

Рабочий лист №1

Дата "06" февраля 2025 г.
(заполняется оргкомитетом)

Шифр X-9
(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	20	20	20	20	20											100
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Магистратуры

(название олимпиады, заполняется участником)

Химия

(профиль олимпиады, заполняется участником)

№1 Fe - 15,3%, K - 42,3%, N - 22,8%, C - 19,6%.
пусть $m(\text{в ба}) = 100 \text{ г}$, тогда

$$\left. \begin{aligned} n(\text{Fe}) &= 15,3 / 56 = 0,273 \text{ моль} \\ n(\text{K}) &= 42,3 / 39 = 1,085 \text{ моль} \\ n(\text{N}) &= 22,8 / 14 = 1,629 \text{ моль} \\ n(\text{C}) &= 19,6 / 12 = 1,633 \text{ моль} \end{aligned} \right\} n(\text{Fe}) : n(\text{K}) : n(\text{N}) : n(\text{C}) =$$

$$= 0,273 : 1,085 : 1,629 : 1,633 =$$

$$1 : 4 : 6 : 6 \Rightarrow$$

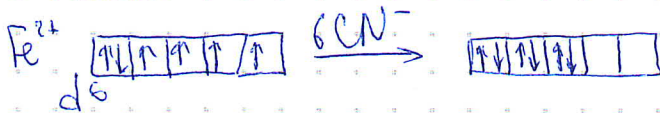
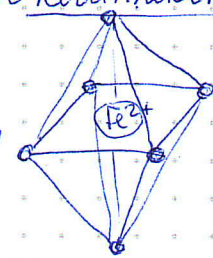
Вариант 2.

1) состав соединения $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — формула соединения.

2) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — гексакианоферрат (II) калия — это комплексная соль

3) геометрическая форма — октаэдр

это вещество — диамагнетик, т.к. все электроны спарены, т.к. CN — лиганд сильного поля.



4) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 4\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, таким образом вещество диссоциирует на 5 ионов



темно-синий осадок — турбулентная синь или берлинская лазурь, т.к. недавно выяснилось, что у них один состав или так: $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 3\text{KCl}$ — берлинская лазурь

сдано 3 листа.

(N3) $20^{\circ}\text{C} - 1 \log$
 $4^{\circ}\text{C} - 2 \log$
 $-18^{\circ}\text{C} - ? \text{ лет.}$

$E_a - ?$

Перевожу в К: $20^{\circ}\text{C} = 293 \text{ K} - 1 \log = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 3,15 \cdot 10^7 \text{ сек}$
 $4^{\circ}\text{C} = 277 \text{ K} - 2 \log = 6,307 \cdot 10^7 \text{ с}$; $-18^{\circ}\text{C} = 255 \text{ K}$

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A}{A} \exp\left(-\frac{E_a}{RT_1} + \frac{E_a}{RT_2}\right)$$

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

при этом у нас есть соотношение: $\ln \frac{k_1}{k_2} = \ln \frac{t_2}{t_1}$

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

$$\ln(6,307 \cdot 10^7 / 3,15 \cdot 10^7) = \frac{E_a}{8,314} \left(\frac{1}{277} - \frac{1}{293} \right)$$

$$\ln 2 = E_a / 8,314 \cdot 1,97 \cdot 10^{-4}$$

$$E_a = \ln 2 \cdot 8,314 : 1,97 \cdot 10^{-4} = 2,925 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} = 29,25 \text{ кДж/моль}$$

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

$$\ln \left(\frac{t_2}{6,307 \cdot 10^7} \right) = \frac{2,925 \cdot 10^4}{8,314} \left(\frac{1}{255} - \frac{1}{277} \right) = \frac{2,925 \cdot 10^4}{8,314} \cdot \frac{22}{277 \cdot 255}$$

$$\ln \left(\frac{t_2}{6,307 \cdot 10^7} \right) = 1,096$$

$$t_2 / 6,307 \cdot 10^7 = e^{1,096} = 2,992 \approx 3$$
 , т.к. $6,307 \cdot 10^7 = 2 \log$, то

$$t_2 / 2 = 3 \Rightarrow t_2 = 3 \cdot 2 = 6 \text{ лет}$$

Ответ: $E_a = 29,25 \text{ кДж/моль}$, при -18°C будет х/минуться 6 лет.

