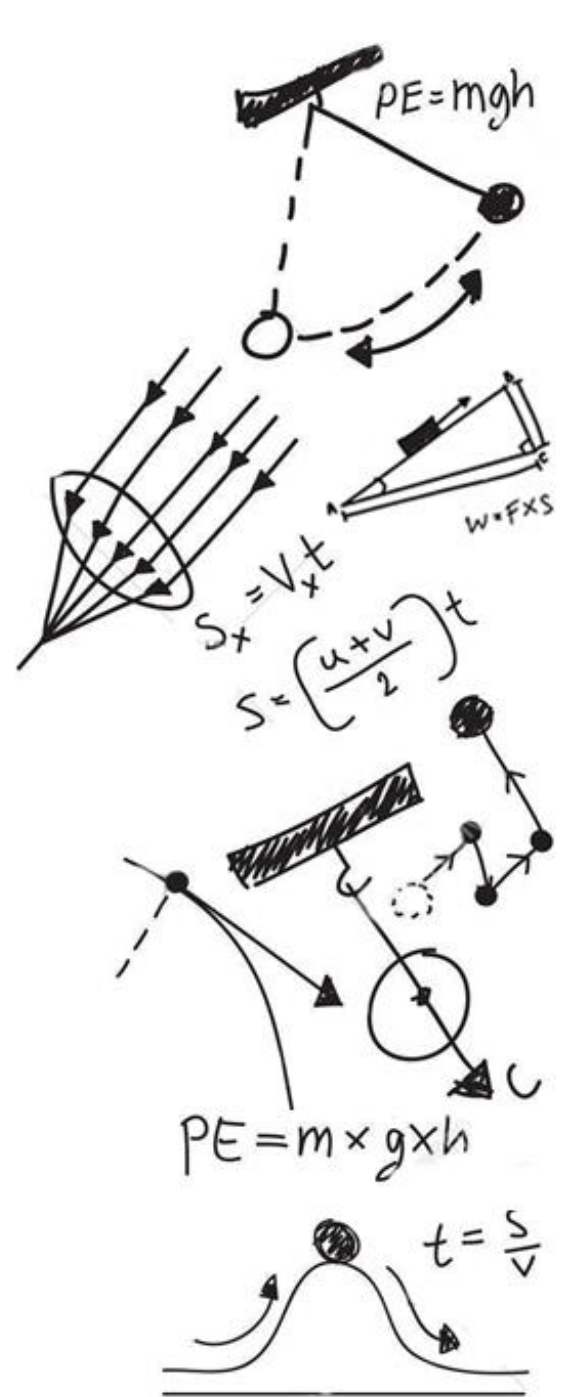
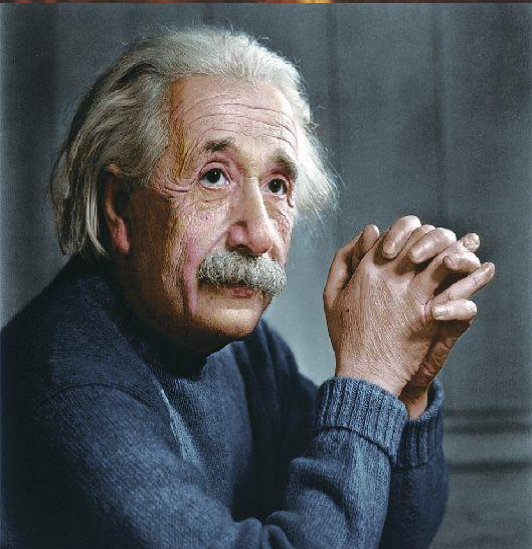


# 能量均分定理

## 理想气体的内能





# 目

# 录

**01** | **能量按自由度均分定理**

---

**02** | **理想气体的内能**

---



# 一、能量按自由度均分定理

如前述，理想气体的**平均平动动能**为：

$$\bar{w} = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{t}{2} kT = \frac{3}{2} kT, \quad (t=3)$$

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$$

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

$$\bar{w}_x = \bar{w}_y = \bar{w}_z = \frac{1}{2} kT$$

在温度为  $T$  的热平衡态下，物质（气体，液体和固体）分子的每个自由度都具有**相同的平均动能**  $\frac{1}{2} kT$ 。



# 一、能量按自由度均分定理

**推广得：**

在平衡状态下，由于气体分子无规则运动的结果，任何一种可能的运动出现的机会都**相等**，且不论何种运动，相应于每个可能自由度的平均动能都应**相等**，且都等于  $\frac{1}{2}kT$ 。

