

(12) 化学反応と熱エネルギー

エタノールの燃焼熱を用いて水を加熱することにした. 360 mL の水の温度を 25 °C から 95 °C まで温度上昇させるためには, 何 mL のエタノールを燃焼させる必要があるか. 水の密度は 1.00 g cm⁻³, 水のモル質量は 18.0 g mol⁻¹, 水のモル比熱は 75.3 J mol⁻¹ K⁻¹, エタノールの密度は 0.789 g cm⁻³, エタノールのモル質量は 46.0 g mol⁻¹, エタノールの燃焼熱は $-\Delta H = 1\,368 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする.

考え方:加熱される水は何 mol か? → その温度上昇には何 kJ 必要か? → その熱エネルギーを得るためにはエタノールを何 mol 燃焼させればよいか? → そのエタノールは何 g か? → それは何 mL か?

温度変化は次の通り.

$$\Delta T = 95 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C} = 70 \text{ }^\circ\text{C} = 70 \text{ K}$$

水を温度上昇させるために必要な熱エネルギー E を計算する.

モル比熱が与えられているので, 加熱される水の量を体積→質量→物質量と変換する必要がある. それをやる. なお, 360 mL = 360 cm³ である.

$$\text{質量} = (\text{密度})(\text{体積}) = (1.00 \text{ g cm}^{-3})(360 \text{ cm}^3) = 360 \text{ g}$$

モル質量を用いて質量から物質量を求める.

$$\text{物質量} = (\text{質量})/(\text{モル質量}) = (360 \text{ g})/(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 20.0 \text{ mol}$$

物質量が出たのでエネルギーを求める.

$$\begin{aligned} E &= (\text{モル比熱})(\text{物質量})(\text{温度変化}) \\ &= (75.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(20.0 \text{ mol})(70 \text{ K}) \\ &= 105.4 \times 10^3 \text{ J} \\ &= 105.4 \text{ kJ} \end{aligned}$$

これが必要な熱エネルギーである. このエネルギーを得るために必要なエタノールの物質量を求める.

$$(105.4 \text{ kJ})/(1\,368 \text{ kJ mol}^{-1}) = 0.07705 \text{ mol}$$

エタノールに関して物質量→質量→体積と変換する.

$$\begin{aligned} \text{質量} &= (\text{物質量})(\text{モル質量}) \\ &= (0.07705 \text{ mol})(46.0 \text{ g mol}^{-1}) = 3.54 \text{ g} \\ \text{体積} &= (\text{質量})/(\text{密度}) \\ &= (3.54 \text{ g})/(0.789 \text{ g cm}^{-3}) = 4.5 \text{ cm}^3 \\ &= \underline{4.5 \text{ mL}} \end{aligned}$$

↑有効数字 2 桁(温度変化の有効数字が 2 桁なので)