

Рабочий лист №1

Дата "6" февраля 2025 г.
(заполняется оргкомитетом)

Шифр X-33
(заполняется оргкомитетом)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	15	20	10	20	19											84
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Магистрии УМ

(название олимпиады, заполняется участником)

Химия

(профиль олимпиады, заполняется участником)

~ 1

Вариант 1

1) Рассмотрим соединение $K_x Fe_y C_z N_k$ учитывая массовые доли элементов, можно составить уравнения

$$\omega_i = \frac{Mr_i \cdot i}{Mr(в.ва)} \quad \omega(Fe) = \frac{56 \cdot y}{Mr(в.ва)} = 0,1702 \quad \omega(K) = \frac{39 \cdot x}{Mr(в.ва)} = 0,3561 \quad \omega(C) = \frac{12 \cdot z}{Mr} = 0,2177 \quad \omega(N) = \frac{14 \cdot k}{Mr(в.ва)} = 0,256$$

выразив $Mr(в.ва)$ можно попарно приравнять выражения

$$\frac{56y}{0,1702} = \frac{39x}{0,3561} \quad 329y = 109,5x \quad \frac{x}{y} \approx 3; \quad \frac{12 \cdot z}{0,2177} = \frac{14 \cdot k}{0,256} \Leftrightarrow z = k$$

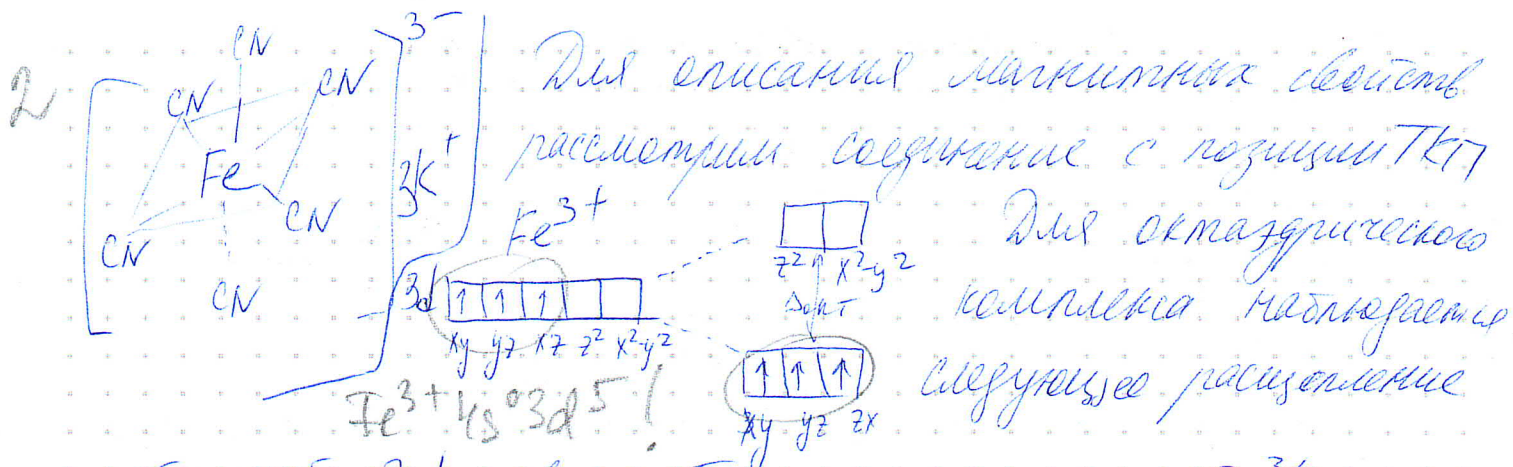
$$\frac{56y}{0,1702} = \frac{12z}{0,2177} \quad 329y = 55z \quad \frac{z}{y} \approx 6, \text{ таким образом } x:y:z:k =$$

