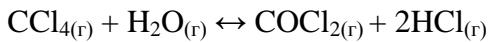


## Задача 526



$$C_0(CCl_4) = C_0(H_2O) = 1 \text{ моль/л}$$

Стандартная энталпия реакции

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^0 &= \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot \Delta_f H_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= \Delta_f H_{298}^0(COCl_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(HCl) - (\Delta_f H_{298}^0(CCl_4) + \Delta_f H_{298}^0(H_2O)) = \\ &= -220 \text{ кДж/моль} + 2 \cdot (-92 \text{ кДж/моль}) - (-103 \text{ кДж/моль} + (-242 \text{ кДж/моль})) = -59 \text{ кДж} = -59000 \text{ Дж} \end{aligned}$$

Стандартная энтропия реакции:

$$\begin{aligned} \Delta_r S_{298}^0 &= \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (продуктов реакции)}) - \sum(v \cdot S_{298}^0 \text{ (исходных веществ)}) = \\ &= S_{298}^0(COCl_2) + 2S_{298}^0(HCl) - (S_{298}^0(CCl_4) + S_{298}^0(H_2O)) = \\ &= 28 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 2 \cdot 187 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (310 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 189 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = -97 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \end{aligned}$$

Температура равновесия реакции:

$$T_p = \frac{\Delta_r H_{298}^0}{\Delta_r S_{298}^0} = \frac{-59000 \text{ Дж}}{-97 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 608 \text{ К}$$

При этой температуре константа равновесия  $K_p = 1$

Изменение количества газообразных веществ в ходе реакции:

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

Константа равновесия  $K_c$ :

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta v}} = \frac{K_p}{RT} = \frac{1}{0,082 \cdot 608} = 0,02$$

Выражение константы равновесия:

$$K_c = \frac{[COCl_2] \cdot [HCl]^2}{[CCl_4] \cdot [H_2O]}$$

Составим таблицу материального баланса:

Компонент	CCl <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	COCl <sub>2</sub>	2HCl
Начальный состав, моль/л	1	1	0	0
Изменение концентрации, моль/л	$x$	$x$	$x$	$2x$
Равновесный состав, моль/л	$1 - x$	$1 - x$	$x$	$2x$

Подставляя значения, составляем уравнение:

$$0,02 = \frac{x \cdot (2x)^2}{(1-x) \cdot (1-x)}$$

Решив данное уравнение, мы получаем:  $x = 0,153$

Равновесный состав:

$$[CCl_4] = [H_2O] = 1 - x = 1 - 0,153 = 0,847 \text{ моль/л}$$

$$[COCl_2] = x = 0,153 \text{ моль/л}$$

$$[HCl] = 2x = 2 \cdot 0,153 \text{ моль/л} = 0,306 \text{ моль/л}$$