



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Талалаев Сергей Алексеевич**

Класс: **9**

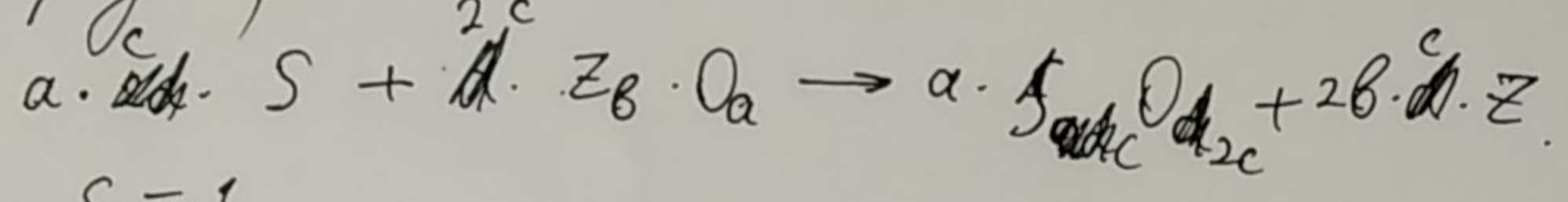
Технический балл: **66**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

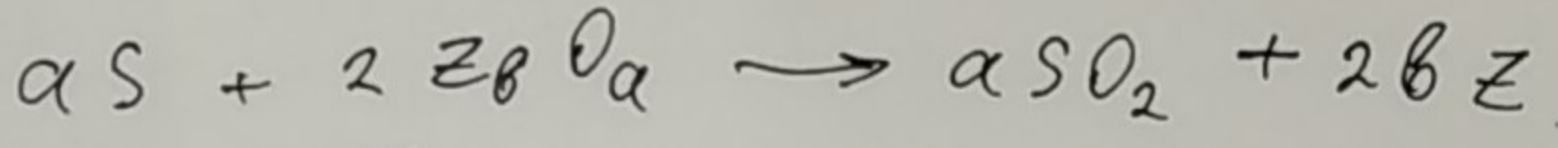
Шифр	Проверил	1	2	3	4	5	6	Σ	Комментарий
9225505	В.В.Еремин	10	15	0	15	20	6	66	№ 3 – № 6 – 4 балла за Fe, 2 балла за молярную массу лиганда

Черновик
Задача 3

Предп., что $A - \text{S}$, $B - \text{O}_2 \Rightarrow \frac{d}{c} = \frac{1}{2} \Rightarrow d = \frac{c}{2} \Rightarrow d = 1, c = 2$



$c = 1$



$$M(\text{Z}) = \frac{17}{3} \cdot 16 - \frac{\alpha}{8} \quad \text{S}$$

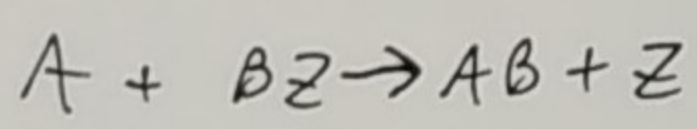
$\text{Z}_B \text{O}_2$ 45,33...
 $M(A) : M(B) : M(Z) = 16 : 1 : \left(\frac{17}{3} \cdot \frac{\alpha}{8}\right)$ $\frac{17}{3}$

- ~~S, O₂~~, H₂S, PH₃, AsH₃, ~~H₂CN, NH₃~~
 S, P, As

Оксиды

- S O₂, TiO₂, ~~UO₂, BrO₅~~, ~~BrO₅, CaO₂~~, MO₂, ClO₄, IO₃.
 Mg₂O₃, Ca₂O₃, Fe₂O₄,
 B₃O₂,
 $Z = \text{Hal}_x$

