

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада



ШИФР	X10-42
------	--------

(заполняется организатором)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

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

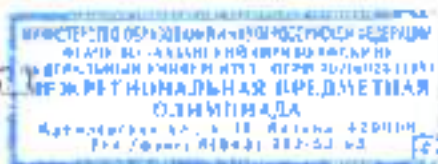
(наименование дисциплины)

Данные участника

ID номер участника

1001047

Дата "24" января 2025



Шифр 440-42
(заполняется организатором)

Оценка работы

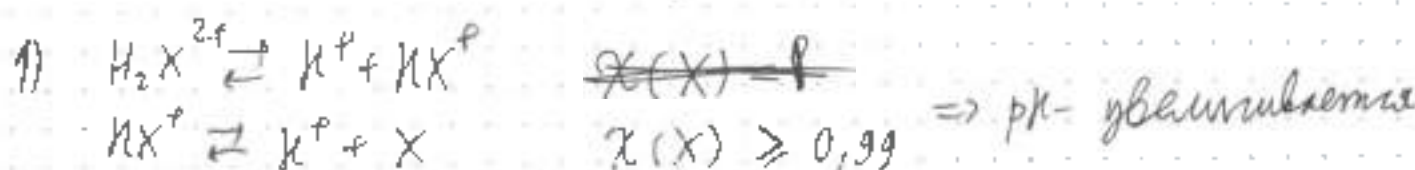
(каждый участник получает по итогам работы оценку жюри (суммируем))

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

ХИМИЯ
(профильная олимпиада)

10
(класс участника)

Задача 4



Вспользуемся формулой для формулы кислот:

$$X(X) = \frac{K_1 K_2}{[H^+]^2 + [H^+] \cdot K_1 + K_1 K_2} = \frac{10^{-7,5} \cdot 10^{-8,5}}{[H^+]^2 + [H^+] \cdot 10^{-7,5} + 10^{-7,5} \cdot 10^{-8,5}}$$

$\approx 0,99 \Rightarrow [H^+]_{\max} = 3,191 \cdot 10^{-11} \Rightarrow pK_{\min} = -\lg(3,191 \cdot 10^{-11}) =$
 $\approx 10,496 \Rightarrow \text{Ответ: при } pK > 10,496$ 4

2) Тетрамеризация протекает тем лучше, чем больше в растворе присутствуют протонированные формы X , а их тем больше, чем меньше протонированных форм X (HX^+ , H_2X^{2+}), а их тем меньше, чем больше $pK \Rightarrow$ Чем больше pK — тем лучше протекает тетрамеризация

2

3) Запишем уравнения:

$$\begin{cases} \Delta G_1 = -RT \ln(K_1) \\ \Delta G_2 = -RT \ln(K_2) \end{cases} \quad T = \text{const}$$

$$\Delta G_1 - \Delta G_2 = 3,6 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}} = 3,6 \cdot 4,184 =$$

$$= 15,0624 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 15062,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta G_1 = -RT \ln(K_1) \quad K_1 = e^{-\frac{\Delta G_1}{RT}} \quad (1)$$

$$\Delta G_1 - 15062,4 = -RT \ln(K_2) \quad K_2 = e^{-\frac{\Delta G_1 - 15062,4}{RT}} \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{e^{-\frac{\Delta G_1 - 15062,4}{RT}}}{e^{-\frac{\Delta G_1}{RT}}} = e^{-\frac{\Delta G_1 - 15062,4}{RT} - (-\frac{\Delta G_1}{RT})} = e^{-\frac{\Delta G_1}{RT} + \frac{\Delta G_1 - 15062,4}{RT}} =$$

$$= e^{\frac{\Delta G_1 - \Delta G_1 + 15062,4}{RT}} = e^{\frac{15062,4}{RT}} = e^{\frac{15062,4}{8,314 \cdot 298}} = 436,8 \Rightarrow$$

\Rightarrow Ответ: в 436,8 раз

4) $\Delta G_1 - \Delta G_2 = 0,35 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}} = 350 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}} = 350 \cdot 4,184 =$

