

圧力一定にしたまま, 1モル, 単原子分子からなる理想気体の温度を変化させるためには, どれだけの熱を加えればよいかを次の手順で答えよ.

- (a) 系の内部エネルギー変化を ΔU , 系が吸収する熱エネルギーを ΔQ , 系の圧力を p , 系の体積変化を ΔV とするとき, 熱力学第一法則の式を書け.
- (b) 圧力 p , 体積 V , 絶対温度 T , 1モルの理想気体の状態方程式と内部エネルギー U を記せ. ただし, 気体定数を R とする.
- (c) 問い (a),(b) の結果より, 圧力が一定の下での温度変化が ΔT のとき $p\Delta V$, ΔQ を気体定数 R と ΔT で表せ.
- (d) 問い (c) の結果を問い (a) の結果に代入して, 温度変化 ΔT の場合に加えるべき熱エネルギー ΔQ を表せ.
- (e) 絶対温度を 300K を 400K にするためには, どれだけの熱を加えればよいかを J と cal の単位で答えよ. ただし, 気体定数 $R = 8.3\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, 熱の仕事当量を $4.2\text{J}/\text{cal}$ とする.

(解答例)

- (a) 題意より, $\Delta U = \Delta Q - p\Delta V$ である.
- (b) 状態方程式は $pV = RT$ で, 単原子分子気体であるから, 自由度は 3 で, 内部エネルギーは $U = (3/2)RT$ である.
- (c) 問い (b) の結果の変化量 (微分) を考えると, それぞれ次のようになる.

$$\Delta(pV) = (1\text{mol})\Delta(RT) \rightarrow p\Delta V = R\Delta T, \quad (1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T \quad (2)$$

- (d) 問い (c) の結果を問い (a) の結果に代入して

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \Delta U + p\Delta V \\ &= (1\text{mol})\frac{5}{2}R\Delta T. \end{aligned} \quad (3)$$

- (e)

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \frac{5}{2} \times 8.3 \frac{\text{J}}{\text{K}} \times (400 - 300)\text{K} \\ &= 2075\text{J} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\rightarrow \frac{2075\text{J}}{4.2\text{J}/\text{cal}} \approx 494\text{cal} \quad (5)$$