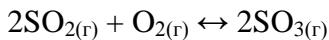


Задача 489



T = 700К

Стандартная энталпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2\Delta_f H_{298}^0(\text{SO}_3) - (2\Delta_f H_{298}^0(\text{SO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)) = \\ &= 2 \cdot (-396 \text{ кДж/моль}) - (2 \cdot (-297 \text{ кДж/моль}) + 0 \text{ кДж/моль}) = -198 \text{ кДж} = -198000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

$\Delta_r H_{298}^0 < 0$. Реакция экзотермическая

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum (\nu \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2S_{298}^0(\text{SO}_3) - (2S_{298}^0(\text{SO}_2) + S_{298}^0(\text{O}_2)) = \\ &= 2 \cdot 257 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (2 \cdot 248 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 205 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = -187 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

Стандартное изменение энергии Гиббса при T = 700К:

$$\Delta_r G_{700}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T \cdot \Delta_r S_{298}^0 = -198000 \text{ Дж} - 700 \text{ К} \cdot (-187 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}) = -67100 \text{ Дж}$$

$\Delta_r G_{700}^0 < 0$. Реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении

Рассчитаем при этой температуре константу равновесия K⁰.

$$K^0 = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{67100}{8,314 \cdot 700}\right) = 1,02 \cdot 10^5$$

Реакция протекает в прямом направлении, так как K⁰ > 1

Выражение константы равновесия:

$$K_P = \frac{\bar{p}^2(\text{SO}_3)}{\bar{p}^2(\text{SO}_2) \cdot \bar{p}(\text{O}_2)} \quad (\text{выражается через парциальные давления веществ})$$

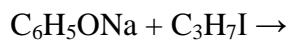
Уравнение изобары Вант-Гоффа:

$$\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{RT^2}$$

Если $\Delta_r H^0 < 0$, то температурный коэффициент $\frac{d \ln K^0}{dT} < 0$, то есть с повышением температуры K⁰

уменьшается, а равновесие смещается влево (в нашем случае $\Delta_r H^0 < 0$).

Задача 616



$$n = 2$$

$$C_0 = 2 \text{ моль/л}$$

$$E_a = 93600 \text{ Дж/моль}$$

$$k_0 = 3,5 \cdot 10^{11}$$

$$T_1 = 300\text{K}$$

$$T_2 = 500\text{K}$$

$$\alpha = 50\% = 0,5$$

$$k_1 - ?$$

$$k_2 - ?$$

$$r_1 - ?$$

$$r_2 - ?$$

Константы скорости реакции рассчитаем, исходя из уравнения Аррениуса:

$$k_1 = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT_1}\right) = 3,5 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-93600 \text{ Дж/моль}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300\text{K}}\right) = 1,76 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$$

$$k_2 = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT_2}\right) = 3,5 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-93600 \text{ Дж/моль}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 500\text{K}}\right) = 58,26 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$$

Степень превращения:

$$\alpha = \frac{C_0 - C}{C_0}$$

Отсюда, концентрация исходного вещества в некоторый момент времени:

$$C = C_0 (1 - \alpha) = 2 \text{ моль/л} \cdot (1 - 0,5) = 1 \text{ моль/л}$$

Скорость реакции в некоторый момент времени при разных температурах:

$$r_1 = k_1 \cdot C^2 = 1,76 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}} \cdot (1 \text{ моль/л})^2 = 1,76 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

$$r_2 = k_2 \cdot C^2 = 58,26 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}} \cdot (1 \text{ моль/л})^2 = 58,26 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$