= 3 : 1 : 6 : 6 \Rightarrow простейшая формула в.ва $K_3 Fe C_6 N_6$, что

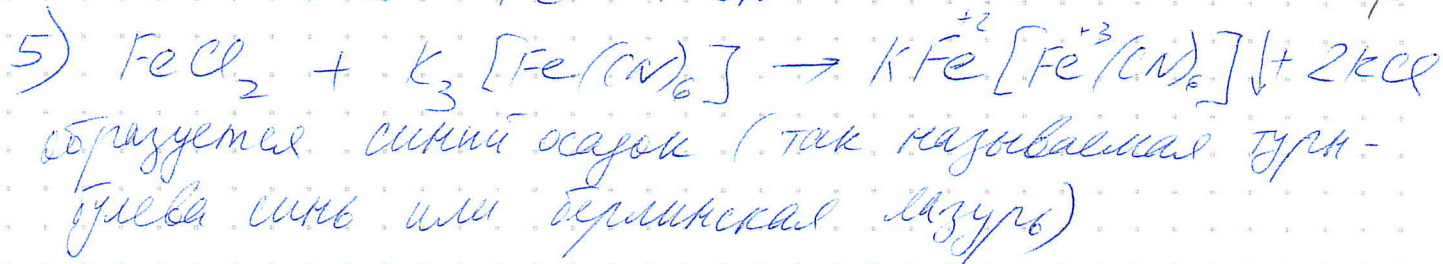
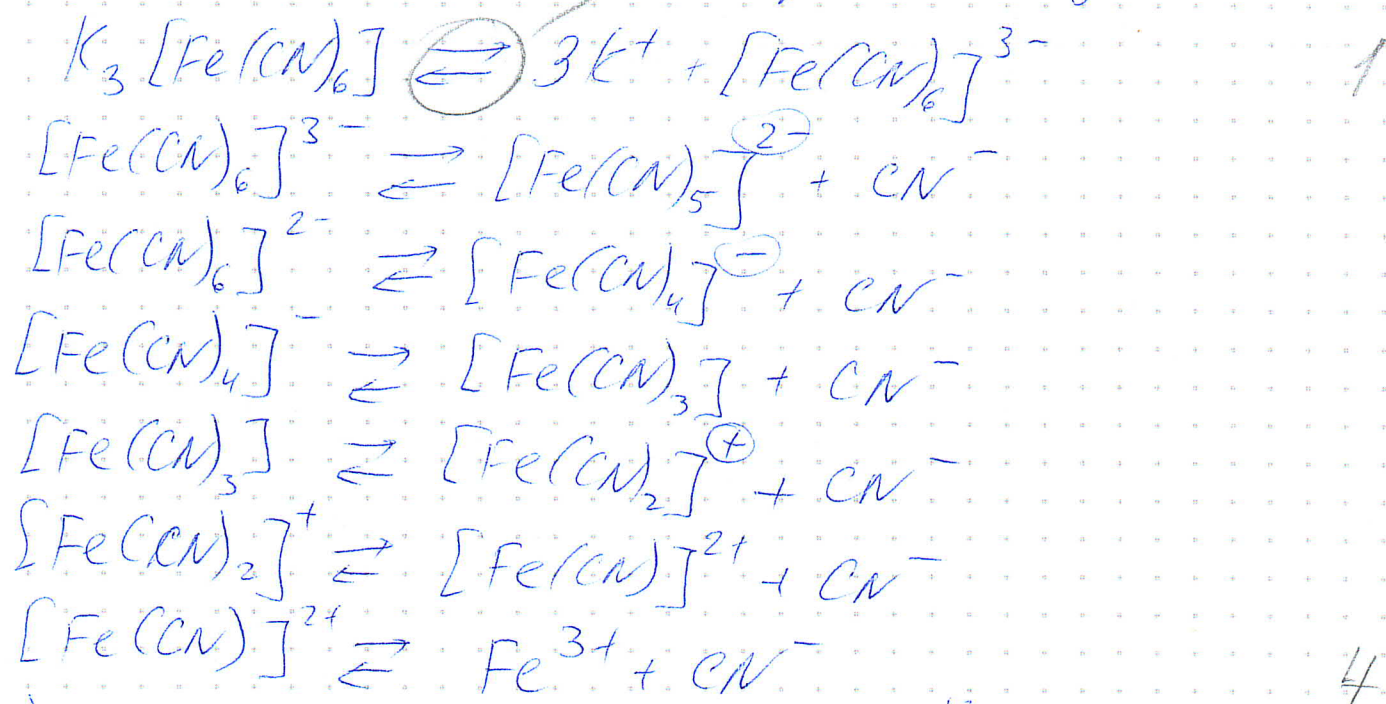
соответствует истинной $K_3 [Fe(CN)_6]$ - гексациано- 4