(N2) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3) = 0,45152$

метроном - $f_{\text{кв}} = 1/2$

$$N(\text{HCl}) = 0,1912 \text{ н}, V = 45,5 \text{ мл.}$$

так как при титровании в-ва CaCO_3 находится в виде нераств. осадка, то титроваться будет Na_2CO_3 .



$$M_{\text{кв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M_r}{2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/моль.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) V(\text{HCl}) M_{\text{кв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} = \frac{0,1912 \cdot 45,5 \cdot 53}{1000} = 0,4612$$

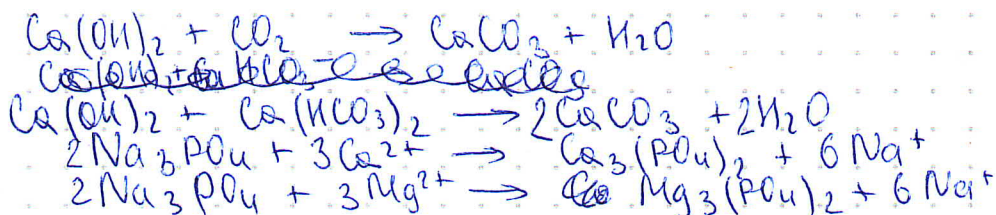
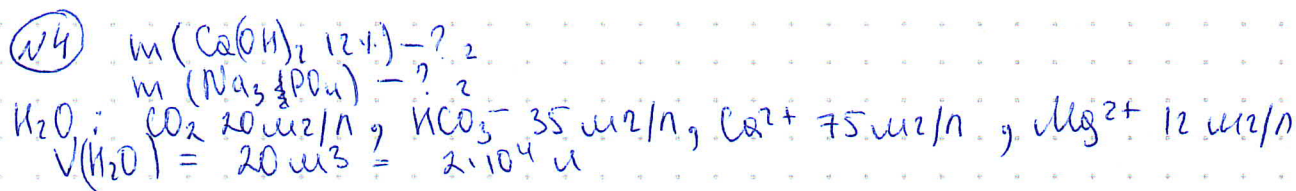
$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,46108 / 0,4515 = 102\% \Rightarrow \text{ошибка}$$

неверное решение, перерешиваю на другом листе.

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "06" февраля 2025 г.
(заполняется участником)

Шифр X-9
(заполняется участником)



$n(\text{CO}_2) = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^4 : 44 = 0,909 \cdot 10 = 9,091 \text{ моль}$

~~Жобу~~
 $\text{Жобу} = 75/40 + 12/24 = 1,875 + 0,5 = 2,375 \text{ мг/л}$

$\text{Жврем} = \frac{35}{61} \cdot \frac{1}{2} = 0,287 \text{ мг/л} - \text{содержание HCO}_3^-$

$\text{Жпост} = \text{Жобу} - \text{Жвр} = 2,375 - 0,287 = 2,088 \text{ мг/л}$

$m(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \cdot \frac{0,287}{1000} \cdot 2 \cdot 10^4 = 424,76 \text{ г} - \text{на HCO}_3^-$

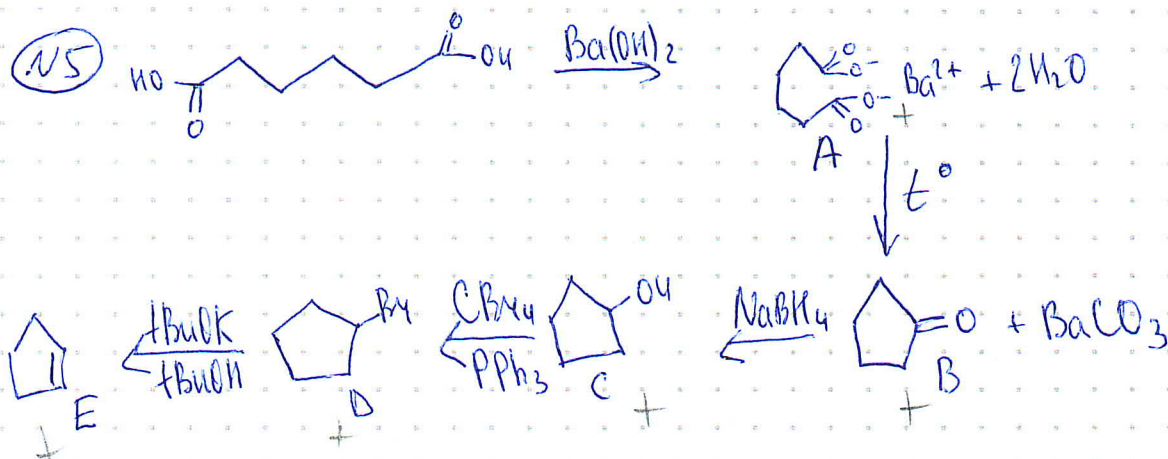
$m(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \cdot 9,091 = 672,73 \text{ г} - \text{на CO}_2$

