

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

---



ШИФР

X10-12

(заполняется оргкомитетом)

**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

1109619

Дата 24 января

2025



Шифр

X10-12

(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 (максимальное количество баллов)
Балл	15	0	17,5	14												50,5
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																Сумма

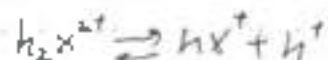
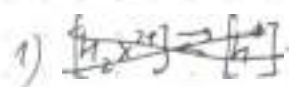
Химия

(подпись участника)

10

(в баллах)

УЧ.



$$K_{a1} = \frac{[\text{HX}^+][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{X}^{2+}]}$$

$$K_{a2} = \frac{[\text{X}][\text{H}^+]}{[\text{HX}^+]}$$

$$[\text{HX}^+] = \frac{K_{a1}[\text{H}_2\text{X}^{2+}]}{[\text{H}^+]}$$

$$[\text{X}] = \frac{K_{a2}[\text{HX}^+]}{[\text{H}^+]} = \frac{K_{a1}K_{a2}[\text{H}_2\text{X}^{2+}]}{[\text{H}^+]^2}$$

$$\alpha(\text{X}) = \frac{[\text{X}]}{[\text{H}_2\text{X}^{2+}] + [\text{HX}^+] + [\text{X}]} = \frac{K_{a1}K_{a2}[\text{H}_2\text{X}^{2+}]:([\text{H}^+]^2)}{[\text{H}_2\text{X}^{2+}] + \frac{K_{a1}[\text{H}_2\text{X}^{2+}]}{[\text{H}^+]} + \frac{K_{a1}K_{a2}[\text{H}_2\text{X}^{2+}]}{[\text{H}^+]^2}} =$$

$$= \frac{K_{a1}K_{a2}}{[\text{H}^+]^2 + K_{a1}[\text{H}^+] + K_{a1}K_{a2}}$$

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

$[\text{H}^+] = 3,19 \cdot 10^{-11}$   $\text{pH} = 10,50$

по правилу Ле Мателле увеличение  $\text{pH}$  увеличит  $\alpha(\text{X})$ ,  
наоборот, ~~уменьшение~~  $\text{pH}$  уменьшит  $\alpha(\text{X})$  т.о. при  $\text{pH} \leq 10,50$

2)  $4X \rightleftharpoons X_4$  розмарин при изменении рН  
уменьшается  $[X]$  при прочих равных, при том рН ионизация  
каталитическая (не катализаторская)

$$3) \Delta_r G_{35}^\circ - \Delta_r G_{25}^\circ = -3,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = -15,06 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{35} - (-RT \ln K_{25}) = -15,06 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$-RT (\ln K_{35} - \ln K_{25}) = -15,06 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\ln K_{35} - \ln K_{25} = \frac{15,06}{-RT} = \frac{15,06 \cdot 10^3}{-8,314(273+25)} = 6,081$$

$$e^{\ln \frac{K_{35}}{K_{25}}} = e^{6,081}$$

$$K_{35} : K_{25} = 437,5$$

$$\frac{K_{35}}{K_{25}} = 437,5$$

$$\frac{K_{35}}{K_{25}} = 437,5$$

4) поскольку  $\Delta H^\circ$  не сильно изменяется от T, мы можем  
маленько пренебречь  $\Delta S^\circ$

$$\Delta_r G_{30}^\circ - \Delta_r G_{20}^\circ = -0,35 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = -1464,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$20^\circ\text{C} = 273 + 20 = 293\text{K}$$

$$30^\circ\text{C} = 273 + 30 = 303\text{K}$$

$$\Delta H^\circ - \Delta S^\circ (273+30) - (\Delta H^\circ - \Delta S^\circ (273+20)) = -1464,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta S^\circ 293 - \Delta S^\circ 303 = -1464,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta S^\circ (-10) = -1464,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta S^\circ = 146,44 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$5) \Delta_r G_{20}^\circ - \Delta_r G_{30}^\circ = 1,464 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$-R \cdot T_{20} \ln K_{20} - (-R T_{30} \ln K_{30}) = 1,464 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$-R (293 \ln K_{20} - 303 \ln K_{30}) = 1,464 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$-R (293 (\ln K_{20} - \ln \frac{K_{20}}{K_{30}}) - 10 \ln K_{30}) = 1,464 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

определим  $\frac{K_{20}}{K_{30}}$

небольшое изменение

$$6) 0,2 \text{ мМ} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$



$$K = \frac{[X_4]}{[X]^4}$$



## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Химии» \_\_\_\_\_, 10 класс,

вариант \_\_\_\_\_

$$\begin{array}{l} \text{доно: } 0,2 \cdot 10^{-3} \\ \Delta \quad -4a \\ \text{итого } 0,2 \cdot 10^{-3} - 4a \end{array} \quad \begin{array}{l} x_1 \\ 0 \\ +9 \\ a \end{array}$$

