

演習 1.1 (4/10 出題 - 4/17 略解)

パチンコ玉 (5 g の鉄球) の熱容量は 2.24 J K^{-1} である。

- a) パチンコ玉1個を手で暖める ($20^\circ\text{C} \rightarrow 35^\circ\text{C}$ とせよ) のに必要なエネルギーはいくらか?
 b) 上の a) と同じエネルギーを地上の位置エネルギーとして持つ、パチンコ玉1個の高度は?
 c) 上の a) と同じエネルギーを運動エネルギーとして持つ、パチンコ玉1個の速度は?

a) $E = q = C \times \Delta T$ (C: 熱容量)

$$= 2.24 \times (35 - 20) = \underline{33.6 \text{ J}}$$

b) $E = m g_n h$ だから $h = \frac{E}{m g_n}$

$$= 33.6 / (5 \times 10^{-3} \times 9.80665) = \underline{685 \text{ m}}$$

c) $E = \frac{1}{2} m v^2$ だから $v = \left(\frac{2E}{m} \right)^{1/2}$

$$= (2 \times 33.6 / 5 \times 10^{-3})^{1/2} = \underline{116 \text{ m s}^{-1}} \quad (= 417 \text{ km hr}^{-1})$$

* 質量の SI 単位は
kg であることに注意

演習 1.2 (4/17 出題 - 4/24 略解)

- a) $R = 8.314472 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ から、単位 $\text{atm K}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ (*) に換算した気体定数を求めよ。
 b) 標準環境状態 (SATP) における 1 mol の完全気体の体積を求めよ。($R = 8.314472 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を使うこと)

(*) $\text{dm}^3 = \text{l (リットル)}$

モル濃度 $M = \text{mol} / \text{l}$ は化学で伝統的に用いられる濃度の単位であるが、SI 単位に準じた表記として、 l (リットル) が SI 単位でないために dm^3 で代用し、 mol dm^{-3} もしくは mol / dm^3 と表記されるようになりつつある。

注) "d" (デシ) は $1/10$ を意味する SI 接頭辞であるが、SI 単位表記法では、接頭辞と単位の結合は指数よりも強い。すなわち、
 $\text{dm}^3 = (\text{dm})^3 = (0.1 \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$ であり、決して、
 $\text{d}(\text{m}^3) = 0.1 (\text{m}^3) = 10^{-1} \text{ m}^3$ (リットル) ではない。
 $[1 \text{ ml (ミリリットル)} \text{ が } 1 \text{ cm}^3 \text{ と表記されるのと同様である}]$

$$\begin{aligned} \text{a) } R' [\text{atm K}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}] &= \frac{R [\text{Pa K}^{-1} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}] \times 10^3 [\text{dm}^3 \text{ m}^{-3}]}{101325 [\text{Pa atm}^{-1}]} \\ &= \frac{8.314472 \times 10^3}{101325} = \underline{0.08205746 [\text{atm K}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}]} \end{aligned}$$

b) $p V_m = RT \rightarrow V_m = \frac{RT}{p}$

$$\begin{aligned} V_m (\text{SATP: } T = 298.15 \text{ K, } p = 1 \times 10^5 \text{ Pa}) \\ = 8.314472 \times 298.15 / 1 \times 10^5 = \underline{0.02478960 \text{ m}^3} \quad (= 24.78960 \text{ dm}^3) \end{aligned}$$