$= 1464,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$; Запишем уравнения:

$$\begin{cases} \Delta G_1 = \Delta H - T_1 \Delta S \\ \Delta G_2 = \Delta H - T_2 \Delta S \end{cases} \quad \begin{matrix} T_1 = 293 \text{ K} \\ T_2 = 303 \text{ K} \end{matrix}, \quad \Delta G_2 = \Delta G_1 - 1464,4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta G_1 = \Delta H - 293 \Delta S & (1) \\ \Delta G_1 - 1464,4 = \Delta H - 303 \Delta S & (2) \end{cases} \Rightarrow \text{как видно из системы, } \Delta H \text{ невозможно посчитать, т.к. изме-}$$

нение ΔG происходит только из-за изменения $T \Delta S \Rightarrow$

\Rightarrow мы можем рассчитать только энтропию;

$$(1) - (2) = \Delta G_1 - \Delta G_1 + 1464,4 = \Delta H - 293 \Delta S - \Delta H + 303 \Delta S$$

$$1464,4 = 10 \Delta S \Rightarrow \Delta S = \frac{1464,4}{10} = 146,44 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

Энтальпии — сокращаются

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ХИМИИ », 10 класс.

Задача 4 (продолжение)

5) Запишем уравнения для обеих температур:

$$\begin{cases} \Delta H - T_1 \Delta S = -RT_1 \ln(K_1), & \ln(K_1) = -\frac{\Delta H - T_1 \Delta S}{RT_1} \quad (1) \\ \Delta H - T_2 \Delta S = -RT_2 \ln(K_2), & \ln(K_2) = -\frac{\Delta H - T_2 \Delta S}{RT_2} \quad (2) \end{cases}$$

$$(2) - (1) = \ln(K_2) - \ln(K_1) = -\frac{\Delta H - T_2 \Delta S}{RT_2} - \left(-\frac{\Delta H - T_1 \Delta S}{RT_1}\right)$$

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) &= \frac{\Delta H - T_1 \Delta S}{RT_1} - \frac{\Delta H - T_2 \Delta S}{RT_2} = \frac{(\Delta H - T_1 \Delta S) \cdot T_2 - (\Delta H - T_2 \Delta S) \cdot T_1}{RT_1 T_2} = \\ &= \frac{\Delta H T_2 - T_1 T_2 \Delta S - \Delta H T_1 + T_1 T_2 \Delta S}{RT_1 T_2} = \frac{\Delta H (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \end{aligned}$$

Как видно из вывода формулы, отношение констант равновесия можно посчитать только при знании ΔH .

ΔS же, которую мы знаем, сокращается при выводе формулы. \Rightarrow Нельзя рассчитать $\frac{K_2}{K_1}$ 3

$$6) C(X)_0 = 0,2 \text{ mM} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\begin{array}{c|c|c|c} 4X & \rightleftharpoons & X_4 & \\ \hline X & 2 \cdot 10^{-4} & 4X & 0 \\ & & 2 \cdot 10^{-4} - 4X & \\ \hline X_4 & 0 & X & X \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} 2 \cdot 10^{-4} - 4X = X \\ X = 4 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \\ \Rightarrow [X_4] = [X] = \\ = 4 \cdot 10^{-5} \text{ M} \end{array} \right\} \Rightarrow K = \frac{[X_4]}{[X]^4} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{(4 \cdot 10^{-5})^4} = 1,5625 \cdot 10^{13} \quad 4$$

~~| | Б | П | О |
|----------------|-------------------|---|---|
| X | $4 \cdot 10^{-5}$ | | |
| X ₄ | $4 \cdot 10^{-5}$ | | |~~

$$7) C(X)^I = 4 \cdot 10^{-5} + 1 \cdot 10^{-6} = 4,1 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