**——能量按自由度均分定理**



## 一、能量按自由度均分定理

已知某气体分子，有  $t$  个平动自由度， $r$  个转动自由度， $s$  个振动自由度，则该分子具有：

**平均平动动能**

$$t/2 \text{ KT}$$

**平均转动动能**

$$r/2 \text{ KT}$$

**平均振动动能**

$$s/2 \text{ KT}$$

**平均总动能**

$$1/2 (t+r+s) \text{ KT}$$



## 一、能量按自由度均分定理

已知某气体分子，有  $t$  个平动自由度， $r$  个转动自由度， $s$  个振动自由度，则该分子具有：

**平均总动能**

$$\frac{1}{2} (t+r+s) KT$$

假定是简谐振动：**平均动能 = 平均势能**，故：

**平均总能量**

$$\frac{1}{2} (t+r+2s) KT$$

把气体分子看做刚性分子，既有  $S=0$ ，并令  $i=t+r$ ，则：

**平均总能量**

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

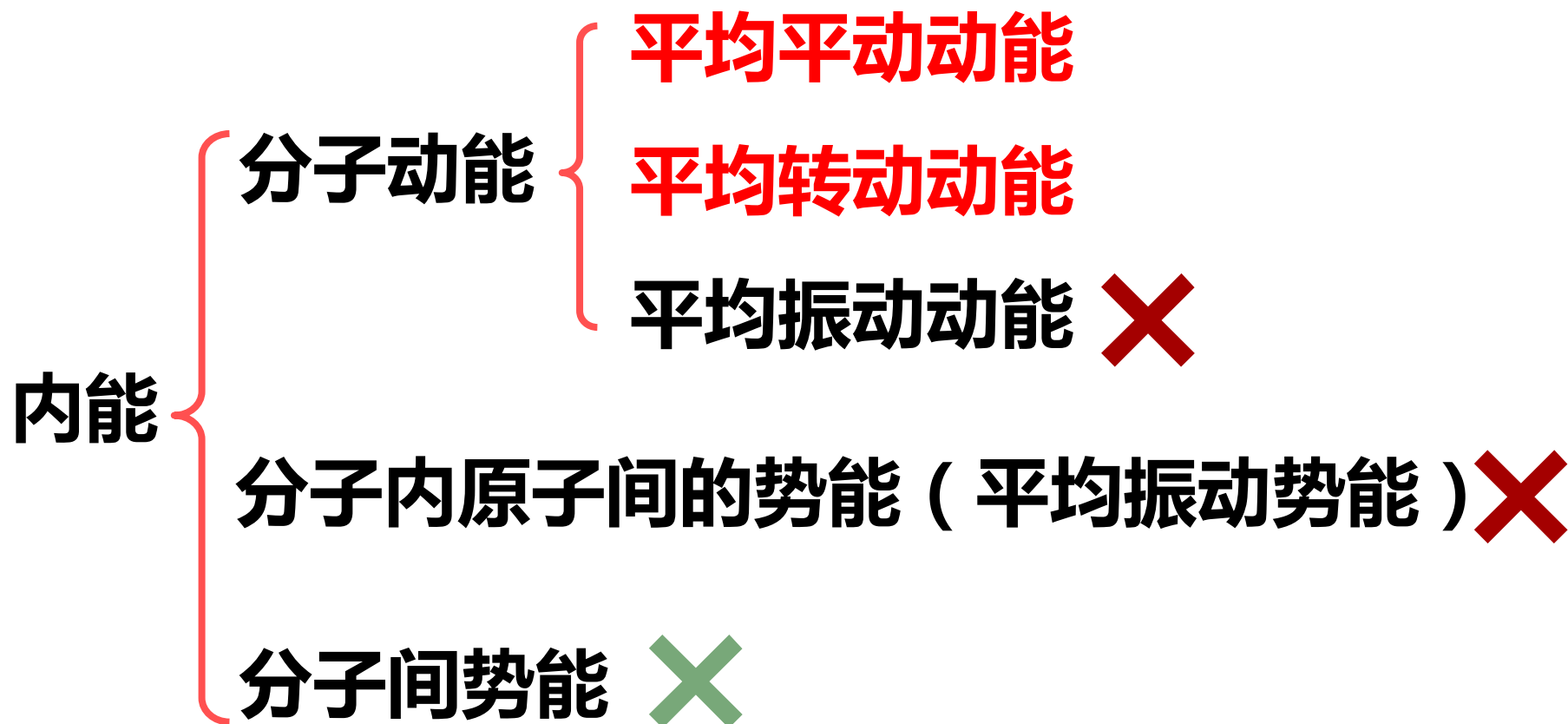


# 一、能量按自由度均分定理

<p>◆ <b>单原子分子</b> ( He , Ar ) :</p>	$i = t = 3$ $\bar{\varepsilon} = \frac{i}{2} kT = \frac{3}{2} kT$
<p>◆ <b>刚性双原子分子</b> ( H<sub>2</sub> , O<sub>2</sub> ) :</p>	$i = t + r = 3 + 2 = 5$ $\bar{\varepsilon} = \frac{5}{2} kT$
<p>◆ <b>刚性多原子分子</b> ( H<sub>2</sub>O ) :</p>	$i = t + r = 3 + 3 = 6$ $\bar{\varepsilon} = 3kT$



