



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Выход 12⁵⁵ - 12⁵⁸

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Кузнецова Фёдора Никитича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника

Чистовик

1	2	3	4	5	6	7	Σ
10	15	15	10	16	20	10	96

№1

Наиболее распространённые соли с большим количеством кристаллоhydrатов - сульфаты, хлориды, иногда оксалаты. Первое соединение обладает довольно странной гробовой массой на единицу воды:

$$M_{\text{оду}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{w(\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow \frac{M_{\text{оду}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{w(\text{H}_2\text{O})} = 39,73 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

\Rightarrow на 1 воду приходится 21,72 д/в соли. Такая гробовая часть с наибольшей вероятностью соответствует железистой соли. Тогда

$$M_{\text{оду}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{w(\text{H}_2\text{O})} = \frac{7 \cdot 18}{0,453} \approx 278 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{\text{с/в}} = M_{\text{оду}} - n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} = 152 \text{ г/моль, это}$$

соответствует $\text{FeSO}_4 \Rightarrow$ первый кристаллогидрат - $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Исходя из знака ~~и~~ в составе искомой соли, катрудо-го найди и второй кристаллогидрат:

$$M_{\text{оду}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{w_{\text{H}_2\text{O}}} \Rightarrow \frac{M_{\text{оду}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \approx 56 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{M_{\text{FeSO}_4} + n_{\text{H}_2\text{O}} M_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = 56 \Rightarrow \frac{M_{\text{FeSO}_4}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \underline{\underline{56 - M_{\text{H}_2\text{O}}}} \rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{56 + 36}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = 56 - 18 \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 4$$

Ответ: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

уравнение - !

Чистовик

N2

Т.к. реакции обр-я алюминатов из оксидов протекают без выделения ^{твердого} газообразных или жидких продуктов, можно предположить, что масса образовавшегося алюмината равна сумме масс оксидов натрия и алюминия:

$$m_{Na_2O} + m_{Al_2O_3} = m_{Na_xAl_yO_z} \Rightarrow m_{Al_2O_3} = m_{алюмината} - m_{Na_2O} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{Al_2O_3} = 16,48 - 12,4 = 4,08? \Rightarrow \nu_{Al_2O_3} = \frac{m_{Al_2O_3}}{M(Al_2O_3)} = 0,04 \text{ моль}$$

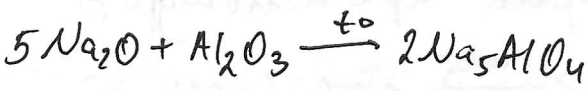
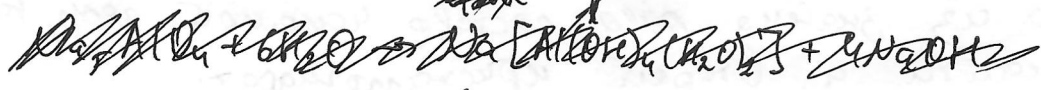
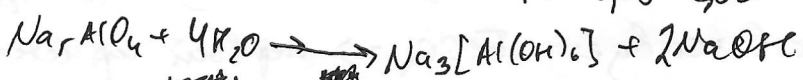
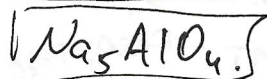
$$\nu_{Na_2O} = \frac{m(Na_2O)}{M(Na_2O)} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(Na) = 2\nu(Na_2O) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu(Al) = 2\nu(Al_2O_3) = 0,08 \text{ моль}$$

$$\nu(O) = \nu(Na_2O) + 3\nu(Al_2O_3) = 0,32 \text{ моль}$$

\Rightarrow искомый алюминат имеет формулу $Na_{0,4}Al_{0,08}O_{0,32}$ или

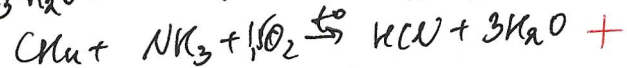
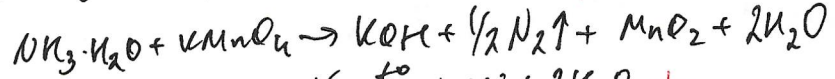
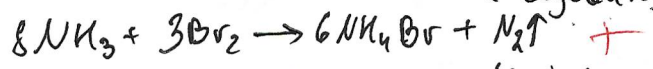