$a = 1, b = 1, c = 1, d = 1$

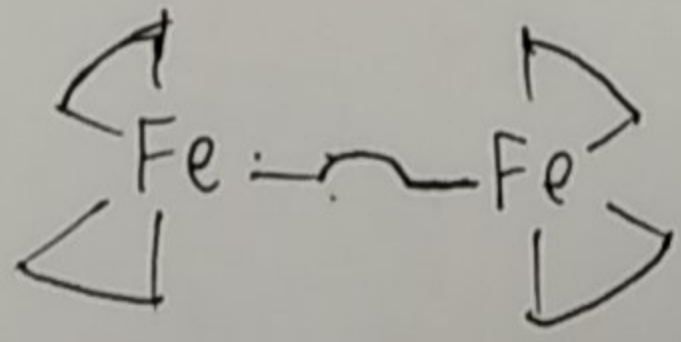
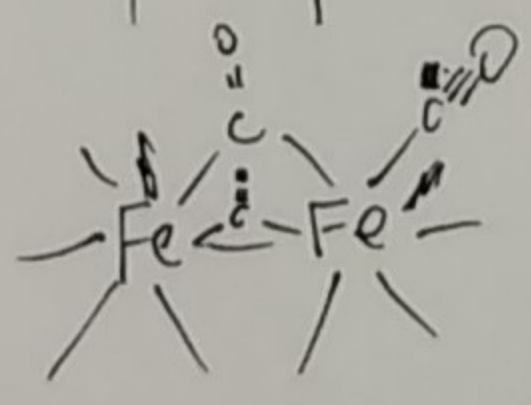
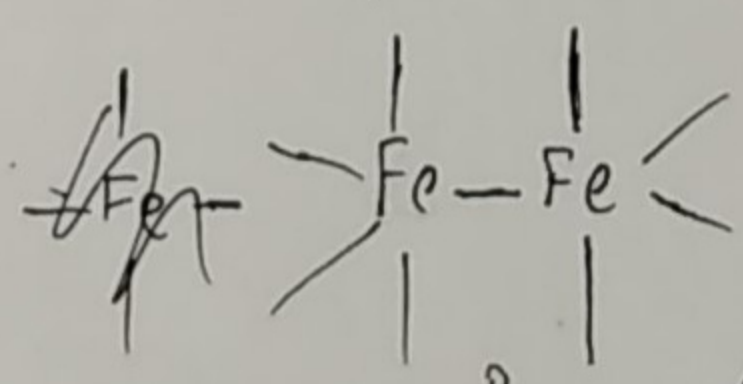
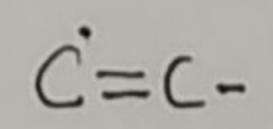
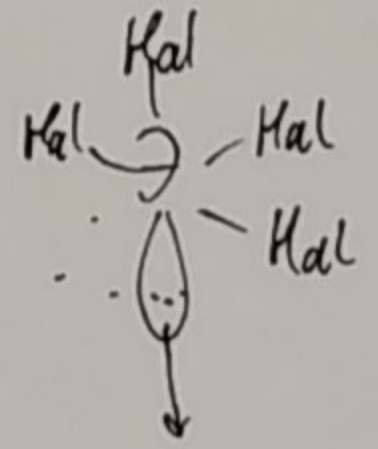
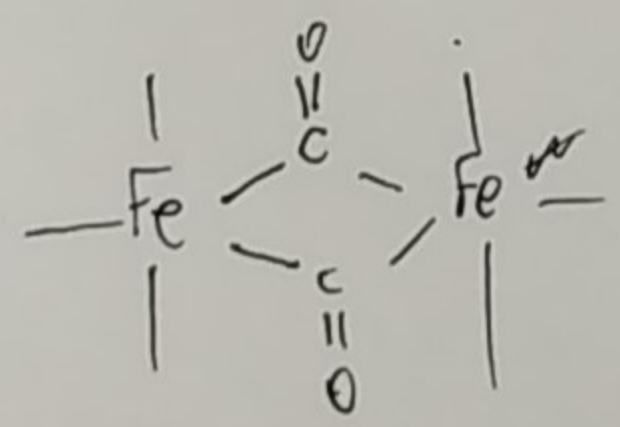