## 二、理想气体的内能







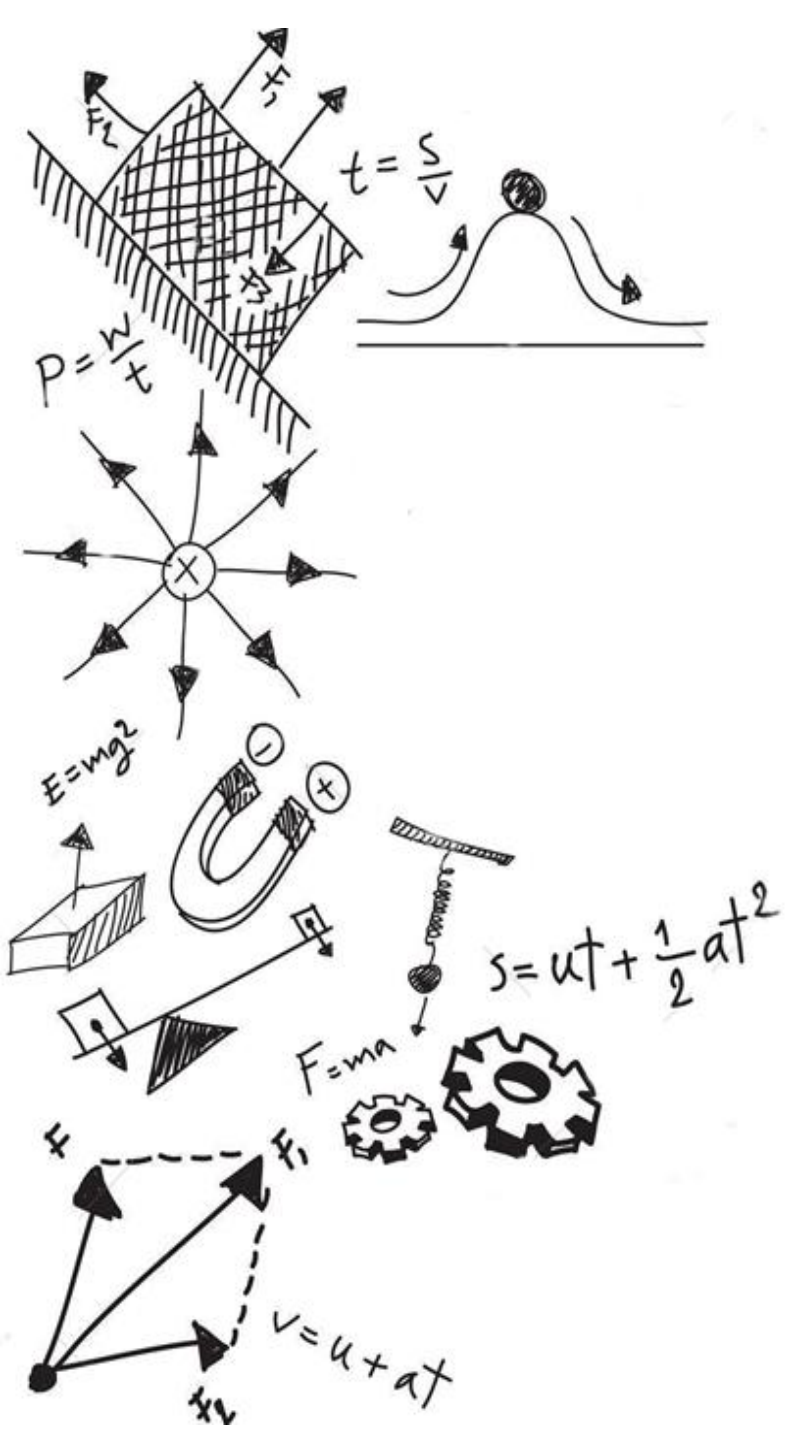
## 二、理想气体的内能

一个分子总能量： $i/2 KT$

1mol分子内能： $N_0 i/2 KT = i/2 RT$

M千克气体内能： $\frac{M}{M_{mol}} \frac{i}{2} RT$

可见：内能只与 T 有关。



# Thanks!

