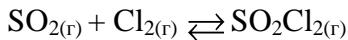


### Задача 491



T = 400K

Стандартная энталпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= \Delta_f H_{298}^0(SO_2Cl_{2(r)}) - (\Delta_f H_{298}^0(SO_{2(r)}) + \Delta_f H_{298}^0(Cl_{2(r)})) = \\ &= -364 \text{ кДж/моль} - (-297 \text{ кДж/моль} + 0 \text{ кДж/моль}) = -67 \text{ кДж} = -67000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

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

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= S_{298}^0(SO_2Cl_{2(r)}) - (S_{298}^0(SO_{2(r)}) + S_{298}^0(Cl_{2(r)})) = \\ &= 312 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (248 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 223 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = -159 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

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

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

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

$\Delta_r G_{400}^0 < 0$ , 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:

$$K_p = \frac{p_{SO_2Cl_2}}{p_{SO_2} \cdot p_{Cl_2}} \text{ (выражается через парциальные давления веществ)}$$

$$K_c = \frac{[SO_2Cl_2]}{[SO_2] \cdot [Cl_2]} \text{ (выражается через равновесные концентрации веществ)}$$

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  $K^0$

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