Ответ: Na_5AlO_4

N3

Газов легче воздуха ($M_{газа} < 29$) совсем не много: $H_2, CH_4, B_2H_6, NH_3, CO, HF$. Из них выраженные восп. св-ва проявляют H_2, NH_3 и CO , но в водном р-ре - практически только NH_3 . $\Rightarrow X = NH_3$. Зав. смесь $NH_3 + H_2$ при нагревании на воздухе не даёт ядовитых газов, как и смесь $NH_3 + B_2H_6$.

Однако смесь $CH_4 + NH_3$ может, омыкаясь испорченном воздухе, выдать легковоспламеняющуюся смесь $\Rightarrow Y = CH_4$



Ответ: NH_3, CH_4, KCN

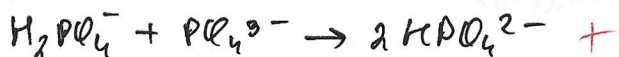
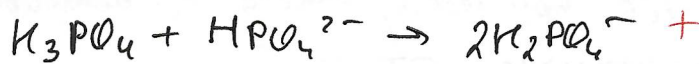
N4

Чистовики

При $pH=0$ концентрация ионов H^+ очень высокая, и K_3PO_4 не может перейти в депротонированную форму $\Rightarrow I = K_3PO_4$ +

При снижении pH фосфорная кислота постепенно депротонируется по первой ступени с образованием $K_2PO_4^- \rightarrow \Rightarrow II = K_2PO_4^-$ +

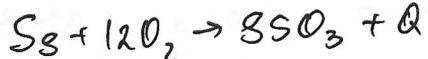
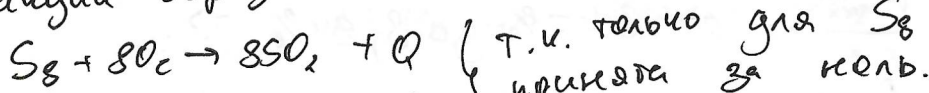
Аналогично, $III = HPO_4^{2-}$, $IV = PO_4^{3-}$ (там щелочнее среда, тем более K_3PO_4 сильная и депротонируется).



Ответ: $K_3PO_4 \rightarrow K_2PO_4^- \rightarrow HPO_4^{2-} \rightarrow PO_4^{3-}$

N5

Реакции образования SO_2 и SO_3 чертено записывать как



В таком случае, эти реакции можно записать как

$8E_{св}(S-S) + 8E_{св}(O=O) = 8 \cdot 2E_{св}(S=O) + 8Q_{обр}(SO_2)$

$8E_{св}(S-S) + 12E_{св}(O=O) = 8 \cdot 3E_{св}(S=O)' + 8Q_{обр}(SO_3)$

Зная, что $E_{св}(S=O) = 1,13E_{св}(S=O)'$ и значения $Q_{обр}(SO_2)$, $Q_{обр}(SO_3)$ и можно записать эти ур-я как

① $8E_{св}(S-S) + 8 \cdot 498 = 16E_{св}(S=O) + 1,13E_{св}(S=O)' + 8 \cdot 297$

② $8E_{св}(S-S) + 12 \cdot 498 = 24E_{св}(S=O)' + 8 \cdot 396$

Вычитая из 2-го выр-я первое, получим, что $E_{св}(S=O)' = 202,7$ ~~кДж/моль~~

$= 202,7 \text{ кДж/моль} \Rightarrow E_{св}(S=O) = E_{св}(S=O)' \cdot 1,13 = 229 \text{ кДж/моль}$

Ответ: 229 кДж/моль; 202,7 кДж/моль

Исходник

№6
 Твёрдый и летучий металл, применяемый в транзисторных реакциях - очевидно, цез $\Rightarrow \boxed{B = I_2}$

Предположим, что примеси, содержащиеся в металле, не взаимодействуют с цезом при данных условиях тогда вся выделяющаяся теплота - теплота образования Δ .

