

## 問題 1 6

$$1\ 6 - 1. \quad \Delta S^0 = (2)(192.5) - (191.6 + 3 \times 130.7) = -198.7 \text{ [J/K mol]}$$

この反応は発熱反応となって環境のエントロピー増大のために必要な熱を生成し、それによって系のエントロピーの減少を補わねばならない。

1 6 - 2. 水素を他の電気陰性度の高い元素と組み合わせると、より発熱となると考えられる。

$$\text{H}_2\text{O (g)} : -241.82 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{HF (g)} : -271.1 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{NH}_3 \text{ (g)} : -46.11 \text{ kJ/mol}$$

$$1\ 6 - 3. \quad \Delta S_{\text{tot}} (\text{全エントロピー}) = \Delta S_{\text{sys}} (\text{系}) + \Delta S_{\text{sur}} (\text{環境}) = \Delta S_{\text{sys}} (\text{系}) - \Delta H_{\text{sys}} (\text{系}) / T = 198.7 \text{ [J/K]} + (46.11)(2) \times 10^3 \text{ [J]} / 298 \text{ [K]} = +110 \text{ [J/K]}$$

1 6 - 4.

$$k_1 = A \exp(-E_a/RT) = 10^{13} \exp[-940 \times 10^3 / (8.3145 \times 1073)] = 1.74 \times 10^{-33} \text{ sec}^{-1}$$

$$k_2 = A \exp(-E_a/RT) = 10^{13} \exp[-470 \times 10^3 / (8.3145 \times 1073)] = 1.32 \times 10^{-10} \text{ sec}^{-1}$$

触媒を用いた場合、速度比は  $k_2/k_1 = 7.6 \times 10^{22}$  にもなる。

$$1\ 6 - 5. \quad \text{触媒 1 つ (立方体 1 つ) の質量} = 7.86 \text{ [g/cm}^3\text{]} \times (10^{-4} \text{ [cm]})^3 = 7.86 \times 10^{-15} \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg 中の立方体触媒の数} = 1 \text{ [kg]} / (7.86 \times 10^{-15} \text{ [kg]}) = 1.27 \times 10^{14}$$

$$\text{Fe 触媒の表面積} = 6 \times 10^{-12} \text{ [m}^2\text{]} \times 1.27 \times 10^{14} = 763 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{窒素分子の表面積} = 0.16 \times 10^{-18} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{窒素分子モル数} = \text{Fe 触媒の表面積} / \text{窒素の表面積} = 4.77 \times 10^{21} = 7.92 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

$$1\ 6 - 6. \quad 1 \text{ [kg]} / (0.5 \text{ [kg/mol]}) = 2 \text{ [mol]} = 1.20 \times 10^{24}$$

$$1\ 6 - 7. \quad 16/2 \times 30.5 \text{ [kJ/mol]} = 244 \text{ [kJ]}$$

したがって、 $E(\text{ニトロゲナーゼ}) < E(\text{化学産業})$