

2 – MA'RUZA. IDEAL GAZNING HOLAT TENGLAMASI

REJA:

1. *Gazning holat tenglamasi*
2. *Ideal gazlar aralashmasi*
3. *Gazlarning issiqlik sig'imi*

Ideal gaz modeli hodisaning sodir bo'lishida ikkinchi darajali ta'sir ko'rsatadigan omillarni hisobga olmasdan, quyidagi soddalashtirishlar asosida vujudga keltirilgan:

1. Gaz molekulalari orasida o'zaro ta'sirlashish kuchlari mavjud emas;
2. Gaz molekulalarining o'lchamlari hisobga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik;
3. Gaz molekulalarining o'zaro to'qnashuvlari xuddi elastik sharlarning to'qnashuvidek sodir bo'ladi.

Real gazlarning xossalari yuqori temperatura va past bosimlarda ideal gazga yaqin bo'ladi. Ideal gaz modelining kiritilishi jismning holatini belgilaydigan asosiy termodinamikaviy holat parametrlari orasidagi bog'lanishni, ideal gaz qonunlari asosida matematik ifodalash imkonini beradi.

Sof moddaning har qanday uchta holat parametri (P , ϑ va T) o'zaro bir qiymat bilan bog'langan. Bu qiymatlarni o'zaro bog'laydigan tenglama ayni moddaning holat tenglamasi deyiladi va quyidagicha yoziladi:

$$F(P, \vartheta, T) = 0 \quad (2.1)$$

Ideal gazning absolyut bosimi bilan solishtirma hajmi ko'paytmasini absolyut temperaturaga nisbatan o'zgarmas kattalik. 1 kg gaz uchun bu o'zgarmas kattalik R harfi bilan belgilanadi va gaz doimiysi deyiladi:

$$\frac{P\vartheta}{T} = R \text{ yoki } P\vartheta = RT \quad (2.2)$$

(2.2) tenglama 1 kg ideal gazning holat tenglamasi yoki Klayperon tenglamasi deyiladi.

(2.2) tenglamaning ikkala qismini m kg ga ko'paytirib gazning ixtiyoriy miqdori uchun holat tenglamasini olamiz

$$PV = mRT \quad (2.3)$$

Gaz doimiysi R ning fizikaviy ma'nosini aniqlaymiz.

$$R = \frac{P \vartheta}{T} = \frac{H}{M^2} \cdot \frac{M^3}{K^2} : K = \frac{H \cdot M}{K^2 \cdot K} = \frac{Ж}{K^2 \cdot K}$$

Demak, gaz doimiysi R 1 kg gazning 1⁰ isitilganda bajargan kengayish solishtirma ishi bo'lib, har qaysi gaz uchun o'zgarmas kattalikdir.

(2.2) tenglamaning ikkala qismini molekulyar massa μ ga ko'paytirib bir mol ideal gaz uchun holat tenglamasini olamiz.

$$PV_{\mu} = \mu RT \quad (2.4)$$

(2.4) tenglamadagi μR ko'paytma R_0 orqali belgilanadi va universal gaz doimiysi deyiladi. R_0 ning qiymati 1 mol gazning istalgan holati uchun o'zgarmas kattalikdir. (2.3) va (2.4) tenglamalar Klayperon-Mendeleev tenglamasi deb ataladi.

Qulaylik maqsadida R_0 ning qiymatini normal fizik sharoitlarda hisoblaymiz. Normal sharoitda, ya'ni $T_0 = 273,15$ K temperatura va $R_0 = 101325$ Pa atmosfera bosimiga teng bosimda har qanday gazning 1 kmoli 22,414 m³ ga teng hajmi egallaydi. $V_{\mu} = 22,414 \cdot 10^{-3}$ m³/mol bo'ladi.

Bu miqdorlarni (2.4) ga qo'yib universal gaz doimiysining son qiymatini topamiz.

$$R_0 = \frac{P_0 V_{\mu}}{T_0} = \frac{101325 \cdot 22,414 \cdot 10^{-3}}{273,15} = 8,314 \frac{Ж}{\text{моль} \cdot K} = 8314 \frac{Ж}{\text{кмоль} \cdot K}$$

$\mu R = R_0$ bo'lgani uchun, gaz doimiysi R ning qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$R = \frac{R_0}{\mu} = \frac{8314}{\mu} \quad (2.5)$$

Masalan, kislorod uchun ($\mu_{O_2} = 32$) gaz doimiysi:

$$R_{O_2} = \frac{8314}{32} = 259,8 \frac{Ж}{K^2 \cdot K};$$

azot uchun ($\mu_{N_2} = 28,02$):

$$R_{N_2} = \frac{8314}{28,02} = 296,8 \frac{Ж}{K^2 \cdot K}$$

2.2 Ideal gazlar aralashmasi

Ishchi jism ko'pincha xususiyatlari ideal gaz holatiga yaqin bo'lgan bir necha gazlar aralashmasidan iborat bo'ladi.

Masalan, qozon qurilmalaridan chiqib ketayotgan yoki ichki yonuv dvigatellarida ishchi jism bo'lgan yonish mahsulotlari, havo, tabiiy gaz va shu kabilar.