Тогда $m(A) = \frac{Q_{\text{выд.}}}{Q_{\text{обр.}}} = \frac{45058}{498,7} = 90,35 \text{ г}$. Если образцу содержится от 5 до 10 процентов примесей, масса A , вступившего в реакцию, лежит в промежутке от

$m \cdot (1 - w_{\text{прим. min}})$ до $m \cdot (1 - w_{\text{прим. max}}) \Rightarrow$ от 7,65 до 8,078 г

Тогда $w(A)$ в Δ лежит в промежутке от

$\frac{m_{\text{min}}}{m_{\Delta}}$ до $\frac{m_{\text{max}}}{m_{\Delta}} \Rightarrow$ от 8,47% до 8,94% \Rightarrow

$\Rightarrow w(I_2) \in [100 - 8,94; 100 - 8,47]\% \Rightarrow$ от 91,06 до 91,53%

\Rightarrow молярная масса Δ на одну единицу цеза лежит в промежутке от 138,7 до 139,5 г/моль \Rightarrow масса металла на 1 моль I составляет от 11,7 до 12,5 г/моль

моль I	$m(A)$	A
1	~12	\emptyset
2	~24	Mg
3	~36	\emptyset
4	~48	Ti

$\Rightarrow A$ либо Mg , либо Ti , однако в условии указано, что A - ~~редкий~~ переходный металл

Для образования 90,35 г TiI_4 необходимо $\frac{m(TiI_4)}{M(TiI_4)} \cdot M(Ti) \approx 7,79 \text{ г } Ti \Rightarrow$

$\boxed{A = Ti} \Rightarrow \boxed{A = TiI_4}$

$\Rightarrow m(Ti) = 7,79 \text{ г} \Rightarrow w_{\text{прим.}} = m(A)_{\text{техн.}} - m(Ti) \approx 0,71 \text{ г} \Rightarrow$

$\Rightarrow w_{\text{прим.}} = \frac{m_{\text{прим.}}}{m_{T_i(\text{техн.})}} = \frac{0,71}{8,5} \approx 8,344\%$



Ответ: $Ti, I_2, TiI_4; \sim 8,344\%$

70-44-34-45
(62.1)

№7

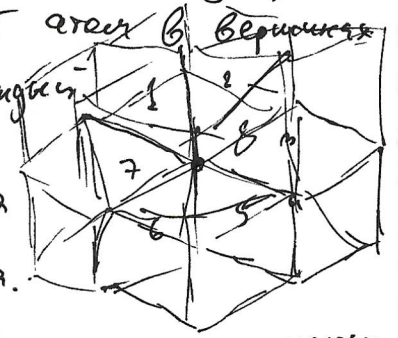
Исходник элементарную ячейку. Крупные шары, очевидно, вакансии (т.к. его ионный радиус много больше ионного радиуса водорода).

