

Рабочий лист №1

Дата "5" сентября 2025 г.  
(заполняется оргкомитетом)

Шифр X-31  
(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	12	20		10	17											79
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Магистратура

(название олимпиады, заполняется участником)

Химия

(профиль олимпиады, заполняется участником)

Вариант №2.

1.

1) вещество содержит по массе 15,30% Fe, 42,30% K, 22,80% N, 19,60% C.

Пусть массы вещества равны 1000 г, тогда:

$$m(\text{Fe}) = 0,153 \cdot 1000 = 153 \text{ г}$$

$$m(\text{K}) = 0,423 \cdot 1000 = 423 \text{ г}$$

$$m(\text{N}) = 0,228 \cdot 1000 = 228 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 0,196 \cdot 1000 = 196 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Fe}) = 153 : 56 = 2,7321 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}) = 196 : 12 = 16,3333 \text{ моль}$$

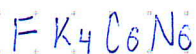
$$\nu(\text{K}) = 423 : 39 = 30,2143 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{N}) = 228 : 14 = 16,2857 \text{ моль}$$

Fe : K : C : N

2,7321 : 30,2143 : ~~196~~<sup>16,3333</sup> : 16,2857

1 : 4 : 6 : 6



Формула соединения:  $K_4[Fe(CN)_6]$

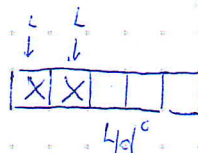
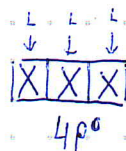
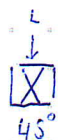
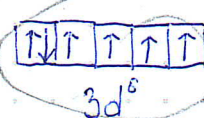
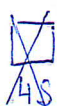
гексацианоферрат (II) калия

2) комплексное соединение



6 лигандов

октаэдр.

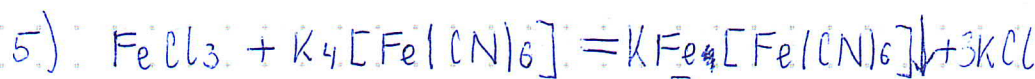


есть НЭП  $\Rightarrow$  парамагнетик.

сн - мизанг симметрии



диссоциирует в водном растворе на 5 ионов



берлинская лазурь

2.

Дано:

$$m(Na_2CO_3 + CaCO_3) = 0,45152$$

$$MO \mid 45,50 \text{ мл } 0,1912 \text{ н } HCl$$

Найти:  $w(CaCO_3) - ?$

Решение:



Пусть  $x$  - масса  $Na_2CO_3$ ,  $y$  - масса  $CaCO_3$ , тогда:

$$2 \cdot V(Na_2CO_3) + 2 \cdot V(CaCO_3) = 0,0455 \cdot 0,1912$$

$$\begin{cases} x + y = 0,4515 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{m(Na_2CO_3)}{Mr(Na_2CO_3)} + 2 \cdot \frac{m(CaCO_3)}{Mr(CaCO_3)} = 0,0455 \cdot 0,1912 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 0,4515 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2 \cdot \frac{x}{Mr(Na_2CO_3)} + 2 \cdot \frac{y}{Mr(CaCO_3)} = 8,6996 \cdot 10^{-3} \\ x = 0,4515 - y \end{cases}$$



Дополнительный рабочий лист  
(без рабочего листа №1 недействителен)

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

Шифр X-31  
(заполняется участником)

$$\begin{cases} 2 \cdot \frac{x}{106} + 2 \cdot \frac{y}{100} = 8,6996 \cdot 10^{-3} \\ x = 0,4515 - y \end{cases}$$

$$\frac{2 \cdot (0,4515 - y)}{106} + \frac{2 \cdot y}{100} = 8,6996 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{2 \cdot ((0,4515 - y) \cdot 100 + y \cdot 106)}{106 \cdot 100} = 8,6996 \cdot 10^{-3}$$

$$2 \cdot (0,4515 \cdot 100 - 100y + 106y) = 8,6996 \cdot 10^{-3} \cdot 10600$$

$$2 \cdot (45,15 + 6y) = 92,21576$$

$$90,3 + 12y = 92,21576$$

$$12y = 1,91576$$

$$y = 0,1596 \quad ; \quad m(\text{CaCO}_3) = 0,1596 \text{ г}$$

$$x = 0,4515 - 0,1596 = 0,29185 \text{ г} \quad , \quad m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,29185 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{0,1596}{0,4515} \cdot 100 = 35,35\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{CaCO}_3) = 35,35\%$$

