

第十二章 气体动理论

第5节 《 能量均分定理 理想气体内能 》

了解自由度概念，
理解能量均分定理，
会计算理想气体的内能。

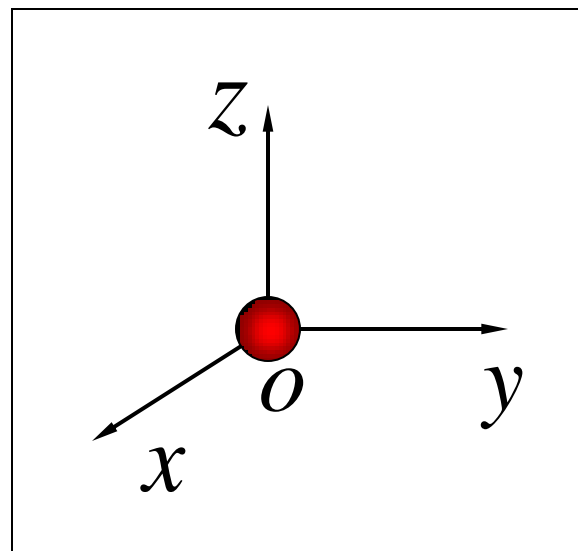


一 自由度

$$\bar{\varepsilon}_{\text{kt}} = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

$$\frac{1}{2} m \overline{v_x^2} = \frac{1}{2} m \overline{v_y^2} = \frac{1}{2} m \overline{v_z^2} = \frac{1}{2} kT$$



◆ 单原子分子平均能量

$$\bar{\varepsilon} = 3 \times \frac{1}{2} kT$$



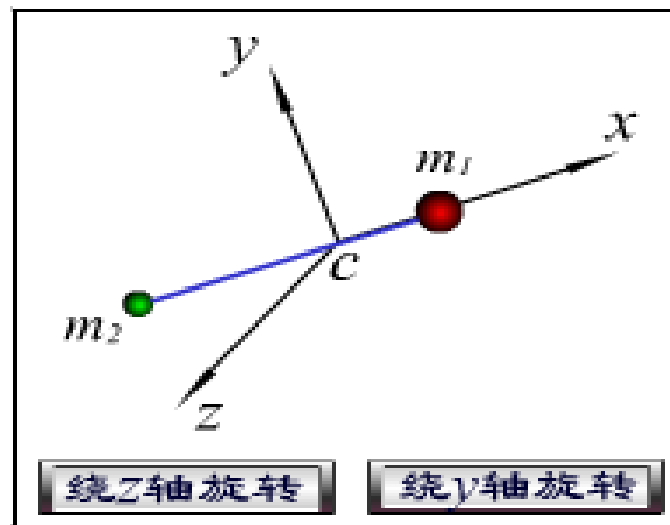
◆ 刚性双原子分子

分子平均平动动能

$$\bar{\varepsilon}_{\text{kt}} = \frac{1}{2} m \overline{v_{Cx}^2} + \frac{1}{2} m \overline{v_{Cy}^2} + \frac{1}{2} m \overline{v_{Cz}^2}$$

分子平均转动动能

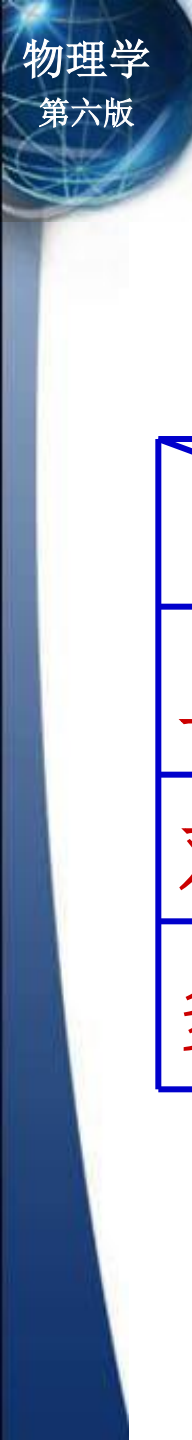
$$\bar{\varepsilon}_{\text{kr}} = \frac{1}{2} J \overline{\omega_y^2} + \frac{1}{2} J \overline{\omega_z^2}$$



◆ **自由度** 分子能量中独立的速度和坐标的二次方项**数目**叫做分子能量自由度的数目，简称自由度，用符号 i 表示。

◆ 自由度数 $i = t + r + v$





刚性分子能量自由度

<div>自由度</div> <div>分子</div>	t 平动	r 转动	i 总
单原子分子	3	0	3
双原子分子	3	2	5
多原子分子	3	3	6



二 能量均分定理（玻耳兹曼假设）

气体处于平衡态时，分子任何一个自由度的平均能量都相等，均为 $\frac{1}{2} kT$ ，这就是能量按自由度均分定理。

◆ 分子的平均能量

$$\bar{\varepsilon} = \frac{i}{2} kT$$



三 理想气体的内能

◆ 理想气体的内能：分子动能和分子内原子间的势能之和.

◆ 1 mol 理想气体的内能

$$E = N_A \bar{\varepsilon} = \frac{i}{2} RT$$

◆ 理想气体的内能

$$E = \nu \frac{i}{2} RT$$

◆ 理想气体内能变化

$$dE = \nu \frac{i}{2} R dT$$