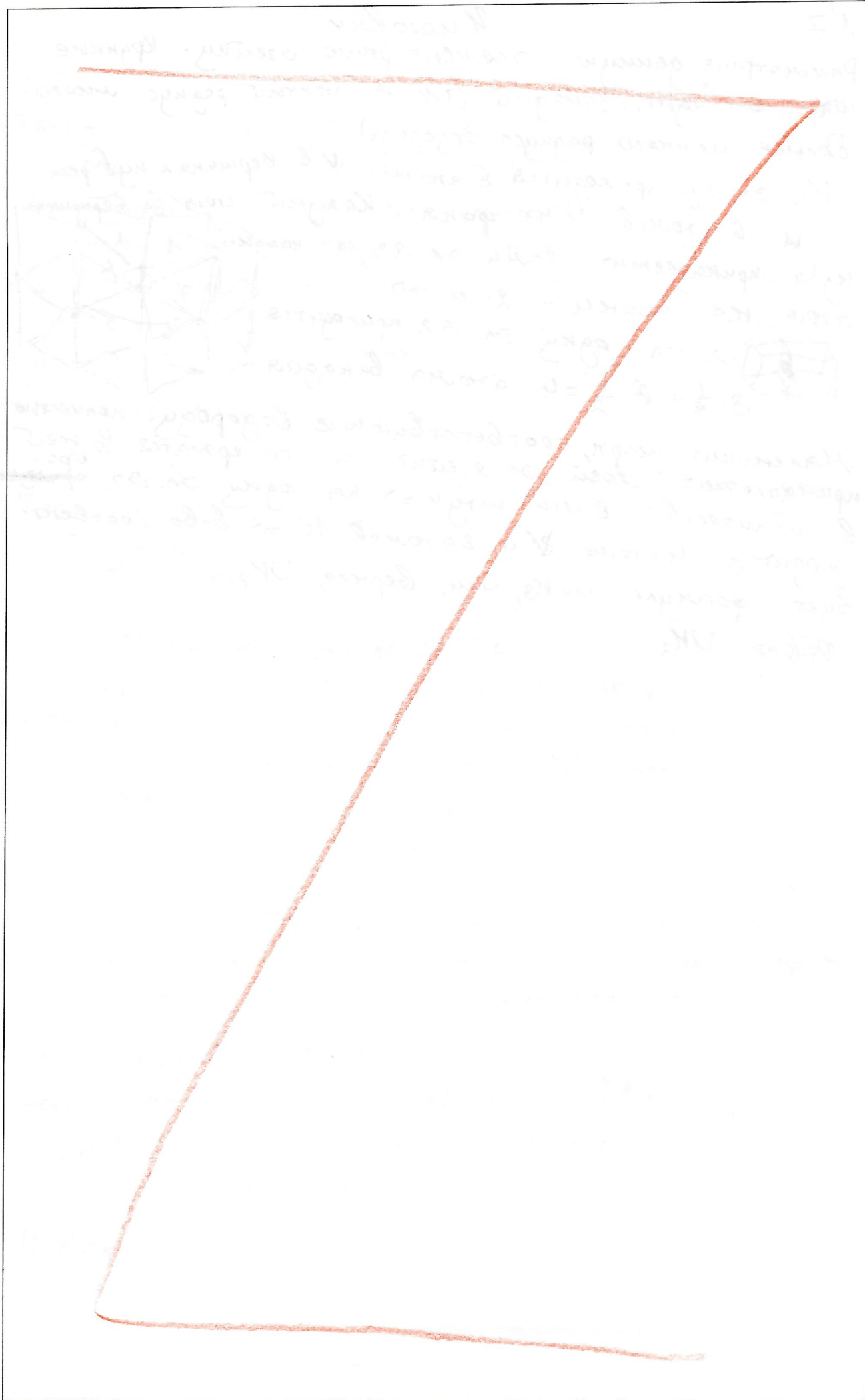
Кажд. эл. яг. приходится 8 атомов V в вершинах куб. реш. и 6 атомов H на гранях. Каждый атом V принадлежит кубу принадлежит 8-ми эл. яг., а каждый атом H на грани - 2-м. \rightarrow

\rightarrow на одну эл. яг. приходится $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$ атома вакансии.

