

基礎物理 レポート問題 第7回目

問1 教科書 p.30 ~ p.32 を開いて、以下の問に答えなさい。熱の仕事当量 J は 4.2 J/cal とする。

熱量 $Q = 5 \text{ cal}$ は仕事に換算すると何 J (ジュール) か。

800 W のオーブントースターで15分加熱すると、ヒーターから $800 \text{ W} \times (15 \times 60 \text{ s}) = 7.2 \times 10^5 \text{ J}$ の発熱がある。この熱量を cal 単位で表しなさい。

空気の(定圧)比熱 c は、 20°C のとき約 $1.01 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ である。床面積 15.5 m^2 (6 畳)、天井までの高さ 2.5 m の完全な断熱材で囲われた部屋がある。この部屋の空気を 20°C から 21°C まで暖房するために必要な熱量を J 単位で求めなさい。

空気は窒素：酸素 = $4 : 1$ の混合気体である。窒素 N_2 と酸素 O_2 の分子量はそれぞれ 28 と 32 であり、空気の平均分子量は 28.8 である。圧力 $p = 1 \text{ atm}$ 、温度 $t = 20^\circ\text{C}$ のときの、空気 $V = 1 \text{ m}^3$ の中にある気体分子のモル数 n は、理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ を用いて計算できる。

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \text{ m}^3}{8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times (273 + 20) \text{ K}} = 41.6 \text{ mol}$$

この条件での空気 1 m^3 あたりの密度は、 $\rho = (28.8 \times 41.6) \text{ g/m}^3 = 1200 \text{ g/m}^3$ となる。部屋の中にある空気の質量 $m(\text{g})$ は、部屋全体の体積(m^3)に密度 ρ (g/m^3)をかければ求まる。

問2 教科書 p.34 ~ p.37 を開いて、以下の問いに答えなさい。

ピストン付きの容器に圧力 $p = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ($= 1 \text{ atm}$)、体積 $V_1 = 1 \text{ m}^3$ の気体が入っている。この気体をピストンでゆっくりと圧縮し、体積 $V_2 = 0.99 \text{ m}^3$ まで減少させた。体積変化は $dV = V_2 - V_1$ で求められる。ピストンが気体にした仕事 dW (J) を式(3.32)を用いて計算しなさい。

ピストン付きの容器に気体が入っている。この気体を加熱し $Q = 100 \text{ J}$ の熱量を与えたとき、気体が膨張してピストンに 50 J の仕事をした。(仕事 W の定義はピストンが気体にする仕事なので、 $W = -50 \text{ J}$ である。) 熱力学の第1法則 [式(3.28)] を用いて、気体の内部エネルギーの増加 ΔU を求めなさい。

以上