

本章提要

统计物理学基础

1. 理想气体的物态方程 $pV = \frac{M}{M_{mol}} RT$ 或 $p = nkT$

2. 理想气体的压强公式和温度公式

$$p = \frac{2}{3} n \bar{w}, \quad \bar{w} = \frac{3}{2} kT$$

3. 分子的平均动能 $\bar{\varepsilon} = \frac{i}{2} kT$ (对于刚性分子, 自由度 $i = t + r$)

4. 理想气体的内能和内能增量

内能 $E = N \frac{i}{2} kT = \frac{M}{M_{mol}} \frac{i}{2} RT$

内能增量 $\Delta E = \frac{M}{M_{mol}} \frac{i}{2} R \Delta T$

5. 麦克斯韦速率分布函数: $f(v) = \frac{dN}{Ndv} = 4\pi \left(\frac{\mu}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{\mu v^2}{2kT}} v^2$

6. 三种速率

最可几速率 $v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M_{mol}}} \approx 1.41 \sqrt{\frac{RT}{M_{mol}}}$

平均速率 $\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M_{mol}}} \approx 1.60 \sqrt{\frac{RT}{M_{mol}}}$

方均根速率 $\sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{mol}}} \approx 1.73 \sqrt{\frac{RT}{M_{mol}}}$

7. 玻尔兹曼分布律: $dN = C e^{-E/kT} dv_x dv_y dv_z dx dy dz$

8. 重力场中, 粒子数密度按高度的分布: $n = n_0 e^{-E_p/kT}$

9. 平均碰撞次数: $\bar{Z} = \sqrt{2\pi} d^2 \bar{v} n$

10. 平均自由程: $\bar{\lambda} = \frac{\bar{v}}{\bar{Z}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} d^2 n} = \frac{kT}{\sqrt{2\pi} d^2 p}$