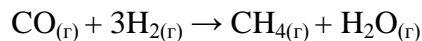


Задача 492



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

Стандартная энтальпия реакции:

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

Стандартная энтропия реакции:

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

Стандартное значение $\Delta_r G^0$ при $T = 1000\text{K}$:

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

$\Delta_r G_{1000}^0 > 0$; 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 смещается влево.

