.24)$$

**Eslatma:** Texnikada ishlatiladigan ba'zi bir gazlarning molekulyar massalari, gaz doimiysi va boshqa karakteristiklari ushbu o'quv qo'llanmaga ilova qilingan (1 jadval).3.Real gaz holatining tenglamalari.

Ideal va real gazlar orasidagi tafovut yuqorida aytib o'tilgan edi. Shu tafovutlar sababli Klapeyron tenglamasini real gazlarga qo'llanilganda ancha noaniqlik kelib chiqadi. Ba'zi gazlar oddiy atmosfera sharoitidayoq ideal gaz



tenglamasidan 2-3 % ga farq qilishi mumkin. Yuqori bosim va past haroratlarda real gaz bilan ideal gaz orasidagi tafovut sezilarli darajada ortib boradi. Jahon olimlari tomonidan real gaz holatini harakterlovchi juda ko'p (150 dan ortiq) tenglamalar taklif qilingan. Lekin tenglamalar, u yoki bu sabablarga ko'ra yetarli aniqlik va umumiylikka ega emas edi.

Real gaz holatini yaxshiroq (nisbatan) harakterlovchi tenglama 1873 yilda golland fizigi Yan Diderik Van-der Vaals tomonidan taklif qilingan bo'lib, u quyidagi ko'rinishga ega:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (2.25)$$

Van-der-Vaals tenglamasi ideal gaz tenglamasi ( $PV = RT$ ) dan ikkita tuzatmasi bilan farq qiladi: Van-der-Vaals tenglamasi ideal gaz tenglamasidan ikkita tuzatmasi bilan farq qiladi:

- 1)  $\frac{a}{V^2}$  - ichki yoki molekulyar bosim, ya'ni molekulalarning o'zaro tortish kuchi hisobiga olinadigan bosim;
- 2)  $b$  - siqib bo'lmas hajm - ya'ni molekulalarning egallagan hajmlari hisobga olinadi.

Bu yerda "a" va " b " koefitsientlarini, Van-der-Vaals faqat gazning turiga bog'liq (ko'rsatkichlariga bog'liq emas) deb tushuntiradi.

Keyingi paytlarda yuqori bosim bilan ishlovchi issiqlik mashinalarining tez rivojlanishi sababli Van-der-Vaals tenglamasi yetarli aniqlik bermay qoldi. Shuning uchun rus olimlari M.P.Vukalovich va I.I.Novikovlar yuqoridagi tenglamani yanada rivojlantirib va aniqlik kiritib, o'zlarining quyidagi tenglamasini taklif qildilar (1946 y.):

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \left[ 1 - \frac{A_1 \cdot T}{V - b} - \frac{A_2 \cdot T}{(V - b)^2} \right] \quad (2.26)$$

bu yerda,  $A_1(T)$  va  $A_2(T)$  - haroratlarning ma'lum funktsiyalari;

"a" va "  $\epsilon$  " - tuzatmalar, Van-der-Vaals tenglamasidagi ma'noga ega.

Bu tenglamada molekular orasidagi o'zaro tortish kuchi va molekular egallagan hajm tuzatmalari hisobga olinishi bilan birga molekularning birlashmalari ham hisobga olingan.

. V.P. Vukalovich va I.I. Novikovlarning fikricha, real gazlarda yuqori bosim ostida odatdagi yakka molekular bilan bir qatorda ikkilangan (va hatto uchlangan) molekular majmuasi ham uchraydi

#### 4. Ideal gaz aralashmalari

**Gaz aralashmalarining xossalari.** Amaliyotda, masalan ichki yonuv dvigatellarini, qozon qurilmalarini va x.k.larni hisoblashlarda hamda ko'p texnologik jarayonlarda ishchi jism sifatida sof holdagi bir atomli gazlar emas, gaz aralashmalari qo'llaniladi.

Ko'p hollarda ishchi jism sifatida bir biri bilan o'zaro reaksiyaga kirishmaydigan gaz aralashmalari ishlatiladi. Issiqlik texnikasida bular asosan atmosfera havosi, tabiiy gazlardir.

Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlarini gaz aralashmalariga ham tadbiq etish mumkin. Shuning uchun gaz aralashmalari uchun holat tenglamasini quyidagicha yozish mumkin,  $pV_{ar} = m_{ar} R_{ar} T$ .

