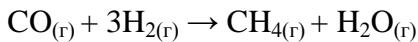


## Задача 492



T = 1000К

Стандартная энталпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= \Delta_f H_{298}^0(\text{CH}_4) + \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - (\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}) + 3\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2)) = \\ &= -75 \text{ кДж/моль} + (-242 \text{ кДж/моль}) - (-110 \text{ кДж/моль} + 3 \cdot 0 \text{ кДж/моль}) = -207 \text{ кДж} = -207000 \text{ Дж} \\ \Delta_r H_{298}^0 &< 0. \text{ Реакция экзотермическая.}\end{aligned}$$

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= S_{298}^0(\text{CH}_4) + S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - (S_{298}^0(\text{CO}) + 3S_{298}^0(\text{H}_2)) = \\ &= 186 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 189 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (197 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 3 \cdot 131 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = -215 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

Стандартное значение  $\Delta_r G^0$  при T = 1000К:

$$\Delta_r G_{1000}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T \cdot \Delta_r S_{298}^0 = -207000 \text{ Дж} - 1000\text{K} \cdot (-215 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}) = 8000 \text{ Дж}$$

$\Delta_r G_{1000}^0 > 0$ ; реакция не может протекать самопроизвольно в прямом направлении.

Рассчитаем при этой температуре константу равновесия

$$K^0 = e^{\frac{-\Delta_r G^0}{RT}} = e^{\frac{-8000}{8,314 \cdot 1000}} = 0,38$$

Так как  $K^0 < 1$ , то реакция протекает в обратном направлении

Выражения констант равновесия:

$$K_P = \frac{p_{\text{CH}_4} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{H}_2}^3}$$

$$K_C = \frac{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

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 уменьшается, а равновесие смешается влево.