феррат (III) калия. 2) Данное соединение относится к классу комплексных солей. 4

3) т.к. центральный атом 6-координирован, то наиболее вероятная форма комплекса - октаэдр +



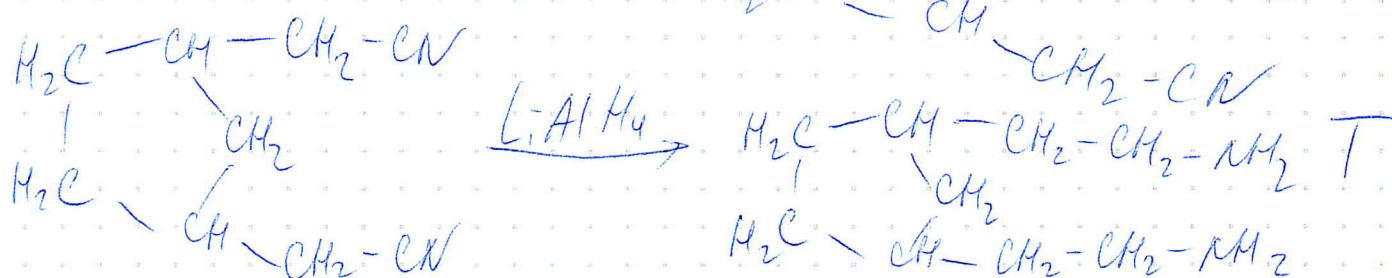
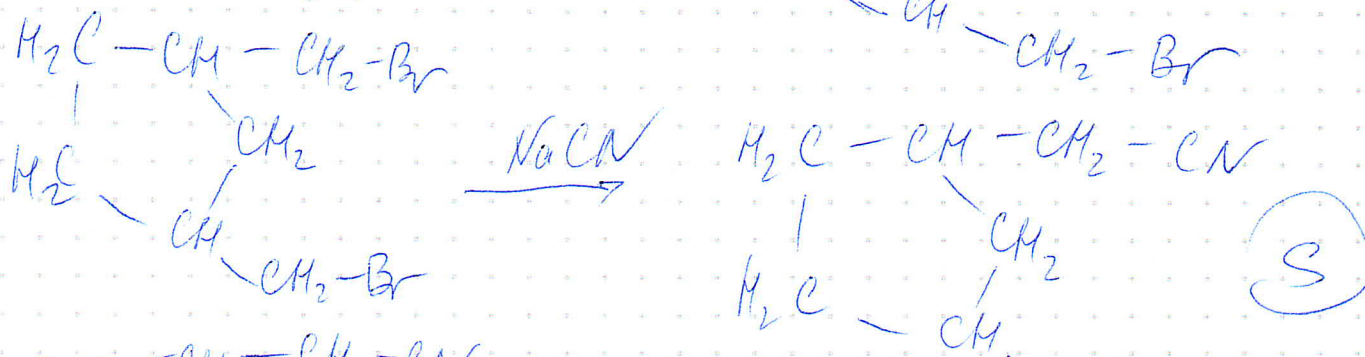