Bu yerda, p - aralashmaning umumiy bosimi;

$V_{ar}$  - aralashmaning hajmi;

$R_{ar}$  - aralashmaning gaz doimiysi;

$m_{ar}$  - aralashmaning massasi.

Gaz aralashmalarining asosiy xususiyatlarini Dalton qonuni yaxshi ifodalaydi.

**Bu qonunga muvofiq, aralashmadagi har bir gaz idishda boshqa gazlar yo'q holdagidek tutadi va o'zining bosim ulushini (partial bosimini) hosil qiladi.**

Shunday qilib, aralashma tarkibidagi har bir gaz uchun uning partial bosim bog'liq holda holat tenglamasini yozish mumkin:

$$p_i V_{ar} = m_i R_i T \quad (2.27)$$

bu yerda,  $V_{ar}$  - aralashmaning egallagan hajmi;

$p_i$  – alohida olingan gazning partsial bosimi;

$m_i$  va  $R_i$  - mos holda alohida olingan gazning massasi va gaz doimiysi.

**Dalton qonuniga binoan**, aralashmaning bosimi ( $p$ ) alohida olingan gazlarning partsial bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_1^n p_i \quad (2.28)$$

bu yerda,  $p_1, p_2, \dots, p_n$  - alohida olingan gazlarning partsial bosimlari.

**Gaz aralashmasining tarkibi.** Gaz aralashmasining tarkibi, asosan, 2 xil usul bilan berilishi mumkin, ya'ni aralashmaning massa ulushi (hissasi) va aralashmaning hajm ulushi (hissasi).

a) alohida olingan (bir) gaz massasini aralashmaning umumiy massasiga nisbati, aralashmadagi gazning massa ulushi (hissasi) deyiladi va "g" bilan belgilanadi.

$$g_i = \frac{m_i}{m_{ap}}$$

bu yerda,  $m_{ar}$  - aralashmaning umumiy massasi.

$$m_{ar} = m_1 + m_2 + \dots + m_n \quad (2.29)$$

Massa bo'laklarining yig'indisi 1 ga teng:  $g_1 + g_2 + \dots + g_n = \sum_{i=1}^n g_i = 1$

b) alohida olingan gazning keltirilgan hajmini aralashma egallagan umumiy hajmga nisbati, aralashmadagi gazning hajm bo'yicha ulushi (hissasi) deyiladi va

$$r_i = \frac{V_i}{V_{ap}}$$

“r” harfi bilan belgilanadi.

bu yerda,  $V_{ar}$  - aralashmaning egallagan hajmi;

$$V_{ap} = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \sum_{i=1}^n V_i \quad (2.30)$$

Hajm bo'laklarining yig'indisi ham 1 ga teng:  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i$ . Ba'zi hollarda, gaz aralashmasining tarkibi kilomollar soni orqali ham berilishi mumkin. Bu usul ham,  $r_i$  - keltirilgan hajm aralashma tarkibidagi alohida olingan gazning (aralashma haroratida va bosimida) egallangan hajm ulushlari orqali ifodalash usulidan deyarli farq qilmaydi.

Agar aralashma tarkibidagi gazlarning zichligi ( $\rho_i$ ) yoki molekulyar massalari berilgan bo'lsa, hajm ulushlarida ( $r_i$ ) berilgan aralashma tarkibini massa ulushlarida ( $g_i$ ) ifodalash mumkin, ya'ni

$$g_i = \frac{r_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n r_i \rho_i}, \quad g_i = \frac{r_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n r_i \mu_i}, \quad (2.31)$$

Aksincha, gaz aralashmasining tarkibi massa ulushlari bo'yicha berilgan bo'lib, hajm ulushlariga o'tish lozim balsa, u holda quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

$$r_i = \frac{\frac{g_i}{\rho_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{\rho_i}}, \quad r_i = \frac{\frac{g_i}{\rho_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{\mu_i}} \quad (2.32)$$

**Aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi.** Ma'lumki, gaz aralashmasining molekulasi (masalan, "havo" degan molekula) yo'q. Shuning uchun, aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi deyilganda, aralashmaning faraz qilingan (o'rtachalashtirilgan) molekulyar massasini tushunish kerak.

