

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада



ШИФР	X 10-11
------	---------

(заполняется организатором)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по химии для 10 классов.
заключительный этап, 2024-2025 учебный год

(наименование дисциплины)

Данные участника

ID номер участника

1092404

Дата: 24 января 2025



Шифр: X 10. 114
(дополнительный идентификатор)

Оценка работы

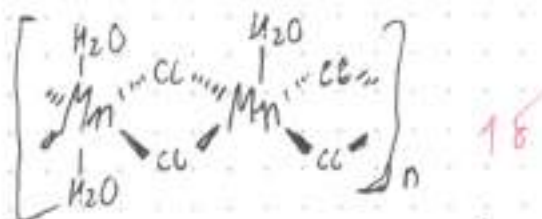
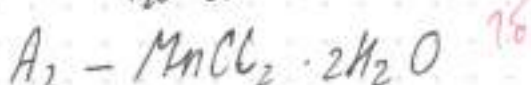
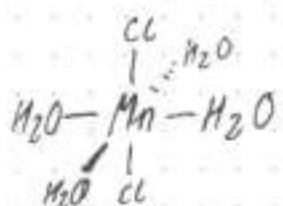
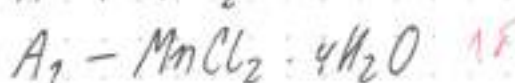
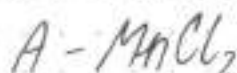
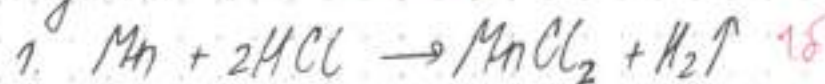
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (средний балл, полученный в результате жюри)
Балл	19	11,25	11	25												66,25
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Получено
(профиль олимпиады)

10
(класс участника)

Задача 1 $\Sigma = 19,5$



2. Б содержит марганец в степени окисления +2 и +3

Б имеет структуру шпинели Б - Mn_3O_4 , марганит. 1,5



Cl_2 - желто-зеленый газ.

3. Конфигурация Mn^{2+} : $[Ar] 3d^5 4s^0$ 1б

Конфигурация Mn^{3+} : $[Ar] 3d^4 4s^0$ 1б

4. $L - C_{18}H_{12}N_6$

В газеке содержатся L , Mn , 2 Cl и боду. Пучеи

$B - [Mn(C_{18}H_{12}N_6)(H_2O)_2Cl_2]$ 2б

$$\text{Пучеи } \omega(C) = \frac{18 \cdot 12,01}{54,94 + 18 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,01 + 2 \cdot 14,01 + 16,00 + 35,45 \cdot 2} = 0,47385$$

$\approx 0,4739$, что соответствует условию

Γ и Δ содержатся по одному. L пучеи Mn , боду NO_3 и от 1 до 3 CH_3OH . Пучеи пучеи CH_3OH за x

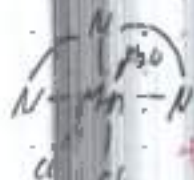
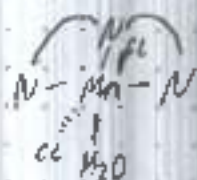
$Mn(C_{18}H_{12}N_6)(NO_3)_2(CH_3OH)_x$

$$\omega(C) = \frac{18 \cdot 12,01 + x \cdot 12,01}{54,94 + 18 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,01 + 2 \cdot 14,01 + 16,00 + (42,01 + 4 \cdot 1,01 + 16,00) \cdot x}$$

$$\Gamma: 1,967x = 1,915, \quad x \approx 1 \quad \Gamma - [Mn(C_{18}H_{12}N_6)(CH_3OH)(NO_3)_2] \quad 2б$$

$$\Delta: 1,852x = 3,684, \quad x \approx 2 \quad \Delta - [Mn(C_{18}H_{12}N_6)(CH_3OH)_2(NO_3)](NO_3) \quad 2б$$