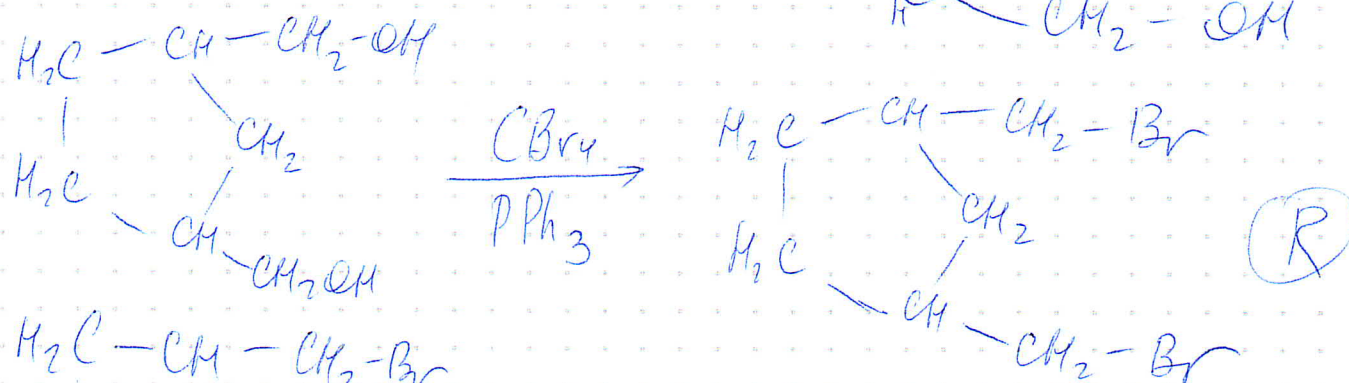
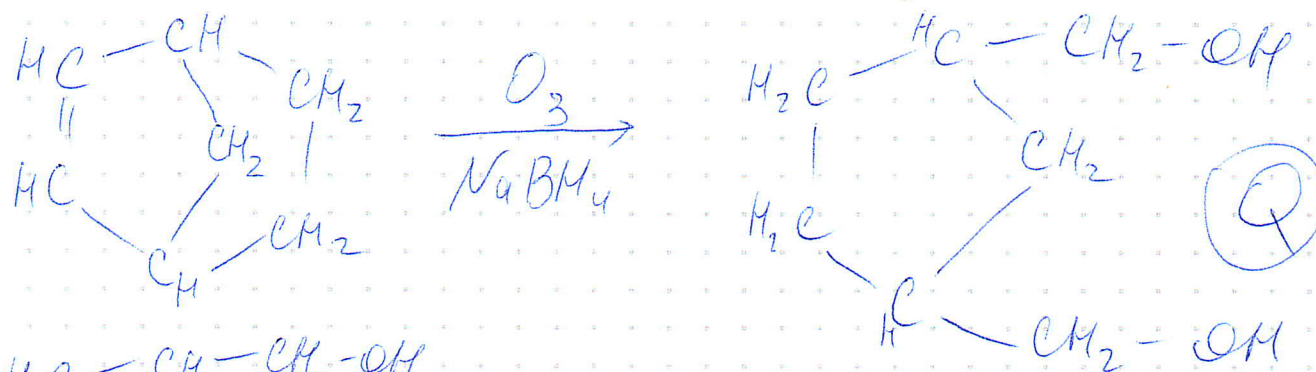
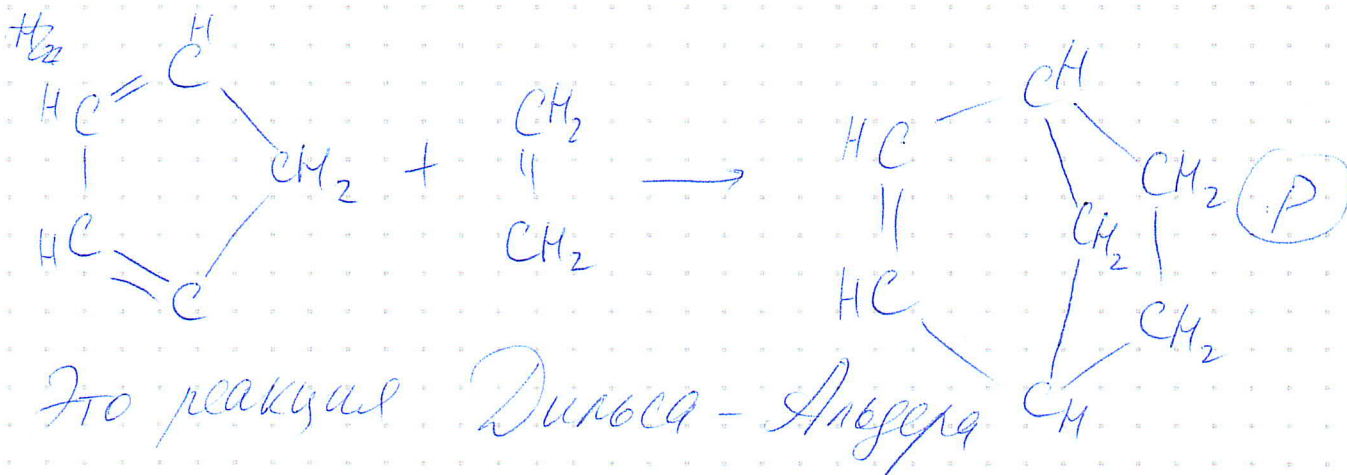
4) Как и все комплексные соли, данное соединение будет диссоциировать сначала по внешней сфере катиона, а потом Fe по внутренней ступенчато