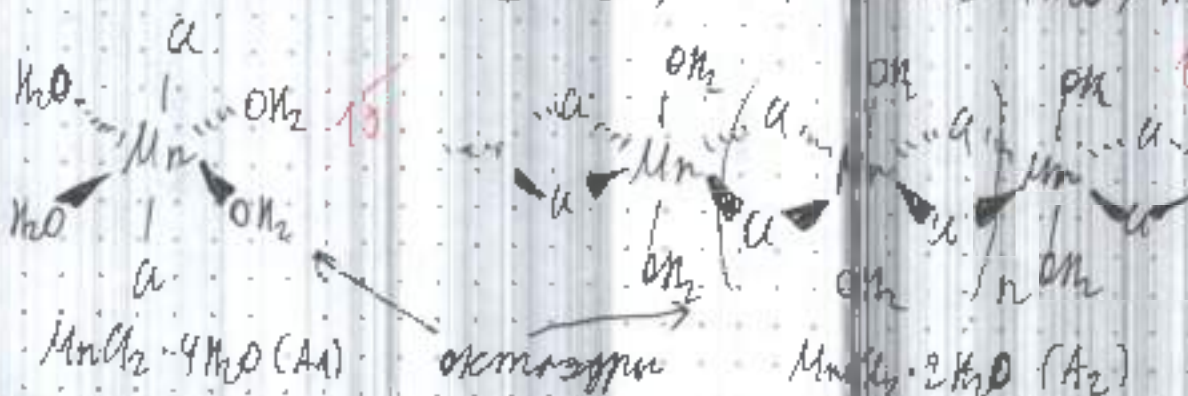
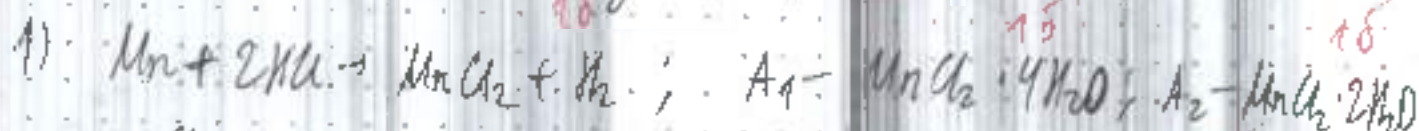
	Б	П	О
X	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$4X$	$4,1 \cdot 10^{-5} - 4X$
X ₄	$4 \cdot 10^{-5}$	X	$4 \cdot 10^{-5} + X$

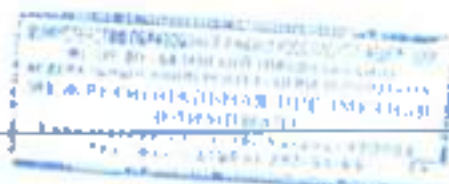
$$\frac{4 \cdot 10^{-5} + X}{(4,1 \cdot 10^{-5} - 4X) \cdot 4} = 1,5625 \cdot 10^{13}$$

$$X = 2,3532 \cdot 10^{-9} \Rightarrow [X_4]^I = 4 \cdot 10^{-5} + 2,3532 \cdot 10^{-9} \approx 4,0235 \cdot 10^{-5} M \Rightarrow$$

⇒ Ответ: $[X_4]$ увеличится на $3532 \cdot 10^{-9} M$ и
 изменит $\sim 4,0235 \cdot 10^{-5} M$.

Задача 1. $\Sigma = 175$



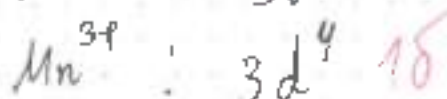


Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ХИМИИ » , 10 класс.

вариант _____

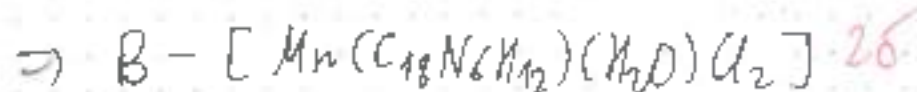
Задача 1 (продолжение)

2) Б — Mn_3O_4 — ¹⁸мангнит ⁰⁵4) ~~M(L)~~ L — $N_6C_{18}H_{12}$; $M(L) = 392,336 \frac{г}{моль}$

$$\frac{47,39}{92,011} : \frac{3,09}{1,008} = 9:7 = 18:14 \Rightarrow 6 \text{ B} - 18n$$

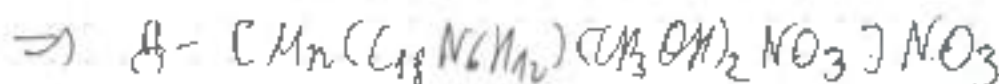
атомов С и 14n атомов Н; при $n=1$, $M(B) =$

$$= \frac{12,011 \cdot 18}{0,4739} = 456,21 \frac{г}{моль} - M([Mn(L)(H_2O)_2] \Rightarrow$$