O'rtacha molekulyar massa quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu_{ap} = r_1 \mu_1 + \dots + r_n \mu_n = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i \quad (2.33)$$

yoki (2.32) ifodani hisobga olgan holda yozish mumkin:

$$\mu_{ap} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{\mu_i}} \quad (2.34)$$

Aralashmaning gaz doimiysi ( $R_{ar}$ ) ma'lum bo'lsa, o'rtacha molekulyar massani universal gaz doimiysi orqali sodda yo'l bilan hisoblash ham mumkin (2.23 tenglikka qaralsin):

$$\mu_{ap} = \frac{8314}{R_{ap}} \quad (2.35)$$

**Aralashmaning gaz doimiysi.** Aralashma massa ulushlari orqali berilganda uning gaz doimiysini Dalton qonunidan kelib chiqadigan tenglik orqali aniqlash mumkin. Bunda aralashmaning massasi  $G_{ar}$  kg,

$$m_{ar} = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

U holda aralashma tarkibidagi alohida olingan gaz uchun holat tenglamalarini yozish mumkin:

$$P_1 V_{ar} = m_1 R_1 T$$

$$P_2 V_{ar} = m_2 R_2 T$$

.....

$$P_n V_{ar} = m_n R_n T$$

Tengliklarning o'ng va chap tomonlarini o'zaro qo'shib quyidagini hosil qilamiz:  $(p_1 + p_2 + \dots + p_n) V_{ar} = (m_1 R_1 + m_2 R_2 + \dots + m_n R_n) T$

$$p V_{ar} = m_{ar} R_{ar} T.$$

bu yerda,  $p_1 + p_2 + \dots + p_n = p$  ekanligidan,

Demak, aralashma uchun  $R_{ar}$  ni hisobga olgan holda holat tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$p V_{ar} = m_{ar} R_{ar} T \quad (2.36)$$

Bu oxirgi ikkala tenglikni chap tomonlari o'zaro tengligidan quyidagi tenglik kelib chiqadi, ya'ni

$$m_{ar} R_{ar} = \sum_1^n m_i R_i + m_2 R_2 + \dots + m_n R_n$$

yoki

$$R_{ar} = \frac{m_1}{m_{ar}} R_1 + \frac{m_2}{m_{ar}} R_2 + \dots + \frac{m_n}{m_{ar}} R_n. \quad (2.37)$$

Bu tenglikdan,

$$\frac{m_1}{m_{ar}} = g_1, \quad \frac{m_2}{m_{ar}} = g_2, \quad \dots, \quad \frac{m_n}{m_{ar}} = g_n$$

Demak,

$$R_{ar} = g_1 R_1 + g_2 R_2 + \dots + g_n R_n \quad (2.38)$$

**Partsial bosim.** Aralashma tarkibiga kiruvchi alohida olingan gazning partsial bosimi, gaz tarkibining qanday usulda berilishiga qarab, asosan, ikki xil usul bilan aniqlanadi:

a) aralashma tarkibi hajm bo'laklari bo'yicha berilgan, u holda partsial bosim,

$$p_i = \frac{V_i}{V_{ar}} \cdot p = r_i \cdot p. \quad (2.39)$$

b) aralashma tarkibi massa bo'laklari bo'yicha berilgan holda,

$$p_i = g_i \frac{R_i}{R_{ar}} \cdot p. \quad (2.40)$$

Ba'zi hollarda aralashma tarkibi tashkil etuvchi gazlarning kilomollar soni orqali berilishi ham mumkin, u holda

$$p_i = \frac{\mu_i}{\mu_{ar}} \cdot p. \quad (2.41)$$

bu yerda,  $\mu_i$  -  $i$ -nchi gazning (1 ta gazning) kilomollar soni;

$\mu_{ar}$  - aralashmadagi jami kilomollar soni;

$p$  - aralashmaning umumiy bosimi.

### *Nazorat savollari va topshiriqlar*

1.. Ideal va real ishchi jism uchun holat parametrlari orasidagi funktsional

*bog'lanishlarni keltiring. 2. Gaz doimiysi nima? 3. Gaz aralashmasi uchun holat tenglamasini keltiring va tenglamaga kiritilgan har bir kattaliklar fizik ma'nosini ayting. 4. Gaz aralashmasi uchun partsial bosim va partsial hajm qanday aniqlanadi? 5. Gaz aralashmasi uchun gaz doimiysi, komponentlarning massaviy va xajmiy ulushlari qanday aniqlanadi?*