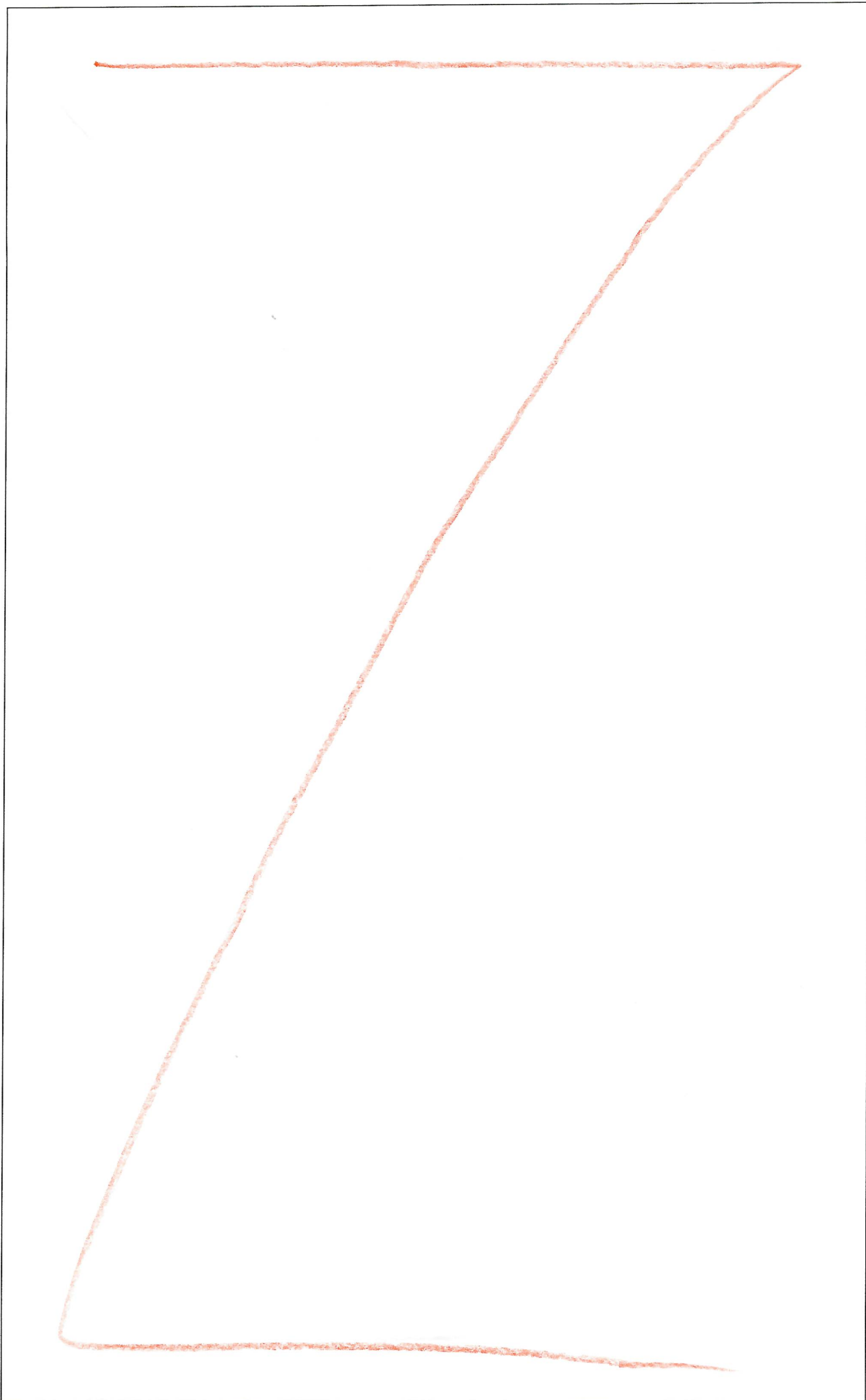
Маленькие шары, соответствующие водороду, полностью принадлежат своей эл. ячейке и содержатся в ней в количестве 8-ми штук \rightarrow на одну эл. яг. приходится 4 атома V и 8 атомов H \rightarrow в-во соответствует формуле V_4H_8 , или, вернее, VH_2 .

