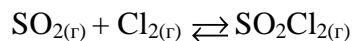


Задача 491



$$T = 400\text{K}$$

Стандартная энтальпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= \Delta_f H_{298}^0 (\text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{г})}) - (\Delta_f H_{298}^0 (\text{SO}_{2(\text{г})}) + \Delta_f H_{298}^0 (\text{Cl}_{2(\text{г})})) = \\ &= -364 \text{ кДж/моль} - (-297 \text{ кДж/моль} + 0 \text{ кДж/моль}) = -67 \text{ кДж} = -67000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

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

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= S_{298}^0 (\text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{г})}) - (S_{298}^0 (\text{SO}_{2(\text{г})}) + S_{298}^0 (\text{Cl}_{2(\text{г})})) = \\ &= 312 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} - (248 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} + 223 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}) = -159 \text{ Дж/К}\end{aligned}$$

$$\Delta_r S_{298}^0 < 0. \text{ Энтропия уменьшается. Система становится более упорядоченной.}$$

Стандартная энергия Гиббса $\Delta_r G^0$ при $T = 400\text{K}$:

$$\Delta_r G_{400}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T \cdot \Delta_r S_{298}^0 = -67000 \text{ Дж} - 400\text{K} \cdot (-159 \text{ Дж/К}) = -3400 \text{ Дж}$$

$$\Delta_r G_{400}^0 < 0, \text{ реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении.}$$

Рассчитаем при этой температуре константу равновесия K_p .

$$K^0 = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{3400}{8,314 \cdot 400}\right) = 2,78$$

Реакция протекает в прямом направлении, так как $K^0 > 1$

Выражение константы равновесия:

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2\text{Cl}_2}}{P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{Cl}_2}} \text{ (выражается через парциальные давления веществ)}$$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{Cl}_2]} \text{ (выражается через равновесные концентрации веществ)}$$

$$\text{Уравнение изобары Вант-Гоффа: } \frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{RT^2}$$

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

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