

(1)

シリンダー内の圧力を P 、大気圧を P_0 、おもりの質量を m' とすると、
 おもりは $\frac{m'g}{S}$ の圧力でシリンダーを押している。

シリンダー部分で圧力が釣り合っているので、

$$P = P_0 + \frac{m'g}{S} \text{ より、}$$

$$P_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} , m' = 20 \text{ kg} , g = 9.8 \text{ m/s}^2 , S = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

を代入して、

$$\begin{aligned} P &= 1.0 \times 10^5 + \frac{20 \cdot 9.8}{4.0 \times 10^{-3}} \\ &= 1.49 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

(2)

$W = P\Delta V$ より、 (気体の仕事の式)

$$P = 1.49 \times 10^5 \text{ Pa} , \Delta V = S\Delta l = (4.0 \times 10^{-3}) \cdot 0.8 \text{ m}^3$$

を代入して、

$$\begin{aligned} W &= (1.49 \times 10^5) \cdot (4.0 \times 10^{-3}) \cdot 0.8 \\ &= 477 \text{ J} \end{aligned}$$

(3)

$\Delta U = Q + W$ より、 (熱力学第 1 法則)

$$Q = 2100 \text{ J} , W = -477 \text{ J} \text{ (気体に加える仕事を正としている)}$$

を代入して、

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2100 - 477 \\ &= 1623 \text{ J} \end{aligned}$$

(4)

気体は『ピストンを押し上げる仕事 W' 』と『ばねの位置エネルギーを増加させる仕事 U 』をしたので、

$$C_v = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{\Delta U}{m\Delta T} \quad (\Delta V = 0 \rightarrow W = P\Delta V = 0)$$

$$C_p = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{\Delta U - W}{m\Delta T} \text{ より、}$$

$$\Delta U = 1623 \text{ J} , W = -477 \text{ J} , m = 5.0 \times 10^{-2} \text{ kg} , \Delta T = 45 \text{ K}$$

を代入して、

$$C_v = \frac{1623}{(5.0 \times 10^{-2}) \cdot 45} = 721 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$$

$$C_p = \frac{2100}{(5.0 \times 10^{-2}) \cdot 45} = 933 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$$