$16 : 1 : \frac{17}{3}$

$6,2x \quad 8,86x$

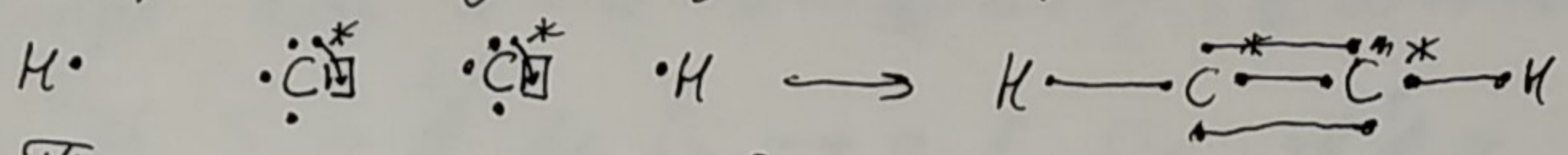
$8,86x$

$M(Z) = 87,7962$



Чистовик
Задача 1

Пример: молекула ацетилена, $H-C \equiv C-H$

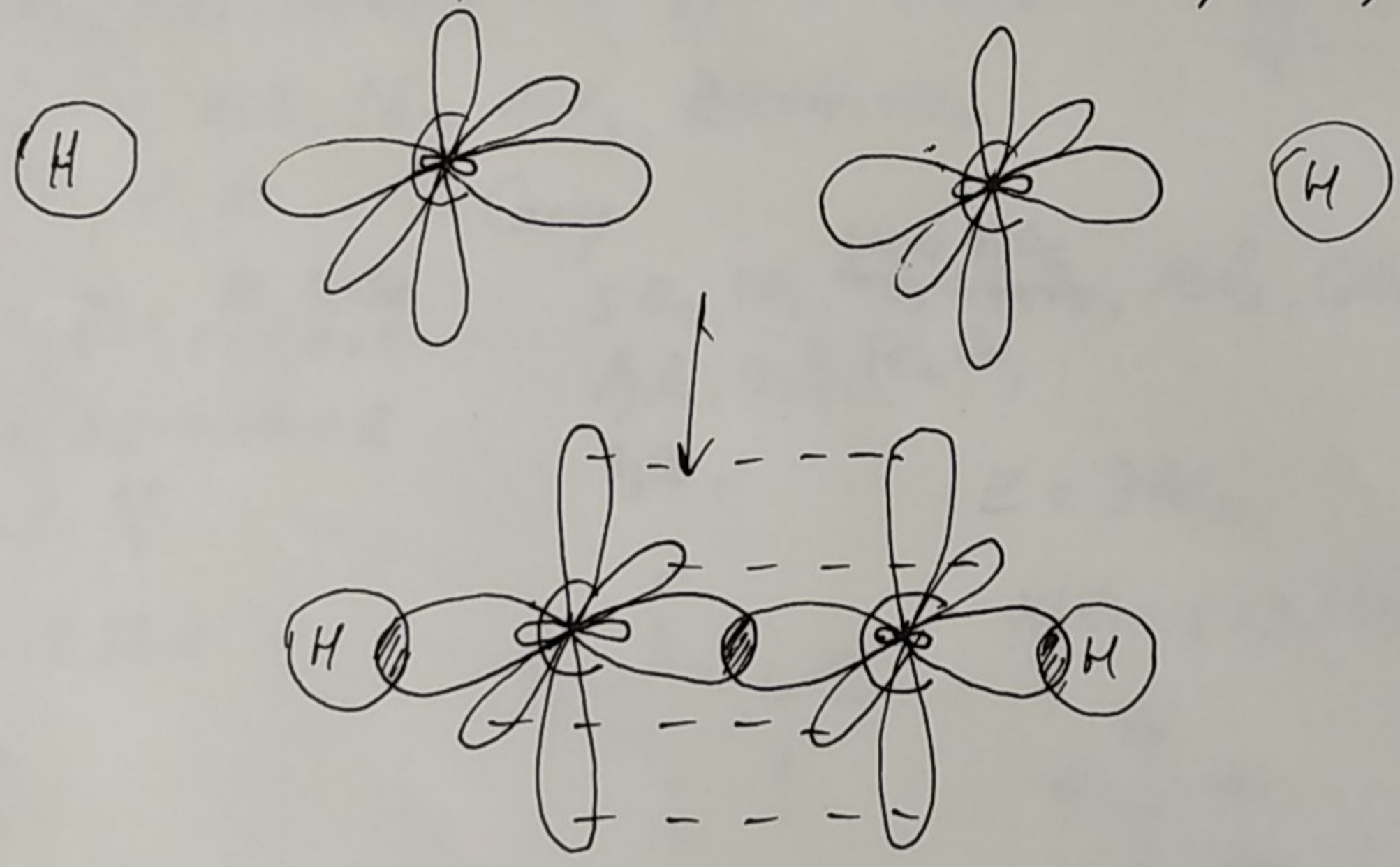


~~Также у атомов углерода имеется по 2 электр~~

У 2 атомов H по 1 электрону, у 2 атомов C - по 6, итого $2 \cdot 1 + 2 \cdot 6 = 14$ электронов.

В образовании связей участвуют 10 электронов

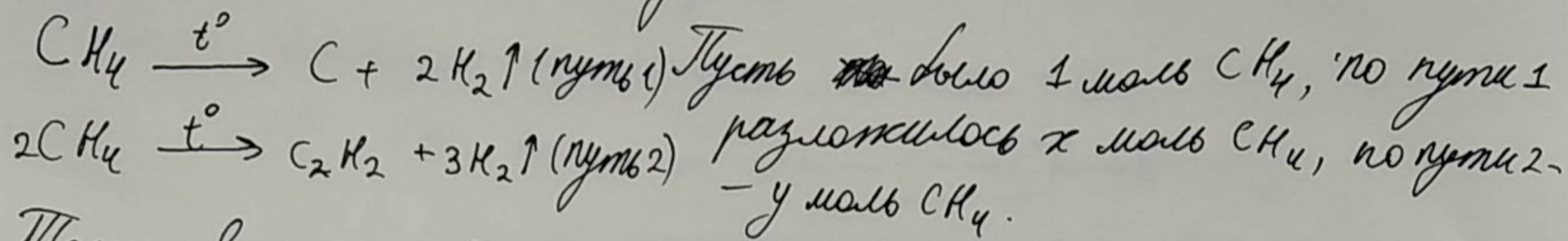
Мал-ла линейна, т.к. атомы C макс. в sp -гибридизации



Ответ: пример — ~~CH4~~ C_2H_2

Чистовик

Задача 2



Тогда в конечной смеси $1-x-y$ моль C_2H_4 , $2x + \frac{3}{2}y$ моль H_2 и $\frac{1}{2}y$ моль C_2H_2 .

Уравнение идеального газа: $pV = \nu RT$.

Применим его к смеси. П.к. $V = \text{const}$, $T = \text{const}$, то $p \sim \nu$. П.к. давление увелич. в 1,6 раза, то кол-во в-ва увелич. в 1,6 раз,

$$\text{т.е. } 1-x-y + 2x + \frac{3}{2}y + \frac{1}{2}y = 1+x+y = 1,6 \cdot 1 \Rightarrow x+y = 0,6$$

