

2021 年度・化学反応速度論・期末試験

問1. 1 次反応 $A \rightarrow P$ の速度式は $\frac{d[A]}{dt} = -k_r[A]$ となる。これについて以下の問いに答えなさい。ただし、 k_r は反応速度定数である。時間 $t = 0$ のとき A の濃度を $[A]_0$ とする。

(1) 積分型の速度式が $\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -k_r t$ となることを示しなさい。

(2) 1 次反応の半減期が $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_r}$ となることを示しなさい。

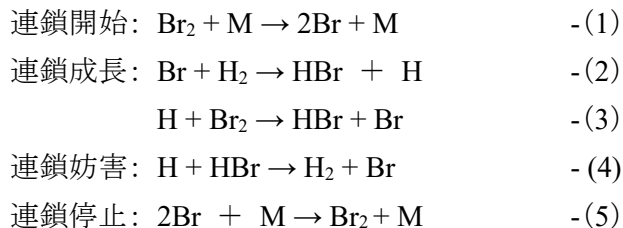
問2. 活性化エネルギーが 166 kJ/mol の反応に対して、温度を 27°C から 77°C に上昇させた。このとき、反応速度定数は何倍に増加するか、答えなさい。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ である。

ヒント アレニウス式 $\ln k_r = \ln A - \frac{E_a}{RT}$

問3. 以下の語句について 50 字程度で簡単に説明しなさい。

1. 活性化エネルギー
2. 頻度因子
3. 律速段階
4. リンデマン-ヒンシエルウッド機構

問4. 気相中における水素と臭素との反応 $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ において、この反応機構は次のようである。



ただし、M は気体中の任意の分子である。

ここで、素反応(1)～(5)の反応速度をそれぞれ k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 とする。

以下の間に答えなさい。

(1) Br について定常状態近似を用いて、

$$[\text{Br}] = \left(\frac{k_1}{k_5} [\text{Br}_2] \right)^{\frac{1}{2}}$$

を示しなさい。

(2) H について定常状態近似を用いて、

$$[\text{H}] = \frac{k_2 \left(\frac{k_1}{k_5} \right)^{\frac{1}{2}} [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{\frac{1}{2}}}{k_3 [\text{Br}_2] + k_4 [\text{HBr}]}$$

を示しなさい。

(3) 全体の反応速度

$$\frac{d[\text{HBr}]}{dt} = \frac{2k_2 \left(\frac{k_1}{k_5} \right)^{\frac{1}{2}} [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{\frac{1}{2}}}{1 + \left(\frac{k_4}{k_3} \right) \frac{[\text{HBr}]}{[\text{Br}_2]}}$$

を示しなさい。