

BÀI 12: ÁP SUẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ. QUAN HỆ GIỮA ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT ĐỘ

I. ÁP SUẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ

1. Tác dụng của một phân tử khí lên thành bình

Xét một lượng khí gồm N phân tử trong bình lập phương cạnh l , thể tích $V = l^3$.

Một phân tử khối lượng m chuyển động với tốc độ v và chạm đàn hồi vuông góc vào thành bình.

Độ biến thiên động lượng của phân tử sau va chạm:

$$|\Delta \vec{p}| = |-mv - (+mv)| = 2mv$$

Thời gian giữa hai va chạm liên tiếp vào cùng một thành bình: $\Delta t = \frac{2l}{v}$

Lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình:

$$F = \frac{mv^2}{l}$$

Áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình diện tích $S = l^2$:

$$p_m = \frac{F}{S} = \frac{m}{V} v^2$$

2. Tác dụng của N phân tử khí lên thành bình

Do chuyển động hỗn loạn đẳng hướng, số phân tử chuyển động theo mỗi phương (trong 3 phương Ox, Oy, Oz) đến đập vào một mặt đáy là $\frac{N}{3}$.

Tốc độ các phân tử khác nhau nên dùng trung bình của các bình phương tốc độ:

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

Áp suất chất khí tác dụng lên thành bình:

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \overline{v^2} = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}$$

Mặt khác, động năng tịnh tiến trung bình của phân tử là:

$$E_d = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$$

Công thức liên hệ áp suất với mật độ và động năng phân tử:

$$p = \frac{2}{3} \mu E_d$$

Trong đó:

$$\mu = \frac{N}{V} \text{ là mật độ phân tử khí (hạt/ m}^3\text{)}$$

E_d là động năng tịnh tiến trung bình của phân tử (J)

II. MỐI QUAN HỆ GIỮA ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT ĐỘ

1. Công thức liên hệ động năng phân tử và nhiệt độ

Từ phương trình trạng thái $pV = nRT$ và biểu thức áp suất khí $p = \frac{2}{3} \mu E_d$, suy ra:

$$E_d = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} kT$$

Hằng số Boltzmann:

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

Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối:

$$E_d = \frac{3}{2} kT$$

2. Các hệ quả rút ra

Các khí có bản chất khác nhau, khối lượng khác nhau nhưng ở cùng nhiệt độ thì có động năng tịnh tiến trung bình bằng nhau.

Nhiệt độ của khối khí càng cao thì động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí càng lớn.

Nhiệt độ tuyệt đối T chính là số đo động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí theo một đơn vị khác.

Chú ý bổ sung:

Căn bậc hai của $\overline{v^2}$ là $\sqrt{\overline{v^2}}$, gọi là tốc độ căn quân phương của phân tử khí (khác với tốc độ trung bình).