П.к. плотность получ. смеси равна 3,5 по водороду, то $D_{\text{H}_2} = \frac{(1-x-y) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4) + (2x + \frac{3}{2}y) \cdot M(\text{H}_2) + \frac{1}{2}y \cdot M(\text{C}_2\text{H}_2)}{1,6 \cdot M(\text{H}_2)} = 3,5$

$$(1-x-y) \cdot 16 + (2x + \frac{3}{2}y) \cdot 2 + \frac{1}{2}y \cdot 26 = 11,2$$

$$16 - 16x - 16y + 4x + 3y + 13y = 11,2$$

$$16 - 12x = 11,2$$

$$12x = 4,8$$

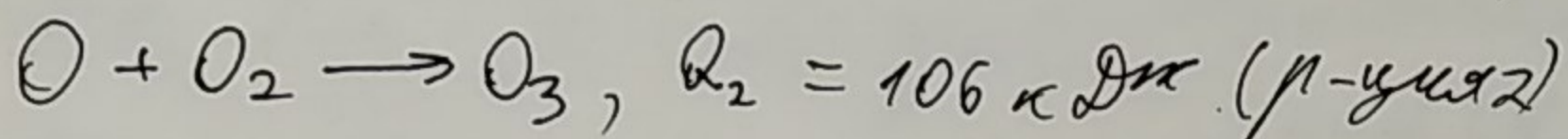
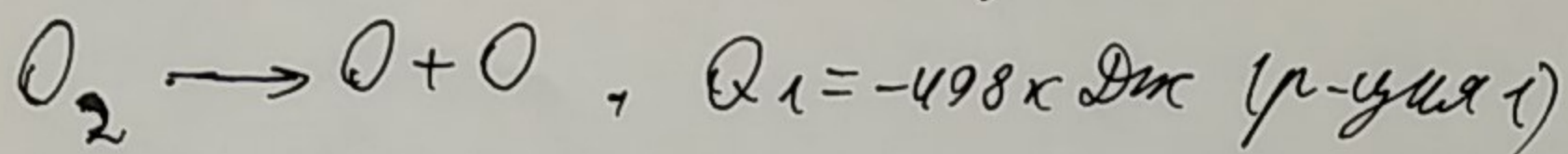
$$x = 0,4$$

П.к. $x+y = 0,6$, то $y = 0,2$.

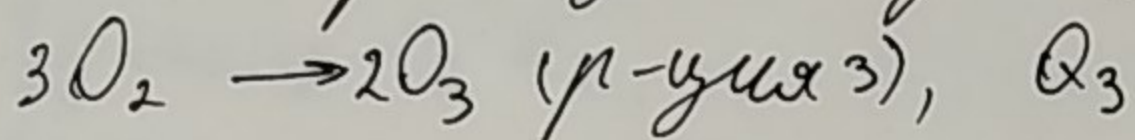
Итак, по первому пути разложилось 0,4 моль C_2H_4 , т.е. $\frac{0,4}{1} = 40\%$,
а по второму - 0,2 моль, т.е. $\frac{0,2}{1} = 20\%$

Ответ: в смесь превратилось 40% C_2H_4 , а в C_2H_2 - 20%.

Чистовик
Задача 4



Уравнение реакции получ. озона из кислорода:



Чтобы получить 2 моль озона р-цию 3, нужно сложить 1 р-цию 1 и 2 реакции 2.

$$\text{Тогда } Q_3 = Q_1 + 2Q_2 = -498 + 2 \cdot 106 = -286 \text{ кДж}$$

Но Q_3 мы посчитали на 2 моль $O_3 \Rightarrow$ теплота образования 1 моль O_3 ^{из O_2} равна $\frac{-286}{2} = -143 \text{ кДж}$, т.е. $Q(O_2 \rightarrow O_3) = -143 \text{ кДж/моль}$

Посмотрим на реакцию 1. В ней происх. разрушение разрыв связи $O=O$ в O_2 , а ср-ия новых не происх. $\Rightarrow E_{св}(O=O) = 498 \text{ кДж/моль}$