мы знаем, что  $0,2 \cdot 10^{-3} - 4a = 0$   
 $a = 5 \cdot 10^{-5}$ 

$$K = \frac{[x_1]}{[x]^4} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{(4 \cdot 10^{-5})^4} = 1,56 \cdot 10^{13}$$

$$\begin{array}{l} \text{доно } 4 \cdot 10^{-5} + 10^{-5} \\ \Delta \quad -4b \\ \text{итого } 4 \cdot 10^{-5} + 10^{-5} - 4b \end{array} \quad \begin{array}{l} x_1 \\ 4 \cdot 10^{-5} \\ +6 \\ 4 \cdot 10^{-5} + 6 \end{array}$$

$$K = \frac{[x_1]}{[x]^4} = \frac{4 \cdot 10^{-5} + 6}{(4 \cdot 10^{-5} + 10^{-5} + 6)^4} = 1,56 \cdot 10^{13}$$

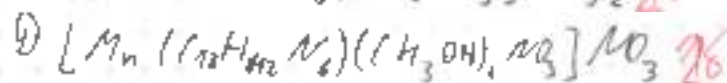
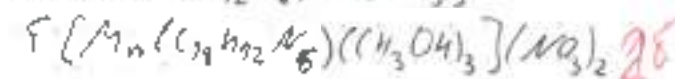
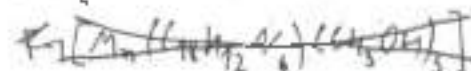
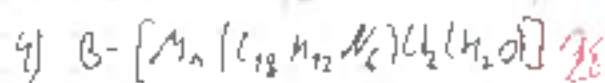
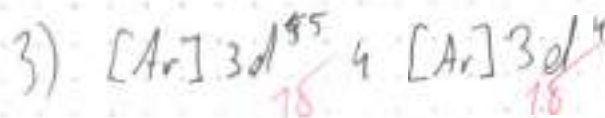
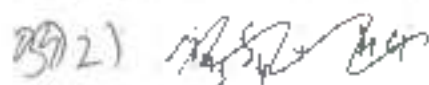
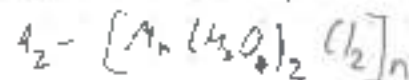
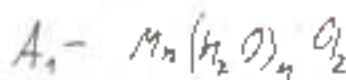
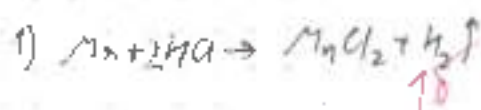
$$4 \cdot b = 4,54 \cdot 10^{-6} \text{ M} \quad b = 2,32 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

(ygl. number)

N1

 $\Sigma = 15$ 

24









## Международная предметная олимпиада КФУ

по химии, 10 класс,

w3

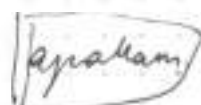
1)



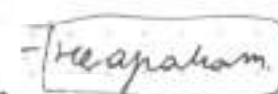
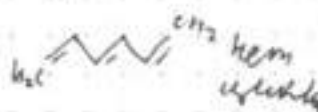
- плоское

- 2π электроны

- все C и H



не плоск.



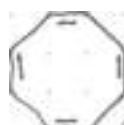
- плоское

- 10 π электронов

замкнутое сист.

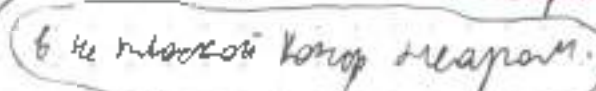
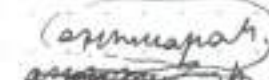


вещ. в 1-ом состоянии

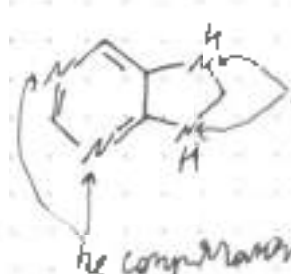
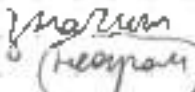


в плоской

конф. 8 π эл.



не плоск., замкнутое

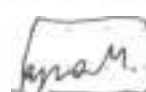


сопряжены

10 π эл.

плоск.

замкнутое



5

2)

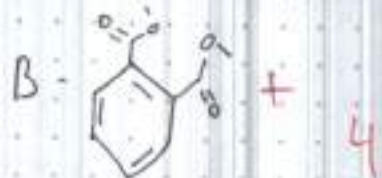
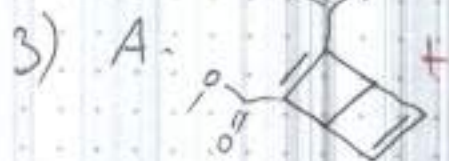
все ( находится в  $sp^2$  гидр., отсюда предполож.углы  $120^\circ$  между соседними атомами
$$\text{угол} = \frac{360^\circ - 360^\circ}{4} = 90^\circ = 144^\circ$$

поэтому не плоская конфигурация

+



2,5



$$\Sigma = 11,5$$

$$N/2 = 0,5$$