3

Дано:

$$t_1 = 1 \text{ год}, T_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 2 \text{ года}, T_2 = 4^\circ\text{C}$$

Найти:  $E_a$  - ?

$$t_3 = ? \text{ при } T_3 = -18^\circ\text{C}$$

Решение:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\begin{cases} \ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} \\ \ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \end{cases}$$

$$T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = 4 + 273 = 277 \text{ K}$$

$$T_3 = -18 + 273 = 255 \text{ K}$$

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

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

$$\ln \frac{2}{21} = -\frac{E_a}{8,314} \cdot \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{277} \right)$$

$$0,6931 = -\frac{E_a}{8,314} \cdot \left( -\frac{16}{81161} \right)$$

$$0,6931 = \frac{E_a}{8,314} \cdot \frac{16}{81161}$$

$$0,6931 = \frac{16 \cdot E_a}{674772,554}$$

$$E_a = 0,6931 : \frac{16}{674772,554}$$

$$E_a = 29230,3 \text{ Дж/моль} +$$

$$\ln \frac{t_3}{t_1} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_3} \right)$$

$$\ln \frac{t_3}{1} = -\frac{29230,3}{8,314} \cdot \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{255} \right)$$

$$\ln t_3 = -3515,7926 \cdot \left( -\frac{38}{74715} \right)$$

$$\ln t_3 = 1,7881$$

$$\ln 6 = 1,7917 \Rightarrow t_3 = 6 \text{ сем.}$$

$$\text{Ответ: } 6 \text{ сем.} +$$

4

Дано:

20 мг/л  $\text{CO}_2$

35 мг/л  $\text{HCO}_3^-$

75 мг/л  $\text{Ca}^{2+}$

12 мг/л  $\text{Mg}^{2+}$

$V(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ м}^3$

12%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Найти:  $\alpha_{\text{ср}}$ ,  $\alpha_{\text{ном}}$ ,  $\alpha_{\text{обс}}$  - ?,  $m(\text{Ca}(\text{OH})_2)$  - ?

Решение:

$$\alpha_{\text{обс}} = \alpha_{\text{ср}} + \alpha_{\text{ном}}$$

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{C(\text{Ca}^{2+})}{M_r(\text{Ca})} + \frac{C(\text{Mg}^{2+})}{M_r(\text{Mg})}$$

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{75}{40} + \frac{12}{24} = 2,375 \frac{\text{мг/л}}{\text{л}}$$

$$\alpha_{\text{ном}} =$$



$$\begin{cases} \ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} \\ \ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \end{cases}$$

$$T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = 4 + 273 = 277 \text{ K}$$

$$T_3 = -18 + 273 = 255 \text{ K}$$

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

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

$$\ln \frac{2}{21} = -\frac{E_a}{8,314} \cdot \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{277} \right)$$

$$0,6931 = -\frac{E_a}{8,314} \cdot \left( -\frac{16}{81161} \right)$$

$$0,6931 = \frac{E_a}{8,314} \cdot \frac{16}{81161}$$

$$0,6931 = \frac{16 \cdot E_a}{674772,554}$$

$$E_a = 0,6931 : \frac{16}{674772,554}$$

$$E_a = 29230,3 \text{ Дж/моль} +$$

$$\ln \frac{t_3}{t_1} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_3} \right)$$

$$\ln \frac{t_3}{1} = -\frac{29230,3}{8,314} \cdot \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{255} \right)$$

$$\ln t_3 = -3515,7926 \cdot \left( -\frac{38}{74715} \right)$$

$$\ln t_3 = 1,7881$$

$$\ln 6 = 1,7917 \Rightarrow t_3 = 6 \text{ с.м.}$$

$$\text{Ответ: } 6 \text{ с.м.} +$$

4

Дано:

20 мг/л  $\text{CO}_2$

35 мг/л  $\text{HCO}_3^-$

75 мг/л  $\text{Ca}^{2+}$

12 мг/л  $\text{Mg}^{2+}$

$V(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ м}^3$

12%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Найти:  $x_{\text{ср}}$ ,  $x_{\text{ном}}$ ,  $x_{\text{сбл}}$  —?,  $m(\text{Ca}(\text{OH})_2)$  —?