Узореи B



4б

Задача 4

$$1. X(X) = \frac{K_{a1} K_{a2}}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+] + K_{a1} K_{a2}} = 0,99$$

$$0,99[H^+]^2 + 0,99 K_{a1}[H^+] - 0,01 K_{a1} K_{a2} < 0$$

$$[H^+] < \frac{-0,99 K_{a1} \pm \sqrt{0,99^2 K_{a1}^2 + 4 \cdot 0,01 \cdot 9,99 \cdot K_{a1} \cdot K_{a2}}}{2 \cdot 0,99} = 3,791 \cdot 10^{-11} M$$

$$pH > -\lg(3,791 \cdot 10^{-11}) = 10,50$$

2. Чем больше pH, тем больше мезитика находится в непротонированной форме, поэтому чем выше pH, тем лучше идет термализация мезитика.

3. Пусть $\Delta_r G_1^0 - \Delta_r G^0$ при pH=7, а $\Delta_r G_2^0 - \Delta_r G^0$ при pH=9,5.

$\Delta_r G_2^0 < \Delta_r G_1^0$, т.к. pH увеличился. Значит, $\Delta_r G_2^0 - \Delta_r G_1^0 = -3,6 \frac{kJ}{mol}$.

$$= -15062,4 \frac{J}{mol} \quad K = e^{-\frac{\Delta_r G^0}{RT}} \quad \frac{K_2}{K_1} = e^{-\frac{\Delta_r G_2^0}{RT} + \frac{\Delta_r G_1^0}{RT}} = e^{-\frac{\Delta_r G_2^0 - \Delta_r G_1^0}{RT}} = e^{\frac{15062,4}{8,314 \cdot 298}} =$$

= 436,8. Константы равновесия отличаются в 436,8 раз.

4. $\Delta_r H^0$ одинакова. $\Delta_r G_1^0 = \Delta_r H^0 - T_1 \Delta_r S^0$, $\Delta_r G_2^0 = \Delta_r H^0 - T_2 \Delta_r S^0$.

$$T_1 = 293 K; T_2 = 303 K. \quad \Delta_r G_2^0 - \Delta_r G_1^0 = -0,35 \frac{kJ}{mol} = -(T_2 - T_1) \Delta_r S^0$$

$$\Delta_r S^0 = \frac{\Delta_r G_1^0 - \Delta_r G_2^0}{T_2 - T_1} = \frac{0,35 \cdot 1000}{10} = 35 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$5. \quad \frac{K_2}{K_1} = e^{-\frac{\Delta_r G_2^0}{RT_2} + \frac{\Delta_r G_1^0}{RT_1}} = e^{\frac{T_1 \Delta_r G_1^0 - T_2 \Delta_r G_2^0}{RT_1 T_2}} = e^{\frac{T_1 (\Delta_r H^0 - \Delta_r G_1^0) + (T_2 - T_1) \Delta_r G_1^0}{RT_1 T_2}}$$

Известны все величины кроме $\Delta_r G_1^0$. $\Delta_r G_2^0$ тоже известно.

Значит, по указанным данным можно рассчитать отношение констант равновесия.

$$6. \quad c(X) = 0,2 M = [X] + 4[X_4] \quad 4X \rightleftharpoons X_4$$

$$[X] = [X_4] \Rightarrow c(X) = 5[X] \Rightarrow [X] = [X_4] = \frac{c(X)}{5} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{5} = 4 \cdot 10^{-5} M$$

$$K = \frac{c(X_4)}{c(X)^4} = \frac{1}{(4 \cdot 10^{-5})^4} = 1,5625 \cdot 10^{13}$$

$$7. \quad c(X) = 2,01 \cdot 10^{-4} M = [X] + 4[X_4]$$

$$[X_4] = K \cdot [X]^4$$

$$[X] + 4K[X]^4 - 2,01 \cdot 10^{-4} M = 0$$

$$[X] = 4,005878 \cdot 10^{-5} M$$

$$[X_4] = K \cdot [X]^4 = 4,02352 \cdot 10^{-5} M$$

$$\alpha(X_4) = 0,02352 \cdot 10^{-5} M = 2,352 \cdot 10^{-7} M$$

Задача 3.

