

Таркатма материал маъруза-8

Ideal gaz qonuni. Gazlarning molekulyar-kinetik nazariyasi.

Gaz molekulasini o'lichamga va massaga ega bo'lib xotik harakatda bo'ladi. Har bir molekula asosan hamma vaqt erkin harakat qiladi va ba'zan boshqa molekular bilan yoki idish devorlari bilan elastik ravishda to'qnashib turadi. Bunday model ideal gaz hisoblanadi.

Idish devoriga kelib urilganda molekula devorga impuls beradi, bu impulsning son qiymati molekula impuls o'zgarishining devorning ΔS elementi, Δt vaqt ichida ΔS ga normal bo'yicha yo'nalgan, ΔK yig'indi impuls oladi.

Mexanikadan ma'lumki, ΔK ning Δt ga nisbati ΔS ga ta'sir etuvchi kuchga bu kuchning ΔS ga nisbati esa R bosimga teng.

Molekulalar mutlaqo tartibsiz, xotik ravishda harakat qiladi, ular barcha yo'nalish bo'yicha bir xil ehtimollik bilan harakat qiladi.

Molekulalar tezligining kattaligi xilma-xil bo'ladi. To'qnashish natijasida bir molekula tezligi ortsa, ikkinchi molekulaning tezligi kamayadi.

Molekulalarni o'zaro perpendikulyar bo'lgan 3-ta yo'nalish bo'yicha harakatlanadi deb faraz qilamiz.

Agarda gazda N dona molekula bo'lsa, har bir yo'nalish bo'yilab $N/3$ dona molekula harakat qiladi, ularning yarmi, ya'ni, $N/6$ qismi bu yo'nalish bilan bir tomonga, ularning yarmi bunga qarama-qarshi harakatlanadi.

Molekulalarning tezliklari turlicha bo'lganda, hajm birligi ichida bo'lgan n ta molekuladan n_1 tasi tezligi v_1 , n_2 tasining tezligi v_2 ta molekulaning tezligi v_i deb faraz qilinsa:

$$n_1 + n_2 + n_3 + n_i \dots + \sum n_i = n \quad (8)$$

Molekulalar tezligining o'rtacha qiymati:

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_1 + \dots + v_1 + v_2 + v_2 + \dots + v_2 + \dots + v_i + v_i + \dots + v_i + \dots}{n}$$

$$\bar{v} = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + \dots + n_i v_i}{n} = \frac{1}{n} \sum n_i v_i$$

kinetik energiyaning o'rtacha qiymatini yozamiz:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{2} \sum n_i \varepsilon_i \quad (9)$$

Bu yerda n_i^1 - energiyasi deyarli ε_i ga teng bo'lgan molekula.

Molekulalar tezliklar bo'yicha taqsimlanishini hisobga olib, molekulalarning idish devoriga beradigan zarblarini aniqlaymiz (4-chizma).

Tezligi v_i , bo'lgan molekulalardan Δt vaqt ichida ΔS elementiga

$$\Delta N_i = \frac{1}{6} n_i v_i \Delta S \Delta t \quad (12)$$

dona molekula yetib boradi. Zarblarning to'liq soni:

$$\Delta N = \sum \Delta N_i = \frac{1}{6} n_i \Delta S \Delta t \sum n_i v_i \quad (13)$$

(10) ga asosan $\sum n_i v_i$ almashtirib, birlik yuzaga vaqt birligi ichida beriladigan zarblar soni:

$$\frac{\Delta N}{\Delta S \Delta t} = \frac{1}{6} n \bar{v} \quad \text{bo'ladi.} \quad (14)$$

$$\Delta K = \sum mv_i \Delta N_i = \sum mv_i \frac{1}{6} n_i v_i \Delta S \Delta t \quad (15)$$

Bosimni topish uchun ΔK ni ΔS ga va Δt ga bo'lish kerak.

$$P = \frac{2}{3} \sum n_i \frac{mv_i^2}{2} = \frac{2}{3} \sum n_i \varepsilon_i \quad (16)$$

$\varepsilon_i = mv_i^2/2$ - tezligi v_i bo'lgan molekula ilgarilanma harakati kinetik energiyasi (11) ga asosan $\sum n_i \varepsilon_i$ ni $\bar{\varepsilon}$ bilyan almatptipib, R bosimni topamiz:

$$P = \frac{2}{3} n \bar{\varepsilon} = \frac{2}{3} n \frac{mv^2}{2} \quad (17)$$

(17) tenglik gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi, deb ataladi. (17) asosan bosim hajm birligidagi molekular ilgarilanma harakati kinetik energiyasining uchdan ikki qismiga teng. (17) da n -o'zgarmas bo'lsa, bosim molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha $\bar{\varepsilon}$ kinetik eneregiyaga proporsional.

T absolyut temperatura bilan $\bar{\varepsilon}$ orasidagi proporsionallik koefitsiyentini topish uchun (17) ni idayeal gaz holatining $PV_{km}=RT$ tenglamasi bilan taqqoslaymiz. (17) ni V_{km} ga ko'paytiramiz:

$$PV_{km} = \frac{2}{3} (nV_{km}) \bar{\varepsilon} \quad (18)$$

$nV_{km} = N_A$ Avogadro soniga teng ekanligini hisobga olib:

$$PV_{km} = \frac{2}{3} N_A \bar{\varepsilon} \quad (19)$$

ni yozamiz.

(19) ni $PV_{km}=RT$ bilan taqqoslab:

$$\frac{2}{3} N_A \bar{\varepsilon} = RT \quad (20)$$

ni yozamiz.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{3}{2} kT \quad (21)$$

Bundan:

Bu tenglamada $k=R/N_A$ Bolsman doimiysi, deb ataladi.

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8.31 \cdot 10^3}{6.02 \cdot 10^{23}} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\mathcal{K}}{\text{zpad}} = 1,38 \cdot 10^{-16} \frac{\text{эрг}}{\text{zpad}};$$

(21) tenglamada kinetik energiya absolyut temperaturaga bog'liq, ekanligi kelib chiqadi. Molekulaning massasiga bog'liq emas.

Ideal gaz holatining tenglamasida R o'rniga N_A/k qo'yib, $N_A/V_{km} = n$ teng ekanligini hisobga olib, bosim uchun quyidagi formula olinadi:

$$\mathbf{P=nkT} \quad (22)$$

Agar bir necha xil gazdan iborat aralashma olinsa,

$$P=nkT=(n_1+n_2+\dots)kT \quad (23)$$

$$P=n_1kT+n_2kT+\dots \quad (24)$$

$$P=P_1+P_2+\dots = \sum P_i \quad (25)$$

(25) Dalton qonuni. Bu qonunga asosan, ideal gazlar aralashmasining bosimi shu aralashmadagi gazlar parsial bosimlarning yig'indisiga teng bo'ladi