

一、选择题

1. 有两个容器，一个盛氢气，另一个盛氧气，如果两种气体分子的方均根速率相等，那么由此可以得出下列结论，正确的是（ ）

- (A) 氧气的温度比氢气的高； (B) 氢气的温度比氧气的高；
(C) 两种气体的温度相同； (D) 两种气体的压强相同。

2. 两个体积都为 V 的容器 A 和 B，A 中装有单原子理想气体，B 中装有双原子理想气体，

若两种气体的压强相同，则这两种气体的单位体积的热力学能（内能） $\frac{E_A}{V}$ 和 $\frac{E_B}{V}$ 的关系为（ ）

- (A) $\frac{E_A}{V} < \frac{E_B}{V}$ ； (B) $\frac{E_A}{V} = \frac{E_B}{V}$ ； (C) $\frac{E_A}{V} > \frac{E_B}{V}$ ； (D) 无法判断。

3. 温度为 27°C 时，1 mol 氧气所具有的平动动能和转动动能分别为（ ）

(A) $E_{\text{平}} = 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$, $E_{\text{转}} = 4.14 \times 10^{-21} \text{ J}$

(B) $E_{\text{平}} = 4.14 \times 10^{-21} \text{ J}$, $E_{\text{转}} = 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$

(C) $E_{\text{平}} = 2.49 \times 10^3 \text{ J}$, $E_{\text{转}} = 3.74 \times 10^3 \text{ J}$

(D) $E_{\text{平}} = 3.74 \times 10^3 \text{ J}$, $E_{\text{转}} = 2.49 \times 10^3 \text{ J}$

4. 质量为 $M \text{ kg}$ 的刚性三原子分子理想气体，其分子的摩尔质量为 μ ，当它处于温度为 T 的平衡态时，该气体所具有的内能为（ ）

(A) $\frac{7}{2} \frac{M}{\mu} RT$ (B) $\frac{3M}{\mu} RT$ (C) $\frac{5}{2} \frac{M}{\mu} RT$ (D) $\frac{3}{2} \frac{M}{\mu} RT$

5. 容积恒定的容器内盛有一定量某种理想气体，其分子热运动的平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$ ，平均碰撞频率为 \bar{Z}_0 ，若气体的热力学温度降低为原来的 $1/4$ 倍，则此时分子平均自由程 $\bar{\lambda}$ 和平均碰撞频率 \bar{Z} 分别为（ ）

(A) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$, $\bar{Z} = \bar{Z}_0$

(B) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$, $\bar{Z} = 0.5 \bar{Z}_0$

(C) $\bar{\lambda} = 2 \bar{\lambda}_0$, $\bar{Z} = 2 \bar{Z}_0$

(D) $\bar{\lambda} = \sqrt{2} \bar{\lambda}_0$, $\bar{Z} = 0.5 \bar{Z}_0$

二、填空题

1. 温度为 T 的热平衡态下，物质分子的每个自由度都具有的平均动能为_____；温度为

T 的热平衡态下, 每个分子的平均总能量_____; 温度为 T 的热平衡态下, ν mol($\nu = m_0 / M$ 为摩尔数)分子的平均总能量_____; 温度为 T 的热平衡态下, 每个分子的平均平动动能_____。

2. 一定量的理想气体, 在温度不变的情况下, 当压强降低时, 分子的平均碰撞次数 Z 的变化情况是 z _____ (填“减小”、“增大”或“不变”), 平均自由程 λ 的变化情况是 λ _____ (填“减小”、“增大”或“不变”)。

3. 1 mol 刚性分子的理想气体氦 (He), 当其温度升高 1 K 时, 其内能的增加值为_____。

4. 某状态下理想气体刚性双原子分子的平均平动动能为 6.0×10^{-21} J, 则其平均转动动能为_____。

5. 如果氢气和氦气的温度相同, 则它们的分子平均动能_____。(填: 相等或不等)

三、计算题

1. 将 1 mol 温度为 T 的水蒸气分解为同温度的氢气和氧气, 试求氢气和氧气的热力学能 (内能) 之和比水蒸气的热力学能增加了多少? (所有气体分子均视为刚性分子)。

2. 容器内某理想气体的温度 $T = 273$ K, 压强 $p = 101.3$ Pa, 密度为 $\rho = 1.25 \times 10^{-3}$ kg/m³, 求: (1) 气体的摩尔质量; (2) 气体分子运动的方均根速率; (3) 气体分子的平均平动动能和转动动能; (4) 单位体积内气体分子的总平动动能; (5) 0.3 mol 该气体的内能。