Решение:

$$x_{\text{сбл}} = x_{\text{ср}} + x_{\text{ном}}$$

$$x_{\text{ср}} = \frac{C(\text{Ca}^{2+})}{M_r(\text{Ca})} + \frac{C(\text{Mg}^{2+})}{M_r(\text{Mg})}$$

$$x_{\text{ср}} = \frac{75}{40} + \frac{12}{24} = 2,375 \frac{\text{мг/л}}{\text{л}}$$

$$x_{\text{ном}} =$$

Дополнительный рабочий лист  
(без рабочего листа №1 недействителен)

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

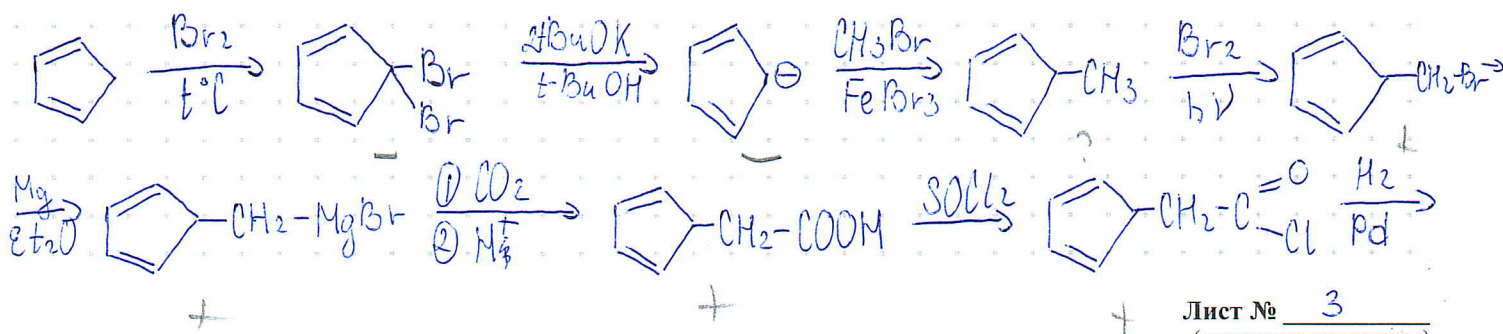
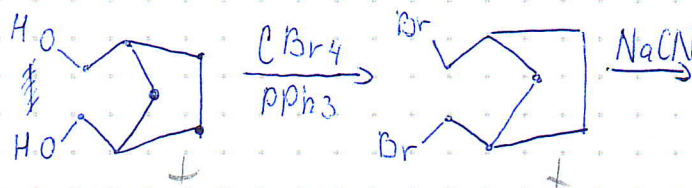
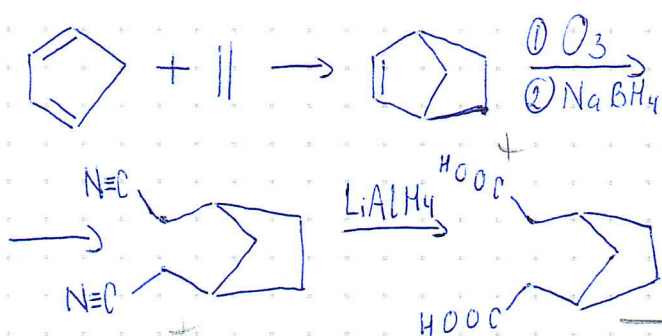
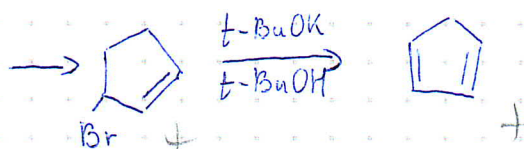
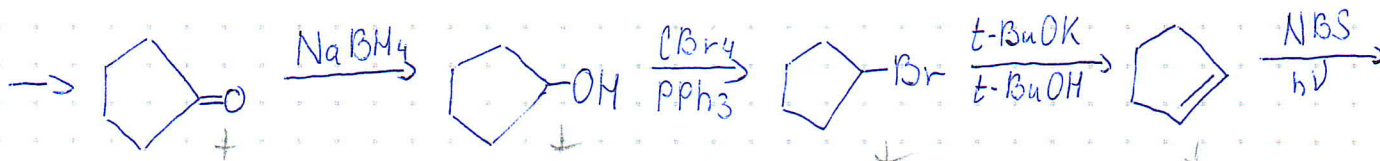
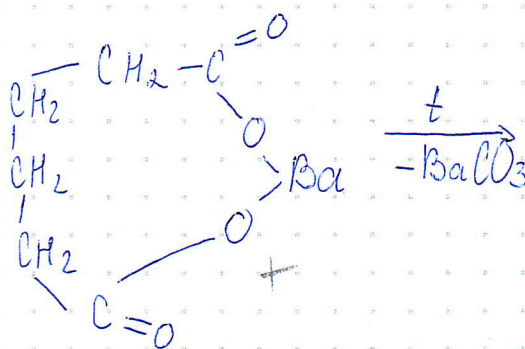
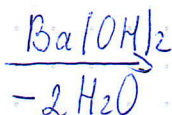
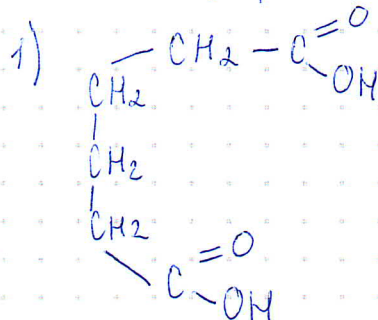
Шифр X-31  
(заполняется участником)

