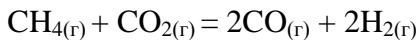


### Задача 525



$$C_0(\text{CH}_4) = C_0(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль/л}$$

Стандартная энталпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_{(\text{г})}) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_{2(\text{г})}) - (\Delta_f H_{298}^0(\text{CH}_{4(\text{г})}) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_{2(\text{г})})) = \\ &= 2 \cdot (-110 \text{ кДж/моль}) + 2 \cdot 0 \text{ кДж/моль} - (-75 \text{ кДж/моль} + (-393 \text{ кДж/моль})) = 248 \text{ кДж} = 248000 \text{ Дж}\end{aligned}$$

$\Delta_r H_{298}^0 > 0$ ; реакция эндотермическая

Энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2S_{298}^0(\text{CO}_{(\text{г})}) + 2S_{298}^0(\text{H}_{2(\text{г})}) - (S_{298}^0(\text{CH}_{4(\text{г})}) + S_{298}^0(\text{CO}_{2(\text{г})})) = \\ &= 2 \cdot 197 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 2 \cdot 131 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (186 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 214 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = 256 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

Температура равновесия реакции:

$$T_p = \frac{\Delta_r H_{298}^0}{\Delta_r S_{298}^0} = \frac{248000 \text{ Дж}}{256 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 969 \text{ К}$$

При этой температуре константа равновесия  $K_p = 1$

Изменение количества газообразных веществ в ходе реакции:

$$\Delta v = \sum v(\text{продуктов реакции}) - \sum v(\text{исходных веществ}) = 2 + 2 - (1 + 1) = 2$$

Константа равновесия  $K_c$ :

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta v}} = \frac{K_p}{(RT)^2} = \frac{1}{(0,082 \cdot 969)^2} = 1,58 \cdot 10^{-4}$$

Выражение константы равновесия:

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{H}_2]^2}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{CO}_2]}$$

Составим таблицу материального баланса:

Компонент	$\text{CH}_4(\text{г})$	$\text{CO}_2(\text{г})$	$2\text{CO}(\text{г})$	$2\text{H}_2(\text{г})$
Начальный состав, моль/л	1	1	0	0
Изменение концентрации, моль/л	$x$	$x$	$2x$	$2x$
Равновесный состав, моль/л	$1 - x$	$1 - x$	$2x$	$2x$

В выражение константы равновесия подставляем значения и решаем уравнение:

$$1,58 \cdot 10^{-4} = \frac{(2x)^2 \cdot (2x)^2}{(1 - x) \cdot (1 - x)}$$

$$1,58 \cdot 10^{-4} = \frac{16x^4}{(1 - x)^2}$$

Решив данное уравнение, мы получаем:  $x = 0,0545$

Равновесный состав:

$$[CH_4] = [CO_2] = 1 - x = 1 - 0,0545 = 0,9455 \text{ моль/л}$$

$$[CO] = [H_2] = 2x = 2 \cdot 0,0545 = 0,109 \text{ моль/л}$$