1. 1)



Плоская геометрия, замкнутая π -система (триплет),

2 π электронов \Rightarrow ароматическое соединение +

2)



Не плоское \Rightarrow неароматическое соединение -

3)



Не замкнутая π -система \Rightarrow неароматическое соединение +

4)



Замкнутый π -системой является шестичленный с 6 π электронами соединение плоское \Rightarrow ароматическое соединение +

5)



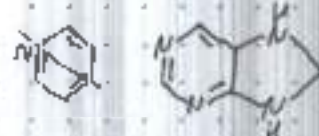
Плоская геометрия, замкнутая π -система, 8 π электронов \Rightarrow антиароматическое соединение -

6)



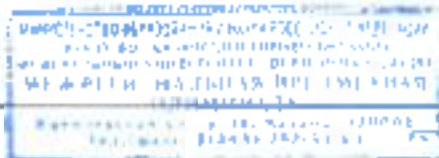
Кептоное \Rightarrow неароматическое соединение +

7)



Плоская геометрия, замкнутая π -система с 6 π электронами \Rightarrow ароматическое соединение +

5.



Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Химии», 10 класс,

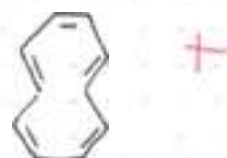
вариант

Задача 3 (продолжение)

2. Цис-циклопентадиен:



Транс-циклодекапентадиен:



У цис-циклодекапентадиена все углы в цикле между углеродами по 120° . Сумма углов равна 1200° . В многоугольнике сумма углов равна $180^\circ \cdot (10-2) = 1440^\circ < 1200^\circ$. Поэтому наблюдается непланарность. $\pm 2,5$

3. C - +

D - + \pm

A - + 3,5

B - + + +

$\Sigma = 11,5$

Задача 2

Исходные б-во A_2 . Заметим, что в $LiAlO_2$ $w(M) =$
 $= \frac{26,01}{6,94 + 26,98 + 2 \cdot 16,00} = 0,4093$, что соответствует условию.

Значит, $Z - Li_2O$, $A_2 - LiAlO_2$. Пусть $A_1 - x Li_2O \cdot Al_2O_3$.

Тогда $x = \frac{4 \cdot 26,98 - 2 \cdot 26,98 - 3 \cdot 16,00}{6,94 \cdot 2 + 16,00} = 0,2$. Значит, $A_1 - 0,2 Li_2O \cdot Al_2O_3 \equiv$
 $\equiv LiAl_5O_8$.

Рассчитаем X и Y . $M(Y) = M(Z) \cdot \frac{m(Y)}{m(Z)} = (2 \cdot 6,94 + 16,00) \cdot \frac{71,2}{28,8} =$
 $= 73,87 \frac{г}{моль}$. $M(Y) - M(Z) = 73,87 - 2 \cdot 6,94 - 16,00 = 43,99 \frac{г}{моль}$,

что соответствует $M(Li_2O)$. Тогда $Y - Li_2O$, $X - Li_2O \cdot Li_2O$.

$M(X) = M(Z) \cdot \frac{m(X)}{m(Z)} = (2 \cdot 6,94 + 16,00) \cdot \frac{134,2}{28,8} = 135,91 \frac{г}{моль}$.

$M(X) - M(Y) = 62,04 \frac{г}{моль}$, а средняя молярная масса воды
 равна $18,015 \cdot 2 = 36$. Потому при разложении 1 моль X обра-
 зуется 2 моль воды. Значит, что $X - Li_2O \cdot Li_2O \cdot H_2O$,
 т.е. $X - Li_2CO_3$, $X - Li$.

