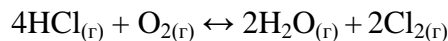


Задача 482



$$T = 750\text{K}$$

Стандартная энтальпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= 2\Delta_f H_{298}^0 (\text{Cl}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - (4\Delta_f H_{298}^0 (\text{HCl}) + \Delta_f H_{298}^0 (\text{O}_2)) = \\ &= 2 \cdot 0 \text{ кДж/моль} + 2 \cdot (-242 \text{ кДж/моль}) - (4 \cdot (-92 \text{ кДж/моль}) + 0 \text{ кДж/моль}) = \\ &= -116 \text{ кДж} = -116000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

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

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= 2S_{298}^0 (\text{Cl}_2) + 2S_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - (4S_{298}^0 (\text{HCl}) + S_{298}^0 (\text{O}_2)) = \\ &= 2 \cdot 223 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} + 2 \cdot 189 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} - (4 \cdot 187 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} + 205 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}) = -129 \text{ Дж/К}\end{aligned}$$

Стандартное изменение энергии Гиббса при $T = 750\text{K}$:

$$\Delta_r G_{750}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T \cdot \Delta_r S_{298}^0 = -116000 \text{ Дж} - 750\text{K} \cdot (-129 \text{ Дж/К}) = -19250 \text{ Дж}$$

$$\Delta_r G_{750}^0 < 0. \text{ Реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении}$$

Рассчитаем при этой температуре константу равновесия K^0 .

$$K^0 = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{19250}{8,314 \cdot 750}\right) = 21,9$$

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

Выражения констант равновесия:

$$K_p = \frac{p^2(\text{Cl}_2) \cdot p^2(\text{H}_2\text{O})}{p^4(\text{HCl}) \cdot p(\text{O}_2)} \quad (\text{выражается через парциальные давления веществ})$$

$$K_c = \frac{[\text{Cl}_2]^2 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2]} \quad (\text{выражается через равновесные концентрации веществ})$$

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