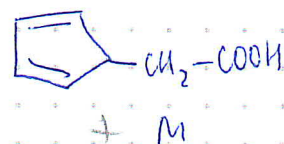
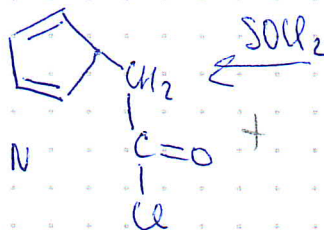
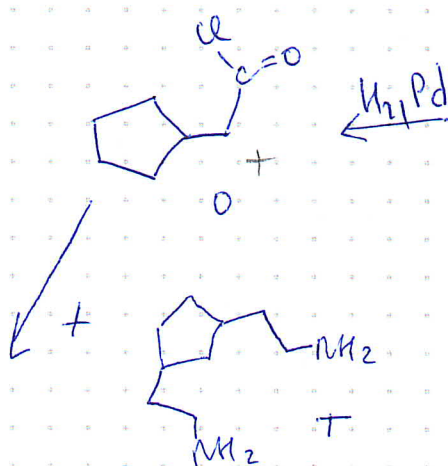
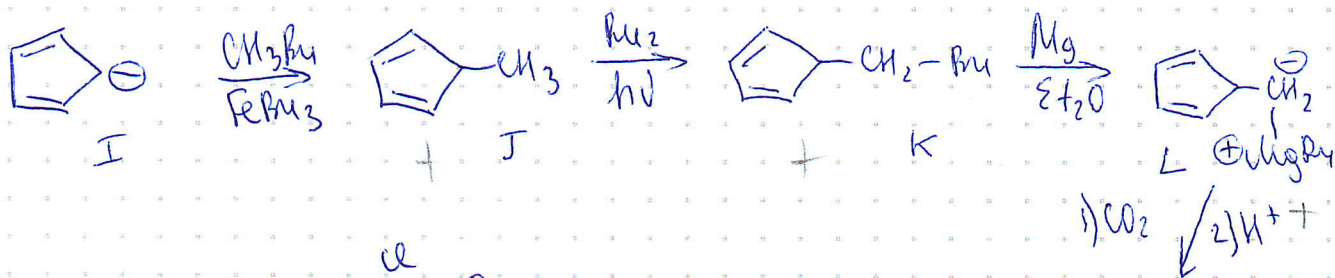
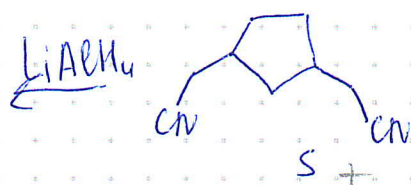
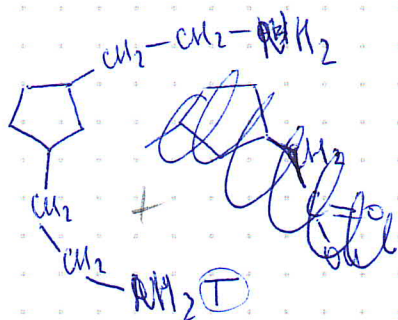
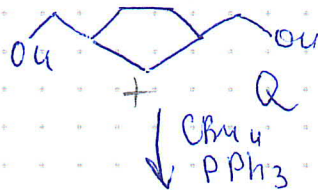
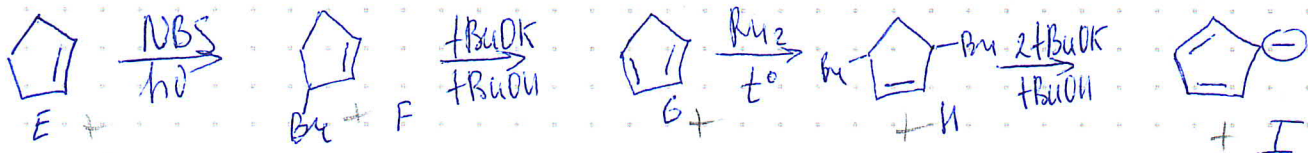
$m(\text{Ca(OH)}_2)_{\text{общ}} = 424,76 + 672,73 = 1097,49 \text{ г}$