Har qanday alohida gaz o'zini gazlar aralashmasida shunday tutadiki, guyo uning bir o'zi aralashmaning butun hajmini egallagandek bo'ladi. Aralashmada har bir gaz o'zining fizik xususiyatlarini to'liq saqlab qoladi va o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi.

Ideal gazlar aralashmasi Dalton qonuniga bo'ysunadi: bu qonunga ko'ra gazlar aralashmasining bosimi ayrim komponentlar partsial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2.6)$$

bu yerda: R_1, R_2, \dots, R_n - aralashma komponentlarining partsial bosimlari.

Gazlar aralashmasidagi biror komponent aralashma temperaturasida bo'lib, bir o'zi shu aralashma egallagan hajmni to'ldirganda ko'rsatadigan bosimi ayni komponentning partsial bosimi deyiladi.

Gazlar aralashmasining tarkibi massaviy yoki hajmiy ulushlar bilan aniqlanadi.

Agar massasi m bo'lgan aralashma n komponentdan tarkib topgan bo'lsa, aralashmadagi ayrim komponentlarning massaviy ulushlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$g_1 = \frac{m_1}{m}; g_2 = \frac{m_2}{m}; \dots; g_n = \frac{m_n}{m}; \quad (2.7)$$

bu yerda: m_1, m_2, m_n - aralashmani hosil qiluvchi ayrim komponentlarning massalari.

Aralashmaning massasi ayrim komponentlar massalarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n \quad (2.8)$$

Gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlar massaviy ulushlarining yig'indisi birga teng:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = \sum_{i=1}^n g_i = 1 \quad (2.9)$$

Agar n komponentdan tarkib topgan aralashmaning hajmi V bo'lsa, u holda aralashmadagi komponentlarning hajmiy ulushlari quyidagi tengliklar bilan aniqlanadi:

$$r_1 = \frac{v_1}{v}; r_2 = \frac{v_2}{v}; \dots; r_n = \frac{v_n}{v}; \quad (2.10)$$

Gazlar aralashmasidagi komponentlar partsial hajmlarning yig'indisi aralashmaning to'la hajmiga teng:

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = V \quad (2.11)$$

Gazlar aralashmasidagi komponentlar hajmiy ulushlarining yig'indisi birga teng:

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i = 1 \quad (2.12)$$

Massaviy va hajmiy ulushlar orasida quyidagi bog'lanishlar mavjud:

$$g_i = \frac{m_i \cdot r_i}{m} = \frac{R \cdot r_i}{R_i} \quad (2.13)$$

$$r_i = \frac{R_i \cdot g_i}{R} = \frac{m \cdot g_i}{m_i} \quad (2.14)$$

Gazlar aralashmasi holat tenglamalariga bo'ysunadi:

$$PV = mRT \quad \text{yoki} \quad PV_\mu = \mu RT$$

Aralashmaning gaz doimiysini massaviy ulushlar orqali quyidagi tenglikdan topish mumkin:

$$R = g_1 R_1 + g_2 R_2 + \dots + g_n R_n = \sum_{i=1}^n g_i R_i \quad (2.15)$$

Aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi:

$$\mu = \frac{R_0}{R} = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n g_i \cdot R_i} \quad (2.16)$$

Gazlar aralashmasining tarkibi hajmiy ulushlarda berilgan bo'lsa, aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi:

$$\mu = r_1\mu_1 + r_2\mu_2 + \dots + r_n\mu_n = \sum_{i=1}^n r_i\mu_i \quad (2.17)$$

Aralashmaning gaz doimiysi:

$$R = \frac{R_0}{\mu} = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n r_i \cdot \mu_i} \quad (2.18)$$

2.3. Gazlarning issiqlik sig'imi

Massalari bir xil bo'lgan ikkita turli moddani bir xil temperaturagacha qizdirish uchun turli miqdorda issiqlik sarflash kerak bo'ladi. Demak, har qanday moddaning faqat shu jismga xos issiqlik sig'imi bo'ladi.

Jismning temperaturasini bir gradusga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori jismning issiqlik sig'imi deyiladi:

$$C_x = \frac{\delta q}{\delta t} \quad (2.19)$$

Bu nisbat jismning t - temperaturadagi haqiqiy issiqlik sig'imini ifodalaydi.

Tanlangan birliklarga ko'ra, texnikaviy hisoblashlarda quyidagi issiqlik sig'implari qo'llaniladi:

1 kg modda massasiga nisbatan olingan issiqlik sig'imi-massaviy issiqlik sig'imi deb ataladi. $C^i_{x, \text{Ж}} / (\text{кг} \cdot \text{К})$;

Jismning issiqlik sig'imini, normal fizik sharoitdagi hajmga nisbati-hajmiy issiqlik sig'imi deyiladi: $C_x, \text{Ж} / (\text{М}^3 \cdot \text{К})$;

1 molga nisbatan olinadigan issiqlik sig'imi molyar issiqlik sig'imi deb ataladi: $C_m, \text{Ж} / (\text{МОЛЬ} \cdot \text{К})$;

Issiqlik sig'implarining uchala turi o'zaro quyidagicha boglangan:

$$C_x = C^i_x \cdot \mathcal{G}_0 = C_m / \mu;$$

bu yerda: \mathcal{G}_0 - solishtirma hajm; μ - molekulyar massa.

