

### Задача 405

$V(C_6H_5NO_{2(ж)}) = 2 \text{ моль}$	Уравнение реакции сгорания $C_6H_5NO_{2(ж)}$ :
$Q - ?$	$2C_6H_5NO_{2(ж)} + 12,5O_{2(г)} \rightarrow 12CO_{2(г)} + 5H_2O_{(г)} + N_{2(г)}$
	Стандартная энтальпия реакции:

$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^0 &= \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{продуктов реакции})) - \sum (\nu \cdot \Delta_f H_{298}^0 (\text{исходных веществ})) = \\ &= 12\Delta_f H_{298}^0 (CO_{2(г)}) + 5\Delta_f H_{298}^0 (H_2O_{(г)}) + \Delta_f H_{298}^0 (N_{2(г)}) - (2\Delta_f H_{298}^0 (C_6H_5NO_{2(ж)}) + 12,5\Delta_f H_{298}^0 (O_{2(г)})) = \\ &= 12 \cdot (-393 \text{ кДж/моль}) + 5 \cdot (-242 \text{ кДж/моль}) + 0 \text{ кДж/моль} - (2 \cdot 16 \text{ кДж/моль} + 12,5 \cdot 0 \text{ кДж/моль}) = \\ &= -5958 \text{ кДж}\end{aligned}$$

Количество выделившейся теплоты:

$$Q = \frac{-\nu(C_6H_5NO_{2(ж)}) \cdot \Delta_r H_{298}^0}{2} = \frac{-2 \text{ моль} \cdot (-5958 \text{ кДж})}{2} = 5958 \text{ кДж}$$

(делим на 2, так как коэффициент перед  $C_6H_5NO_{2(ж)}$  равен 2)

### Задача 447

$\omega(Cr) = 26\% = 0,26$	Стандартная энтропия хрома:
растворитель – Ni	$S_{298}^0 (Cr) = 24 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
$S'_{298} (Cr) - ?$	Энтропия 1 моль вещества в смеси рассчитывается по формуле:

$$S'_{298} = S_{298}^0 - R \ln \chi$$

В нашем случае:

$$S'_{298} (Cr) = S_{298}^0 (Cr) - R \ln \chi (Cr)$$

Пусть масса смеси равна 100г:

$$m(Cr) = m(\text{смеси}) \cdot \omega(Cr) = 100 \text{ г} \cdot 0,26 = 26 \text{ г}$$

$$m(Ni) = m(\text{смеси}) - m(Cr) = 100 \text{ г} - 26 \text{ г} = 74 \text{ г}$$

$$n(Cr) = \frac{m(Cr)}{M(Cr)} = \frac{26 \text{ г}}{52 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(Ni) = \frac{m(Ni)}{M(Ni)} = \frac{74 \text{ г}}{59 \text{ г/моль}} = 1,25 \text{ моль}$$

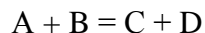
Мольная доля хрома в смеси:

$$\chi(Cr) = \frac{n(Cr)}{n(Cr) + n(Ni)} = \frac{0,5 \text{ моль}}{0,5 \text{ моль} + 1,25 \text{ моль}} = 0,286$$

Энтропия 1 моль хрома в смеси:

$$S'_{298} (Cr) = S_{298}^0 (Cr) - R \ln \chi (Cr) = 24 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \ln 0,286 = 34,4 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

### Задача 518



$$T = 600\text{K}$$

$$\Delta_r G_{600}^0 = -9,2 \text{ кДж/моль} = -9200 \text{ Дж/моль}$$

$$C_0(A) = 1 \text{ моль/л}$$

$$C_0(B) = 2 \text{ моль/л}$$

Рассчитаем константу равновесия:

$$\Delta_r G^0 = -RT \ln K_p$$

$$K_p = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{9200 \text{ Дж/моль}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 600\text{K}}\right) = 6,32$$

Далее необходимо рассчитать значение константы равновесия  $K_C$

$$K_p = K_C (RT)^{\Delta \nu}$$

$$\Delta \nu = \nu(C) + \nu(D) - (\nu(A) + \nu(B)) = 1 + 1 - (1 + 1) = 0$$

$$K_p = K_C (RT)^0$$

$$K_C = K_p = 6,32$$

Выражение константы равновесия:

$$K_C = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

Составим таблицу материального баланса:

Компонент	A	B	C	D
Начальный состав, моль/л	1	2	0	0
Изменение концентрации, моль/л	$x$	$x$	$x$	$x$
Равновесный состав, моль/л	$1 - x$	$2 - x$	$x$	$x$

В выражение константы равновесия подставляем значения и решаем уравнение:

$$6,32 = \frac{x^2}{(1-x) \cdot (2-x)}$$

Решив данное уравнение, мы получаем:  $x = 0,888$

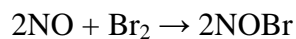
Равновесный состав:

$$[A] = 1 - x = 1 - 0,888 = 0,112 \text{ моль/л}$$

$$[B] = 2 - x = 2 - 0,888 = 1,112 \text{ моль/л}$$

$$[C] = [D] = x = 0,888 \text{ моль/л}$$

### Задача 613



$$n = 3$$

$$C_0 = 1 \text{ моль/л}$$

$$E_a = 5440 \text{ Дж/моль}$$

$$k_0 = 2,7 \cdot 10^{10}$$

$$T_1 = 300\text{K}$$

$$T_2 = 350\text{K}$$

$$\alpha = 70\% = 0,7$$

$$k_1 - ?$$

$$k_2 - ?$$

$$r_1 - ?$$

$$r_2 - ?$$

Константы скорости реакции рассчитаем, исходя из уравнения Аррениуса:

$$k_1 = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT_1}\right) = 2,7 \cdot 10^{10} \cdot \exp\left(\frac{-5440 \text{ Дж/моль}}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300\text{K}}\right) = 3,05 \cdot 10^9 \text{ л}^2/\text{моль}^2 \cdot \text{с}$$

$$k_2 = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT_2}\right) = 2,7 \cdot 10^{10} \cdot \exp\left(\frac{-5440 \text{ Дж/моль}}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 350\text{K}}\right) = 4,16 \cdot 10^9 \text{ л/моль} \cdot \text{с}$$

Степень превращения:

$$\alpha = \frac{C_0 - C}{C_0}$$

Отсюда, концентрация исходного вещества в некоторый момент времени:

$$C = C_0 (1 - \alpha) = 1 \text{ моль/л} \cdot (1 - 0,7) = 0,3 \text{ моль/л}$$

Скорость реакции в некоторый момент времени при разных температурах:

$$r_1 = k_1 \cdot C^3 = 3,05 \cdot 10^9 \text{ л}^2/\text{моль}^2 \cdot \text{с} \cdot (0,3 \text{ моль/л})^3 = 8,235 \cdot 10^7 \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$

$$r_2 = k_2 \cdot C^3 = 4,16 \cdot 10^9 \text{ л/моль} \cdot \text{с} \cdot (0,3 \text{ моль/л})^3 = 1,123 \cdot 10^8 \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$