$m(\text{Ca(OH)}_2 \text{ 12%}) = 1097,49 : 0,12 = 9145,75 \text{ г} = 9,146 \text{ кг}$

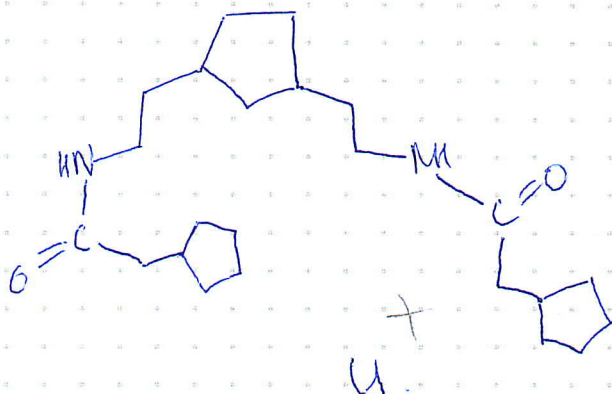
$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 164 \cdot 2,088 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^4 = 6848,64 \text{ г} = 6,849 \text{ кг}$

Ответ: $\text{Жобу} = 2,375 \text{ мг/л}$, $\text{Жвр} = 0,287 \text{ мг/л}$, $\text{Жпост} = 2,088 \text{ мг/л}$,
 $m(\text{Ca(OH)}_2 \text{ 12%}) = 9,146 \text{ кг}$, $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 6,849 \text{ кг}$





на етапи $M \rightarrow N$ крім SOCl_2 можна використати PCl_5 , COCl_2 , PCl_3

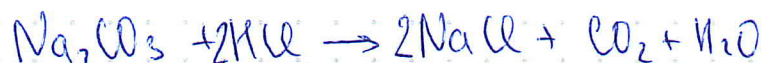


Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "06" октября 2025 г.
(заполняется участником)

Шифр X-9
(заполняется участником)

№2 $m(\text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,4515 \text{ г.}$
 $c(\text{HCl}) = 0,1912 \text{ н}$
 $V(\text{HCl}) = 45,5 \text{ мл.}$
 $w(\text{CaCO}_3) = ? \%$



$$n(\text{HCl}) = \frac{c \cdot V}{1000} = 0,1912 \cdot 0,0455 = 0,0087 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3) = \frac{1}{2} n(\text{HCl}) = 0,00435 \text{ моль.}$$

пусть $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x$ моль, $n(\text{CaCO}_3) = y$ моль, тогда:

$$\begin{cases} x + y = 0,00435 \\ 106x + 100y = 0,4515 \end{cases} \quad x = 0,00435 - y$$

$$106(0,00435 - y) + 100y = 0,4515$$

$$0,4611 - 106y + 100y = 0,4515$$

$$0,4611 - 6y = 0,4515$$

$$6y = 0,0096$$

$$y = 0,0096 / 6 = 0,0016 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,0016 = 0,16 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 0,16 / 0,4515 = 0,3544 = 35,44\%$$

Если не округлять: $w = ((0,1912 \cdot 0,0455 : 2 \cdot 106) - 0,4515) : 6 \cdot 100 : 0,4515 \cdot 100 = 35,357\%$

Ответ: 35,357%. CaCO_3 в смеси.

20