

## 第四章 化学反应速度

4-6 660K 时的反应  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  NO 和  $\text{O}_2$  的初始浓度  $c(\text{NO})$  和  $c(\text{O}_2)$  及反应折初始速率  $v$  的实验数据为:

$c(\text{NO}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$c(\text{O}_2) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$v / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
0.10	0.10	0.030
0.10	0.20	0.060
0.10	0.20	0.240

- (1) 写出反应的速率方程;
- (2) 求反应的级数和速率常数;
- (3) 求  $c(\text{NO}) = c(\text{O}_2) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时的反应速率。

解: (1) 因为  $v = kc^x(\text{NO})c^y(\text{O}_2)$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{0.060}{0.030} = \frac{k(0.10)^x(0.20)^y}{k(0.10)^x(0.10)^y} = 2^y = 2 \quad y = 1$$

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{0.240}{0.060} = \frac{k(0.20)^x(0.20)^y}{k(0.10)^x(0.20)^y} = 2^x = 4 \quad , x = 2, \quad v = kc^2(\text{NO})c(\text{O}_2)$$

(2) 将第一组数据代入速率方程,  $0.030 = k(0.10)^2(0.10)$   
 三级反应,  $k = 30 (\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$

(3)  $v = 30 \times (0.15)^2 \times 0.15 = 0.101 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$ .

4-7 某反应 25°C 时速率常数为  $1.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ , 35°C 时速率常数为  $3.6 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 。根据 van'Hoff 规则, 估算该反应 55°C 时的速率常数。

解: 根据 van'Hoff 规则,  $\frac{k_{35}}{k_{25}} = \frac{3.6 \times 10^{-3}}{1.3 \times 10^{-3}} = 2.77$ ,  $k_{55} = 3.6 \times 10^{-3} \times (2.77)^2 = 2.76 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。

4-8 求反应  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HBr}$  700K 时的速率常数。已知该反应活化能为  $225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 650K 时  $k = 2.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 。

解:  $\ln \frac{k_{700}}{2.0 \times 10^{-3}} = \frac{225 \times 10^3}{8.314} \left( \frac{700 - 650}{650 \times 700} \right) = 2.974$ ,  $\frac{k_{700}}{2.0 \times 10^{-3}} = 19.57$ ,  $k_{700} = 3.9 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。

4-9 反应  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  在 300K 时  $k_1 = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 400K 时  $k_2 = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 求该反应的活化能  $E_a$ 。

解:  $\ln \frac{4.5 \times 10^{-3}}{1.3 \times 10^{-3}} = \frac{E_a}{8.314} \left( \frac{400 - 300}{400 \times 300} \right)$   $E_a = \ln \frac{4.5 \times 10^{-3}}{1.3 \times 10^{-3}} \cdot \left( \frac{8.314 \times 400 \times 300}{100} \right)$   
 $E_a = 12371 (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}) = 12.37 (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$

4-10 某反应的活化能为  $180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 800K 时反应速率常数为  $k_1$ , 求  $k_2 = 2k_1$  时的反应温度。

解:  $\ln \frac{k_2}{k_1} = \ln 2 = \frac{180 \times 10^3}{8.314} \left( \frac{T_2 - 800}{800T_2} \right)$

$$4610T_2 - 180000T_2 = -144000000 \quad T_2 = 821 \text{ K}$$