

## 【キーワード】

酸触媒、特殊酸触媒、一般酸触媒、ルイス酸触媒、均一系触媒、不均一系触媒、自己触媒反応、振動反応、酵素反応、Michaelis-Menten式

## 【演習問題】

- Michaelis-Mentenの速度式は、酵素反応以外でも適用できる場合がある。どのような触媒反応に対して適用できるか。
- 水溶液中でのヒドロキシルアミン  $\text{NH}_2\text{OH}$  の酸化反応は塩基触媒により加速される。この反応は、次の機構で進行することが知られている。(a)  $\text{NH}_2\text{OH} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{O}^- + \text{H}_2\text{O}$  (速い前駆平衡)、(b)  $\text{NH}_2\text{O}^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{生成物} + \text{OH}^-$  (遅い二次反応)。また、全ヒドロキシルアミン濃度を  $Z$  とすると ( $Z = [\text{NH}_2\text{OH}] + [\text{NH}_2\text{O}^-]$ )、 $Z$  は一次反応速度式  $dZ/dt = -k_{\text{app}}Z$  を満たすことがわかった。 $[\text{OH}^-]$  を変化させて  $k_{\text{app}}$  を測定したところ、以下の値が得られた。

$[\text{OH}^-]$ (mol/L)	0.50	1.0	1.6	2.4
$k_{\text{app}}$ (s <sup>-1</sup> )	$2.15 \times 10^{-4}$	$2.83 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-4}$	$3.54 \times 10^{-4}$

- (1) (a)の右向き・左向きの速度定数をそれぞれ  $k_p$ ,  $k_{-p}$ , (b)の速度定数を  $k_2$  とする。 $[\text{NH}_2\text{OH}]$ ,  $[\text{NH}_2\text{O}^-]$  についてそれぞれ速度式を立て、 $dZ/dt$ ,  $[\text{NH}_2\text{O}^-]$ ,  $[\text{O}_2]$  の関係式を導きなさい。
- (2) (a)の平衡定数を  $K$  として、 $[\text{NH}_2\text{O}^-]$  を  $Z$ ,  $[\text{H}_2\text{O}]$ ,  $[\text{OH}^-]$ ,  $K$  の式で表しなさい。
- (3) (1)(2)より、 $k_{\text{app}}$  と  $k_2$  の関係式を導きなさい。
- (4) 表のデータを用いて、 $K$  の値を求めなさい。ただし、 $[\text{O}_2] = \text{一定}$  (擬一次条件) とする。

- 感染症の流行についての SIR モデルでは、免疫を持たない人  $S$ , 感染している人  $I$ , 回復して免疫を持った人（または死亡した人） $R$  について、以下の関係式を仮定する。

$$\frac{dS}{dt} = -rSI \quad \frac{dI}{dt} = rSI - aI \quad \frac{dR}{dt} = aI$$

- (1) この機構が自己触媒的であることを説明しなさい。
- (2)  $S + I + R = N$  (一定) であることを示しなさい。

- (3)  $\frac{a}{r} < S$  のとき感染は拡大し、 $I = N - R - \frac{a}{r}$  のとき極大に達することを示しなさい。

- ある反応が C によって触媒され、その反応速度は C に対して一次であるとする。また、C は溶液中で触媒活性を持たない二量体 D との間の平衡になつており（右図）、その平衡定数は  $K = 2.0 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1}$  である。C の初期濃度( $[C]_0$ )が  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の時の反応速度を  $v$  とするとき、 $[C]_0 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  の時の反応速度をそれぞれ  $v$  で表しなさい。