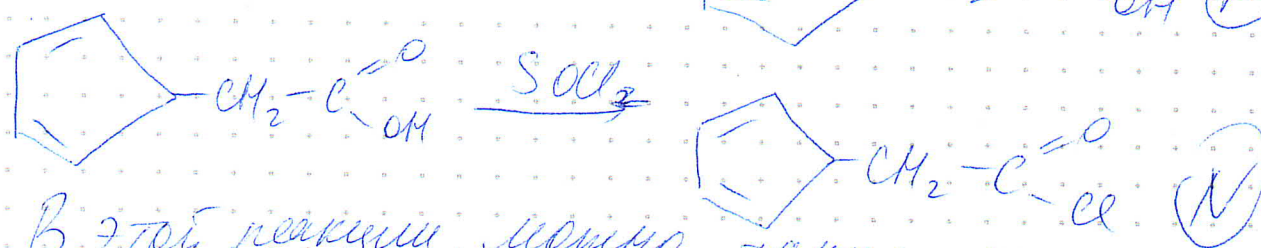
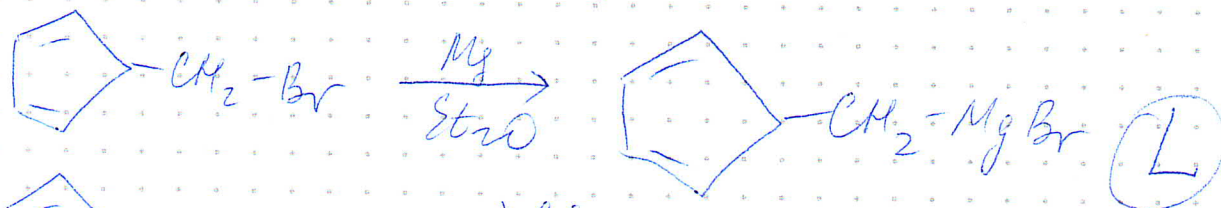
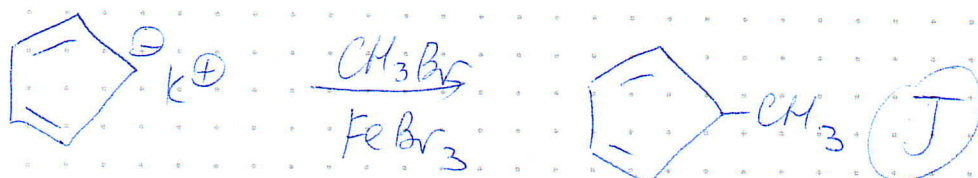
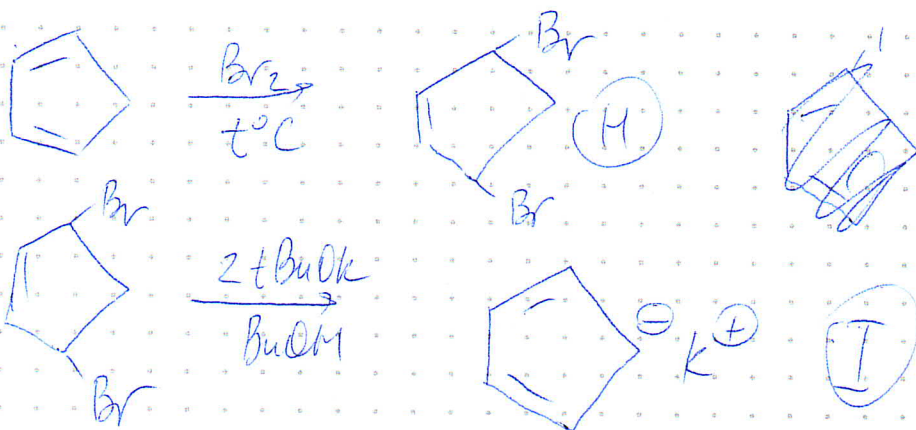


Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

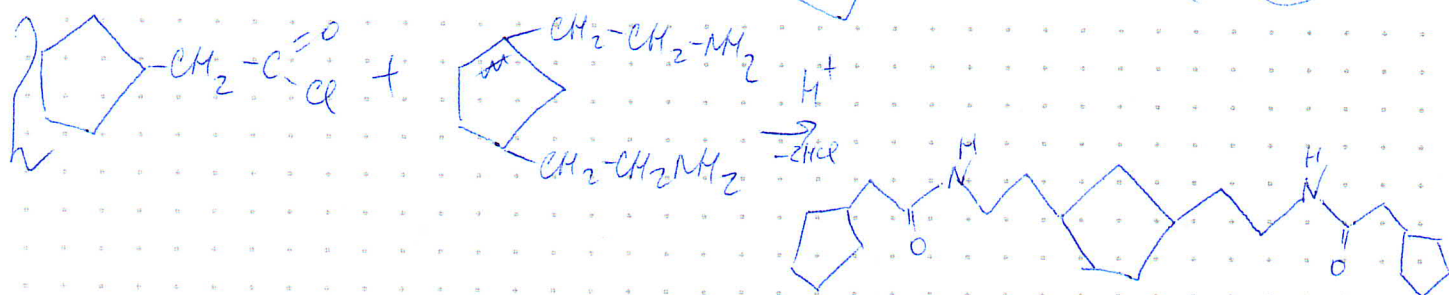
Дата "6" февраля 2025 г.
(заполняется участником)

Шифр X-33
(заполняется участником)





В этой реакции можно также использовать PCl_5 , $POCl_3$, SO_2Cl_2



Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "6" февраля 2025 г.
(заполняется участником)

Шифр X-33
(заполняется участником)

№ 2

Дано:

$$m(\text{навески}) = 0,4466 \text{ г}$$

$$C_H(\text{HCl}) = 0,3327 \text{ н}$$

$$V(\text{HCl}) = 22 \text{ мл}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

$$\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = ?$$

Решение: при индикаторе метилоранжевой границей титрования до образования углекислоты



Пусть $x \text{ г} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ в навеске,
тогда $0,4466 - x = m(\text{K}_2\text{CO}_3)$

$$\nu(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{1}{2} C_H(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 0,3327 \cdot 22 = 3,66 \text{ ммоль}$$

$$\nu(\text{CO}_3^{2-}) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) + \nu(\text{K}_2\text{CO}_3) \quad - 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{106} \text{ моль} \quad \nu(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{0,4466 - x}{138} \text{ моль}$$

$$\frac{x}{106} + \frac{0,4466 - x}{138} = 3,66 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow 138x + 47,3396 - 106x = 3,66 \cdot 10^{-3} \cdot 138$$

$$32x = 55,5385 - 47,3396 = 6,1989 \quad x = 0,1937 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,4466 - 0,1937 = 0,2529 \text{ г}$$

$$\omega\%(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,1937}{0,4466} \cdot 100 = 43,37\%$$

$$\omega\%(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{0,2529}{0,4466} \cdot 100 = 56,63\%$$