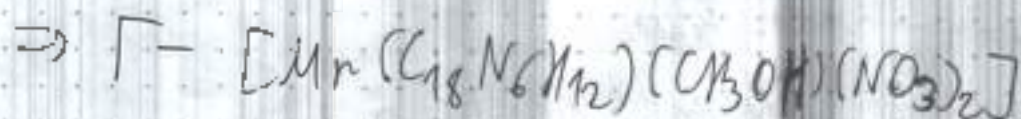
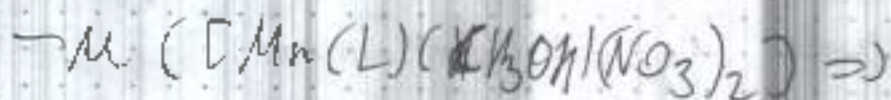
$$\Rightarrow \frac{43,25}{12,011} : \frac{3,63}{1,008} = 1:1 \Rightarrow A - L \cdot 2CH_3OH \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M(A) = \frac{12,011 \cdot 20}{0,4325} = 555,42 \frac{г}{моль} - M([Mn(L)(CH_3OH)_2NO_3]NO_3 \Rightarrow$$

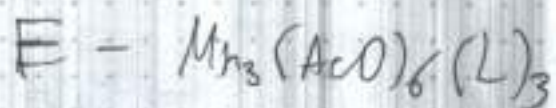
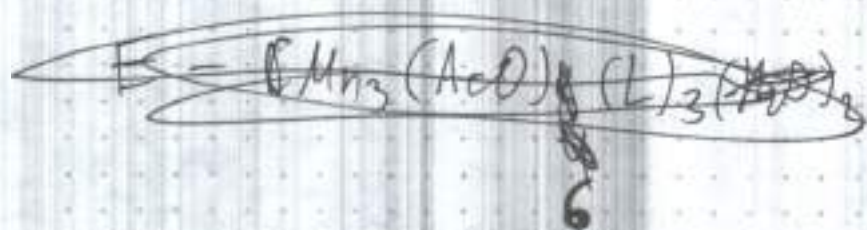


$$\frac{43,25}{12,011} : \frac{3,63}{1,008} = 19 : 16 \Rightarrow L \cdot CH_3OH - \Gamma \Rightarrow$$

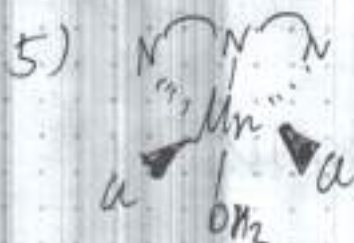
$$\Rightarrow M(\Gamma) = \frac{12,011 \cdot 19}{0,4367} = 523,295 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$



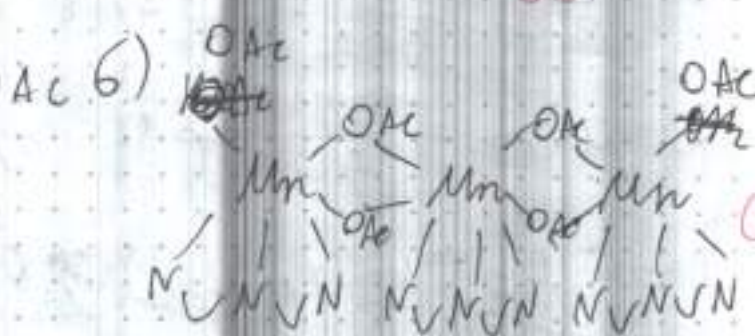
25



25



05



05

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

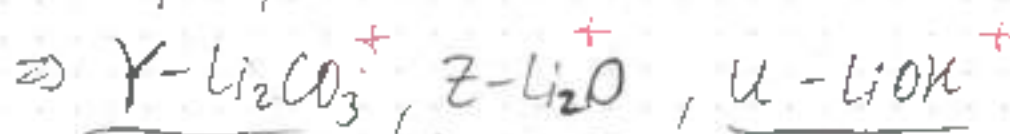
по « ХИМИИ », 10 класс,

вариант _____

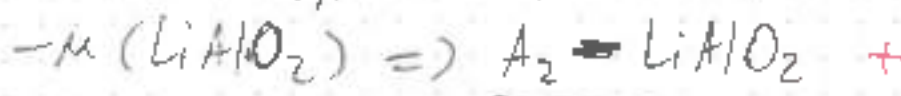
Задача 2

1) $Y + HCl \rightarrow$ бесцветный газ. Предположим этот газ — CO_2 , а Y — карбонат \Rightarrow

