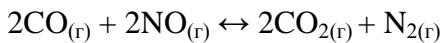


Задача 531



$$C_0(\text{CO}) = C_0(\text{NO}) = 0,5 \text{ моль/л}$$

Стандартная энталпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{N}_2) - (2\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{NO})) = \\ &= 2 \cdot (-393 \text{ кДж/моль}) + 0 \text{ кДж/моль} - (2 \cdot (-110 \text{ кДж/моль}) + 2 \cdot 91 \text{ кДж/моль}) = -748 \text{ кДж} = -748000 \text{ Дж} \\ \Delta_r H_{298}^0 &< 0; \text{ реакция экзотермическая}\end{aligned}$$

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r S_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum (\nu \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= 2S_{298}^0(\text{CO}_2) + S_{298}^0(\text{N}_2) - (2S_{298}^0(\text{CO}) + 2S_{298}^0(\text{NO})) = \\ &= 2 \cdot 214 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 192 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (2 \cdot 197 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 2 \cdot 211 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = -196 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}\end{aligned}$$

Температура равновесия реакции:

$$T_p = \frac{\Delta_r H_{298}^0}{\Delta_r S_{298}^0} = \frac{-748000 \text{ Дж}}{-196 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 3816 \text{ К}$$

При этой температуре константа равновесия $K_p = 1$

Изменение количества газообразных веществ в ходе реакции:

$$\begin{aligned}\Delta \nu &= \sum \nu \text{ (продуктов реакции)} - \sum \nu \text{ (исходных веществ)} = \\ &= \nu(\text{CO}_2) + \nu(\text{N}_2) - (\nu(\text{CO}) + \nu(\text{NO})) = 2 + 1 - (2 + 2) = -1\end{aligned}$$

Константа равновесия K_c :

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{-1}} = K_p RT = 1 \cdot 0,082 \cdot 3816 = 313$$

Выражение константы равновесия:

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{N}_2]}{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{NO}]^2}$$

Составим таблицу материального баланса:

Компонент	2CO	2NO	2CO ₂	N ₂
Начальный состав, моль/л	0,5	0,5	0	0
Изменение концентрации, моль/л	$2x$	$2x$	$2x$	x
Равновесный состав, моль/л	$0,5 - 2x$	$0,5 - 2x$	$2x$	x

В выражение константы равновесия подставляем значения и решаем уравнение:

$$313 = \frac{(2x)^2 \cdot x}{(0,5 - 2x)^2 \cdot (0,5 - 2x)^2}$$

$$313 = \frac{4x^3}{(0,5 - 2x)^4}$$

Решив данное уравнение, мы получаем: $x = 0,2$

Равновесный состав:

$$[CO] = 0,5 - x = 0,5 - 2 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$[NO] = 0,5 - x = 0,5 - 2 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$[CO_2] = 2x = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль/л}$$

$$[N_2] = x = 0,2 \text{ моль/л}$$