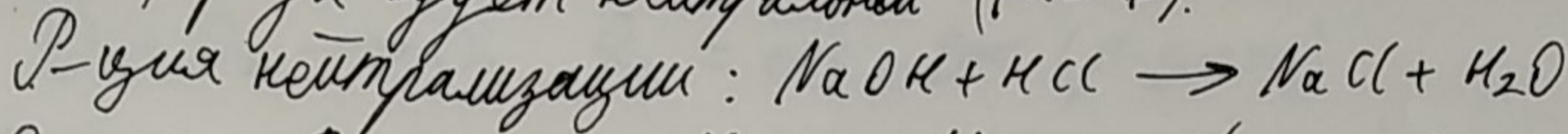
В р-ции 3 происх. ~~разрушение~~ разрыв 3 связей $O=O$ в O_2 и ср-ие $2 \cdot 2 = 4$ связей $O=O$ в $O_3 \Rightarrow 4E_{св}(O=O) - 3E_{св}(O=O) = Q_3 = -286 \text{ кДж/моль}$
 $\Rightarrow E_{св}(O=O) = \frac{Q_3 + 3E_{св}(O=O)}{4} = 302 \text{ кДж/моль}$

Ответ: теплота ср-ия 1 моль O_3 из O_2 равна -143 кДж , т.е. $E_{св}(O=O) \text{ в } O_3 = 302 \text{ кДж/моль}$

Чистовик

Задача 5

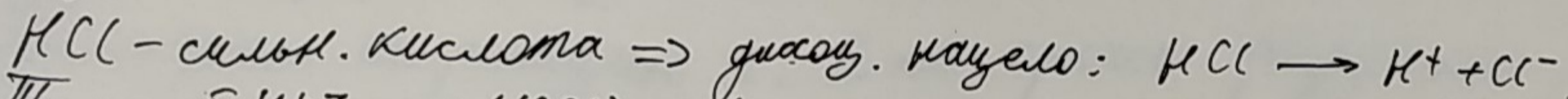
Известно, что если смешать HCl и NaOH в объёмн. отнош. 4:3, среда будет нейтральной (pH=7).



Отсюда Возьмём 4V р-ра HCl и 3V р-ра NaOH. Тогда $\nu(\text{HCl}) = c_1 \cdot 4V$, $\nu(\text{NaOH}) = c_2 \cdot 3V$, $\nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) \Rightarrow c_2 = c_1 \cdot \frac{4V}{3V} = \frac{4}{3} c_1$

Теперь возьмём 3V р-ра HCl и 2V р-ра NaOH. Тогда $\nu(\text{HCl}) = c_1 \cdot 3V$, $\nu(\text{NaOH}) = c_2 \cdot 2V = \frac{4}{3} c_1 \cdot 2V = \frac{8}{3} c_1 V < 3 c_1 V \Rightarrow \text{NaOH в недост.}$

Тогда после реакции останется 0 моль NaOH и $\frac{1}{3} c_1 V$ моль HCl. Итого объём р-ра равен $3V + 2V = 5V$, то $c(\text{HCl})$ в новом р-ре равно $\frac{\frac{1}{3} c_1 V}{5V} = \frac{1}{15} c_1$.



Тогда $[\text{H}^+] = c(\text{HCl}) = \frac{1}{15} c_1 = 0,1 \text{ моль/л} \Rightarrow c_1 = 1,5 \text{ моль/л} = 1,5 \text{ M}$.

Тогда $c_2 = \frac{4}{3} c_1 = 2 \text{ M}$

Смешаем x V р-ра HCl и y V р-ра NaOH, чтобы получить р-р с pH=0.

Тогда $c(\text{HCl}) = 1,5xV$, $c(\text{NaOH}) = 2yV$, при этом NaOH в недост.