Gazsimon jismlarda issiqlik sig'imi suyuq va qattiq jismlardagidan farq qilib, jismga issiqlik keltirilayotgandagi yoki undan olib ketilayotgandagi jarayon xususiyatiga bog'liq.

Issiqlik texnikasida o'zgarmas hajmda va o'zgarmas bosimda boradigan protsesslar katta ahamiyatga ega. Protsess o'zgarmas hajmda borganda issiqlik sig'imi izoxorik deyiladi va S_g bilan belgilanadi, o'zgarmas bosimda borganda esa izobarik deyiladi va S_p bilan belgilanadi.

Izoxorik protsessda berilgan barcha issiqlik temperatura va bosimni ortishiga sarflanadi. Izobarik protsessda esa gazga berilgan issiqlikning bir qismi gaz temperaturasining ko'tarilishiga, ikkinchi qismi tashqi ish bajarishga sarflanadi. Demak, bir gazning o'zini bir xil sharoitda bir xil temperaturagacha qizdirilganda izobarik protsessda, izoxorik protsessdagiga qaraganda ko'proq issiqlik sarflash kerak bo'ladi. SHuning uchun $S_p > S_v$ bo'ladi. ular orasidagi miqdoriy bog'liqlik Mayer tenglamasiga ko'ra aniqlanadi:

$$C_p - S_v = R \quad (2.20)$$

Amaliy hisoblashlarda o'rtacha issiqlik sig'imidan foydalaniladi. Jismga berilayotgan issiqlik miqdori q_{1-2} ni temperaturalar farqi $t_2 - t_1$ ga nisbati shu jismning $t_1 - t_2$ temperaturalar oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi deyiladi:

$$C_x \int_{t_1}^{t_2} = \frac{q_{1-2}}{t_2 - t_1} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} C_x dt \quad (2.21)$$

Agar O dan t , $^{\circ}C$ gacha oraliqdagi issiqlik sig'imi jadvallarda berilgan bo'lsa, o'rtacha issiqlik sig'imi quyidagi tenglikdan topilishi mumkin:

$$C_x \int_{t_1}^{t_2} = \frac{C_x \int_0^{t_2} - C_x \int_0^{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (2.22)$$

Termodinamikada izobarik va izoxorik issiqlik sig'imlarining nisbati keng qo'llaniladi, K harfi bilan belgilanib-adiabata ko'rsatgichi deyiladi:

$$K = C_p / C_v \quad (2.23)$$

Klassik-kinetik nazariyaga ko'ra K -ni molekula erkinlik darajalari sonidan foydalanib topishimiz mumkin:

$$K = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \frac{i + 2}{i} \quad (2.24)$$

Agar $C_x = \text{const}$ deb qabul kilsak, (2.24) ifodaga asosan: $i=3$ bo'lganda bir atomli gaz uchun $K=1.66$; $i=5$ bo'lganda ikki atomli gaz uchun $K=1.4$; $i=6$ bo'lganda uch va ko'p atomli gaz uchun $K=1.33$ bo'ladi.

Issiqlik qurilmalarini hisoblashlarda gazlar aralashmasining issiqlik sig'imini aniqlashga to'g'ri keladi. Aralashmaning issiqlik sig'imi aralashmani tashkil etuvchi komponentlarning issiqlik sig'implari bilan ularning massaviy yoki hajmiy ulushlari ko'paytmasining yig'indisiga teng.

Agar aralashmaning tarkibi gazning massasi bo'yicha berilgan bo'lsa:

$$C_{ap} = C_{x_1} \cdot g_1 + C_{x_2} \cdot g_2 + \dots + C_{x_n} \cdot g_n = \sum_{i=1}^n C_{x_i} \cdot g_i \quad (2.25)$$

Agar aralashmaning tarkibi hajmiy ulushlarda berilgan bo'lsa:

$$C_{ap} = C_{x_1} \cdot r_1 + C_{x_2} \cdot r_2 + \dots + C_{x_n} \cdot r_n = \sum_{i=1}^n C_{x_i} \cdot r_i \quad (2.26)$$

bu yerda:

C_i - aralashma komponentining massaviy issiqlik sig'imi;

g_i - aralashma komponentning massaviy ulushi;

r_i - aralashma komponentning hajmiy ulushi.

Nazorat savollari:

1. Ideal gaz.
2. Holat tenglamasi.
3. Gazlar aralashmasi.
4. Issiqlik sig'imi.
5. Sun'iy sovitish.
6. Gaz doimiysining ma'nosi.

Tayanch iboralar

Ideal gaz, xolat tenglamasi, gaz doimiysi, gazlar aralashmasi, Dalton qonuni, issiqlik sig'imi.

Adabiyotlar

1. Asraev R.A., Efendiev A.M., Safarov R.T. Issiqlik texnikasi. Buxoro 2001 y. 5-32 b.
2. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача М., 1980. 5-19 б.