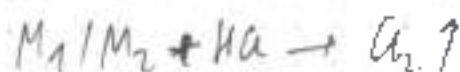
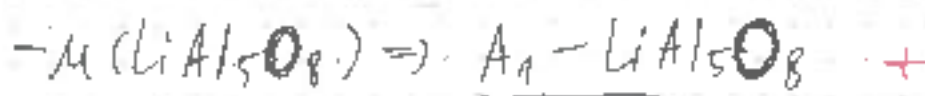
$$\Rightarrow \frac{44,009}{74,2 - 28,4} \cdot 74,2 = 73,902 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - M(Li_2CO_3) \Rightarrow$$



$$M(A_2) = \frac{26,982 \text{ г}}{0,4093} ; \text{ при } n=1, M = 65,922 \frac{\text{г}}{\text{моль}} -$$



$$M(A_5) = \frac{26,982 \text{ г}}{0,5} ; \text{ при } n=5, M = 269,82 \frac{\text{г}}{\text{моль}} -$$



$$n(C_2)_2 = \frac{0,1917}{22,4} = 8,558 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\text{при } n(M_2) = n(C_2) : M(M_2) = \frac{1}{8,558 \cdot 10^{-3}} = 116,85 \frac{\text{г}}{\text{моль}} -$$



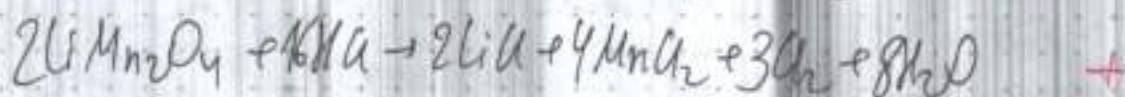
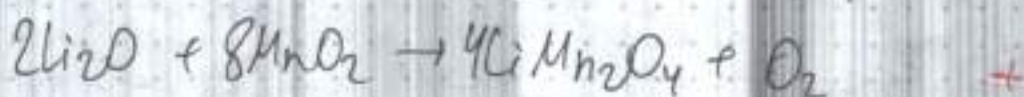
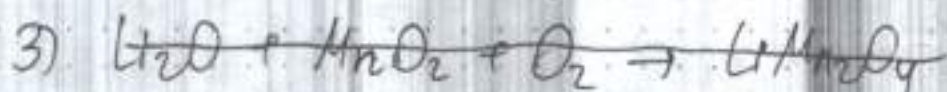
$$n(\text{Li}_2)_1 = \frac{0,1858}{224} = 8,2946 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$M(M_1) = \frac{1}{8,2946 \cdot 10^{-3} \cdot n} ; \text{ где } n = \frac{2}{3}, M = 160,84 \frac{\text{г}}{\text{моль}} -$$

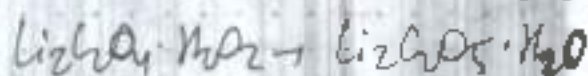
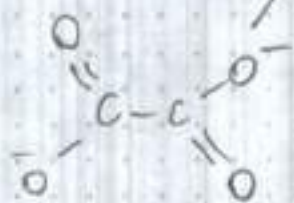
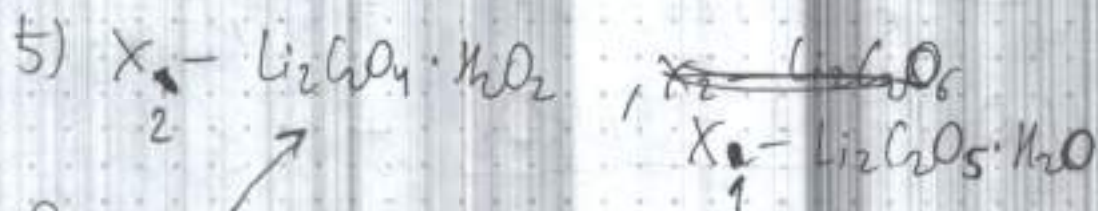
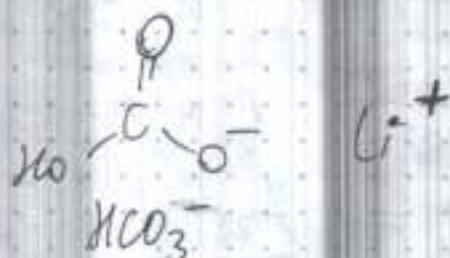
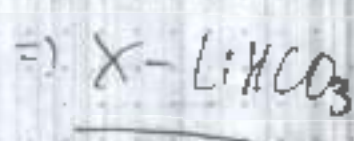
$$- M(\text{LiMn}_2\text{O}_4) \Rightarrow \underline{M_1 - \text{LiMn}_2\text{O}_4} +$$