$Li_2O + H_2O \rightarrow Li_2H_2O_2$ $Li_2O + CO_2 \rightarrow Li_2CO_3$ $Li_2O + O_2 \rightarrow Li_2O_2$

$2 Li_2O + O_2 \rightarrow 2 Li_2O_2$ $Li_2O + CO_2 \rightarrow Li_2CO_3$

$Li - Li_2O_2$.

Для M_1 $J(Cl_2) = \frac{0,1257 \cdot 101,325}{8,314 \cdot 273} = 5,2945 \cdot 10^{-3}$ моль.

$Mn^{+4} + 2e \rightarrow Mn^{+2}$
 $2 Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$ $\Rightarrow J(Mn) = J(Cl_2) = 5,2945 \cdot 10^{-3}$ моль.

$m(MnO_2) = 5,2945 \cdot 10^{-3} \cdot (54,94 + 16,00 \cdot 2) = 0,22112$ г

$m(Li_2O) = 0,278882$. $J(Li_2O) = 9,3332 \cdot 10^{-3}$ моль.

$M_1 - Li_{16}Mn_3O_{26}$

Аналогично, для M_2 $J(Cl_2) = \frac{0,1257 \cdot 101,325}{8,314 \cdot 273} = 5,5579 \cdot 10^{-3}$ моль

$m(Li_2O) = 2 \cdot J(Cl_2) \cdot M(MnO_2) = 1,25538$ г $J(Li_2O) = 8,5869 \cdot 10^{-3}$ моль

$M_2 - Li_2MnO_3$ +1,5

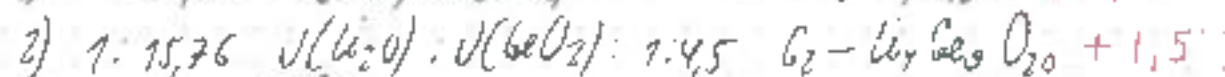
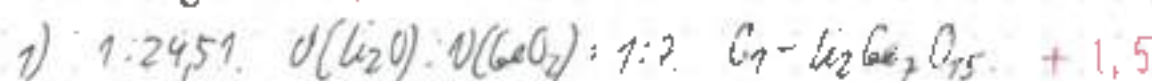
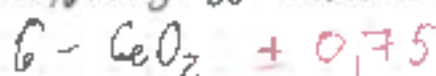
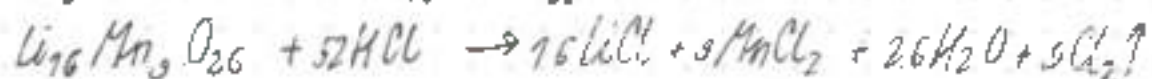
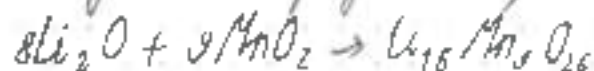


Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

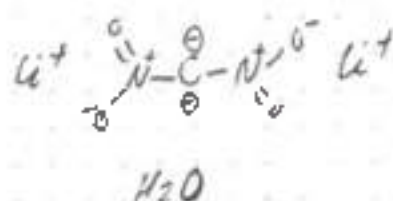
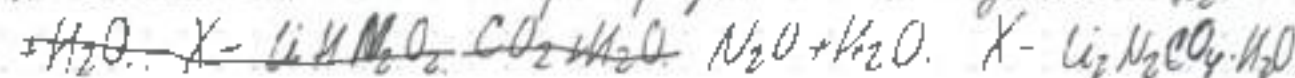
по «Химии», 10 класс,

вариант _____

Задача 2 (продолжение)



X - окислитель. Значит при разложении X выделяется ~~H_2O~~



$$\Sigma = 11,25\%$$

