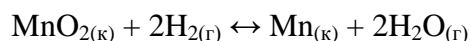


Задача 501



$$T = 1000\text{K}$$

Стандартная энтальпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= \Delta_f H_{298}^0 (\text{Mn}) + 2\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - (\Delta_f H_{298}^0 (\text{MnO}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2)) = \\ &= 0 \text{ кДж/моль} + 2 \cdot (-242 \text{ кДж/моль}) - (-520 \text{ кДж/моль} + 2 \cdot 0 \text{ кДж/моль}) = 36 \text{ кДж} = 36000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

Реакция экзотермическая, так как $\Delta_r H_{298}^0 > 0$

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot S_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= S_{298}^0 (\text{Mn}) + 2S_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - (S_{298}^0 (\text{MnO}_2) + 2S_{298}^0 (\text{H}_2)) = \\ &= 32 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 2 \cdot 189 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (53 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 2 \cdot 131 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = 95 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

Стандартное изменение энергии Гиббса при $T = 1000\text{K}$:

$$\Delta_r G_{1000}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T \cdot \Delta_r S_{298}^0 = 36000 \text{ Дж} - 1000 \text{ К} \cdot 95 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = -59000 \text{ Дж}$$

$\Delta_r G_{1000}^0 < 0$ Реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении

Рассчитаем при этой температуре константу равновесия.

$$K^0 = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{59000}{8,314 \cdot 1000}\right) = 1208$$

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

Выражения констант равновесия:

$$K_p = \frac{\bar{p}_{\text{H}_2\text{O}}^2}{\bar{p}_{\text{H}_2}^2}$$
$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2}$$

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 увеличивается, а равновесие смещается вправо (в нашем случае $\Delta_r H^0 > 0$).