$$- G_1 - \text{Li}_4\text{Fe}_4\text{O}_4 = \frac{(101,07 + 32) \cdot 11}{2 \cdot 29,89} = 24,51$$

2) В качестве конструктивных материалов -



$$4) M(X) = \frac{73,893}{41,2} \cdot 131 = 135,95 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - M(\text{Li}_2\text{M}_2\text{O}_6) \Rightarrow$$



$$\Sigma = 12,5$$



Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Химии» _____, 10 класс,

Задание 3

1) — ароматический, т.к. молекула — плоская,
 $N(\pi e^-) = 2 = 4 \cdot 0 + 2$. ~~и имеет замкнутую систему сопряженных связей~~ +

— антиароматический, т.к. молекула — плоская,
 а $N(\pi e^-) = 4 = 4n = 4 \cdot 1$ +

— неароматический, т.к. молекула не имеет замкнутую систему сопряженных связей +

— ароматический, т.к. $N(\pi e^-) = 10 = 4 \cdot 2 + 2$ +

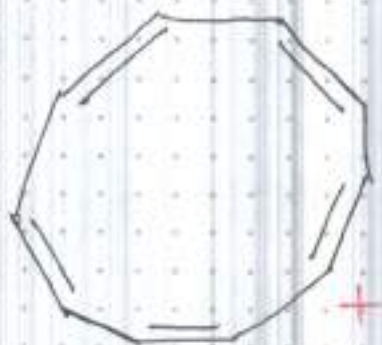
— неароматический, т.к. молекула — неплоская +

— неароматический, т.к. связи не сопряжены +

— ароматический, т.к. $N(\pi e^-) = 10 = 4 \cdot 2 + 2$ +

Б

2)



цис-циклопентадиен
декапентадиен



(транс, цис, цис, транс, цис)-ди-
декапентадиен



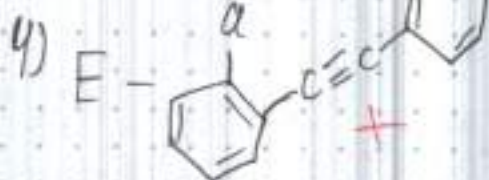
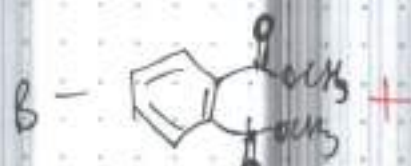
(транс)



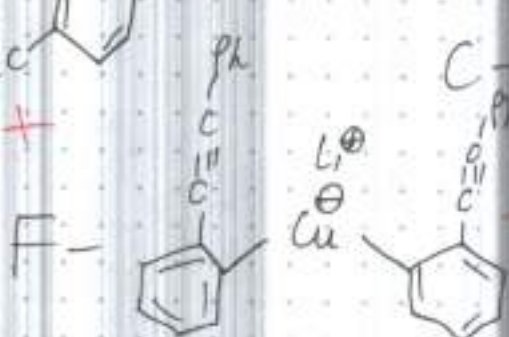
(транс, цис, цис, транс, цис)-ди-
декапентадиен

Для цис-формы наблюдается кетонская асимметрия,
т.к. ей невозможно чтобы все углы в цикле были оди-
наковые, $\pm 9,5$

3)



2



1	6
2	1,5
3	2
4	2
$\Sigma = 12,5$	