5.

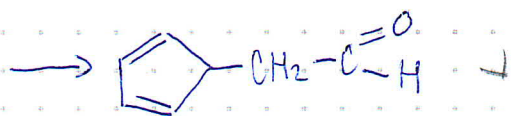
2)  $\text{POCl}_2, \text{PCl}_3, \text{PCl}_5$

3)  $\text{G} \rightarrow \text{P}$  реакция Дильса-Альдера.

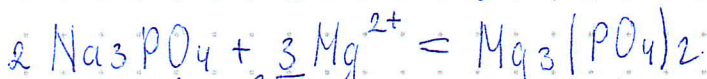
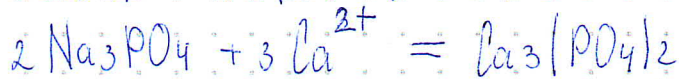
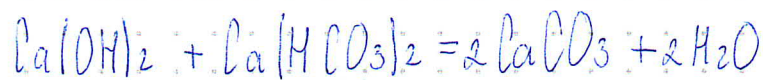
$\text{D} \rightarrow \text{C}$  реакция Аппеля.







4. (Продолжение)



$$\text{ХВР} = \frac{1}{2} \cdot \frac{35}{61} = 0,2869 \quad \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

$$\text{Хном} = \text{Хобу} - \text{ХВР}$$

$$\text{Хном} = 2,375 - 0,2869 = 2,0881 \quad \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \left(74 \cdot \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{20000}{1000} = 740$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \left(74 \cdot \frac{10000}{10000}\right) : (44 \cdot 1000) = 336,36$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = (740 + 336) : 0,12 = 8966,6$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 164 \cdot 2,02 \cdot \frac{10000}{1000} = 3312,8$$

Ответ:  $\text{Хном} = 2,0881$ ,  $\text{ХВР} = 0,2869$ ,  $\text{Хобу} = 2,375$   $\frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 8966,6; m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3312,8$$