После р-ции ост-ся 0 моль NaOH и $1,5xV - 2yV = 0,5V \cdot (3x - 4y)$ моль HCl.

$$\Rightarrow [\text{H}^+] = c(\text{HCl}) = \frac{0,5V(3x-4y)}{xV+yV} = \frac{0,5 \cdot (3x-4y)}{x+y} = 1 \text{ моль/л.}$$

$$0,5 + 1,5x - 2y = x + y$$

$$0,5x = 3y$$

$$x = 6y$$

Итак Отсюда р-ры нужно смешать в отнош. $6:1$ $x:y = 6y:y = 6:1$

Ответ: $c_1 = 1,5 \text{ моль/л}$; $c_2 = 2 \text{ моль/л}$; в отн. 6:1

Чистовик

Задача 6

Во Пусть Y по массе $6,22$, тогда $X - 54,9322$, а Z оксида Y (т.к. в р-ции $2 X$ рас окис $3y - ем с O_2$ с содр. $YxOy$) $- 8,862$.

Отсюда $w(Y)_{YxOy} = \frac{6,22}{8,86} \approx 69,98\% \Rightarrow w(O)_{YxOy} \approx 30,02\%$.

$w(O)_{YxOy} = \frac{y \cdot 16}{M(YxOy)} = 30,02\% \Rightarrow M(YxOy) = 0,3002 = 16y$.

$M(YxOy) \approx 53,3y \Rightarrow Mx - M(Y) = 37,3y \Rightarrow M(Y) = \frac{37,3y}{x}$.

при $x=2, y=3: M(Y) = 55,95 - Fe$

По условию, Z - бинарное в-во, получ. р-цией галогенной обмена $\Rightarrow Z - \text{галоген} \cdot \text{Э}Hal_z$

Пусть $X - [Fe(Z)_5]$, тогда $M(X) = 55,85 \cdot 8,86 = 494,831 \text{ г/моль} \Rightarrow$

$\Rightarrow M(Z) = \frac{494,831 - 35,85}{5} = 87,4962 \text{ г/моль}$.

Задача 3

Задача 3

Пусть B задана матрицей с элементами: A, B и Z .
Матрица $Y - B \cdot Z \cdot B$, $X - A \cdot c \cdot B \cdot d$.

$$acA + dB \cdot Z \cdot B \rightarrow acA + Bd + BdZ$$

Матрица B задана матрицей с элементами A, B и Z .
То же, a и d матрица Y .
То же, a и d матрица Y .

$$\text{То же, } \frac{ac \cdot M(A)}{d \cdot (a \cdot M(B) + b \cdot M(Z))} = \frac{12}{5} \quad (1), \quad \frac{ac \cdot M(A) + d \cdot (M(B) + b \cdot M(Z))}{bd \cdot M(Z)} = 4 \quad (2)$$

$$(1) \quad 2,4ad \cdot M(B) + 2,4bd \cdot M(Z) = ac \cdot M(A) \quad (2) \quad 4bd \cdot M(Z) = bd \cdot M(Z) + ad \cdot M(B) + ac \cdot M(A)$$

$$\text{Из (1) и (2): } 3bd \cdot M(Z) = ad \cdot M(B) + 2,4d \cdot (a \cdot M(B) + b \cdot M(Z)) - 2,4d$$
$$0,6bd \cdot M(Z) = 3,4ad \cdot M(B) \quad | : d : 0,2$$

$$3b \cdot M(Z) = 17a \cdot M(B)$$

$$M(Z) = \frac{17}{3} \cdot \frac{a}{b} \cdot M(B)$$

$$(1) \quad 2,4d \cdot (a \cdot M(B) + b \cdot M(Z)) = ac \cdot M(A)$$

$$M(A) = \frac{2,4d}{ac} \cdot (a \cdot M(B) + \frac{17}{3} \cdot \frac{a}{b} \cdot b \cdot M(B)) = \frac{2,4d \cdot 20}{3 \cdot c} \cdot M(B) = 16 \frac{d}{c} \cdot M(B)$$