Ответ: состав навески 43,37% Na_2CO_3
56,63% K_2CO_3

~ 3

Дано:

$$t_1 = 3 \text{ мес}$$

$$t_2 = 12 \text{ мес}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$t(5^\circ\text{C}) = ?$$

Решение: $k = A e^{(-\frac{E_a}{RT})} = \frac{1}{t}$

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \ln \frac{t_2}{t_1}$$

$$E_a = \ln \frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} =$$

$$= \ln \frac{12}{3} \cdot \frac{8,314 \cdot 298 \cdot 273}{25} =$$

$$= 37506 \text{ Дж/моль}$$

$$\ln \frac{k_1}{k_3} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_1 - T_3}{T_1 \cdot T_3} \right) = \ln \frac{t_3}{t_1} = \frac{37506 \cdot 20}{8,314 \cdot 298 \cdot 278} =$$

$$\ln \frac{t_3}{3} = 1,0891 \quad t_3 = 3 \cdot e^{1,0891} = 8,9 \text{ мес} \approx 9$$

Ответ: почти 9 месяцев

~ 4

Дано:

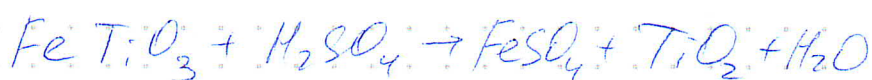
$$\omega(\text{Ti}) = 0,21$$

$$\text{ст. разлож.}(\text{FeTiO}_3) = 0,89$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,75$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 0,45$$

Решение:



Рассчитаем состав руды.

Предположим, что она имеет

состав $\text{FeTiO}_3 \cdot x \text{Fe}_2\text{O}_3$, т.е.

на каждый 1 моль FeTiO_3 приходится x молей Fe_2O_3 , тогда

$$\omega(\text{Ti}) = \frac{M_r(\text{Ti})}{M_r(\text{FeTiO}_3) + x \cdot M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = 0,21 = \frac{48}{152 + 160x}$$

$$152 + 160x = 228,57 \quad x = 76,57/160 \approx 0,48$$

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "6" февраля 2025 г.
(заполняется участником)

Шифр X-33
(заполняется участником)

$$\nu(\text{TiO}_2) = \frac{1000}{80} = 12,5 \text{ кмоль}$$

$$\nu(\text{FeTiO}_3) = \nu(\text{TiO}_2) / 0,89 = 12,5 / 0,89 = 14,045 \text{ кмоль}$$

$$\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,48 \cdot \nu(\text{FeTiO}_3) = 0,48 \cdot 14,045 = 6,742 \text{ кмоль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{стекиом}} = \nu_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + \nu_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{FeTiO}_3) +$$

$$+ 3 \cdot \nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 14,045 + 3 \cdot 6,742 = 34,271 \text{ кмоль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{из}} = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{стекиом}} \cdot 1,45 = 49,693 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{FeTiO}_3) = 152 \cdot 14,045 = 2134,84 \text{ кг}$$

$$m_{\text{чист}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot 49,693 = 4869,914 \text{ кг}$$

$$m_{\text{гр}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4869,914 / 0,75 = 6493,22 \text{ кг}$$

$$K_{\text{расх}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{гр}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{TiO}_2)} = \frac{6493,22}{1000} = 6,49$$

расходный коэфт

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \cdot 6,742 = 1078,72 \text{ кг}$$

$$m(\text{ильменит}) = m(\text{FeTiO}_3) + m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2134,84 + 1078,72 = 3213,56 \text{ кг}$$

$$K_{\text{расх}}(\text{ильменит}) = \frac{m(\text{ильменит})}{m(\text{TiO}_2)} = \frac{3213,56}{1000} = 3,21$$

$$\text{Ответ: } K_{\text{расх}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,49 ; K_{\text{расх}}(\text{ильменит}) = 3,21$$