Ответ: VH_2



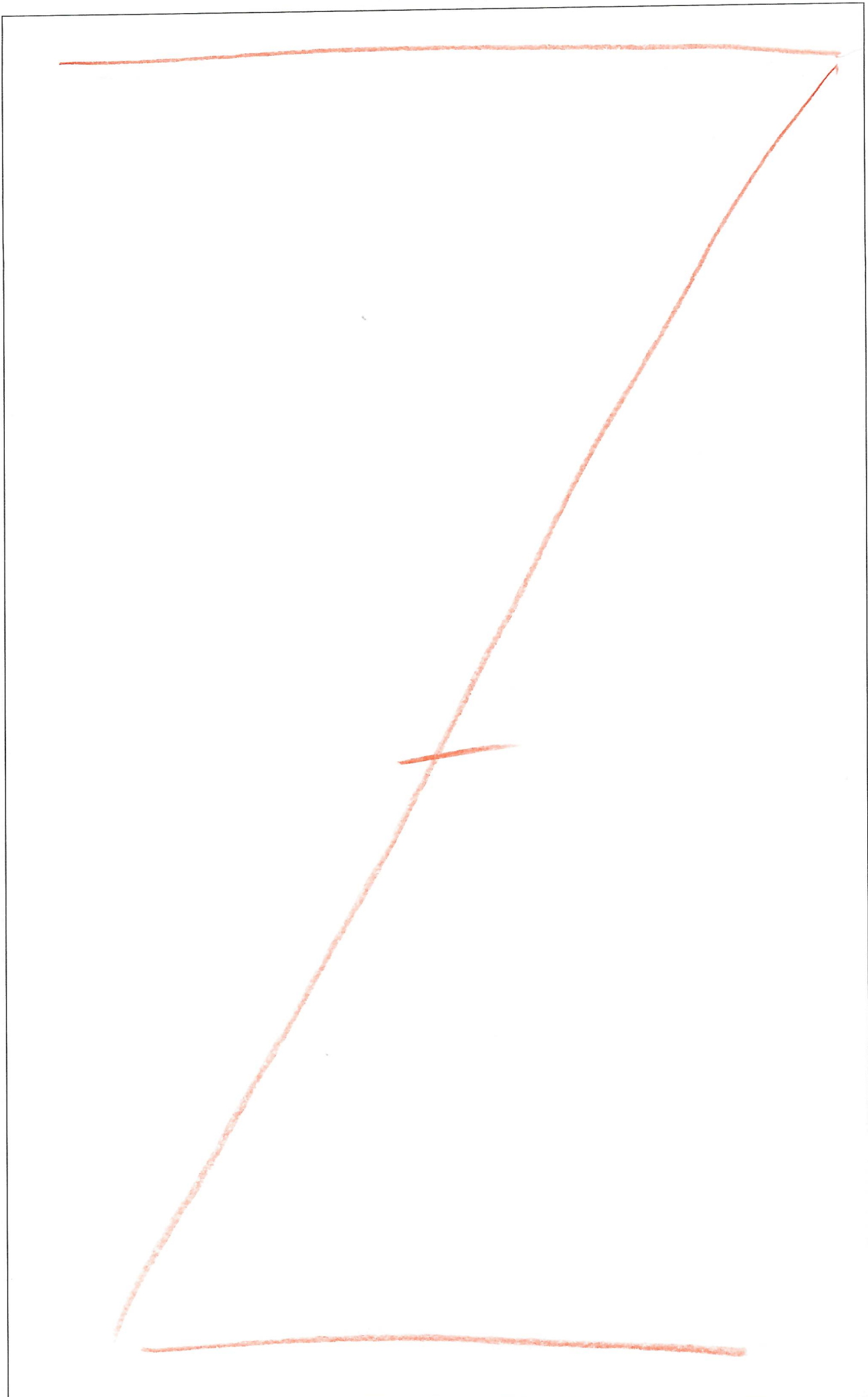


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



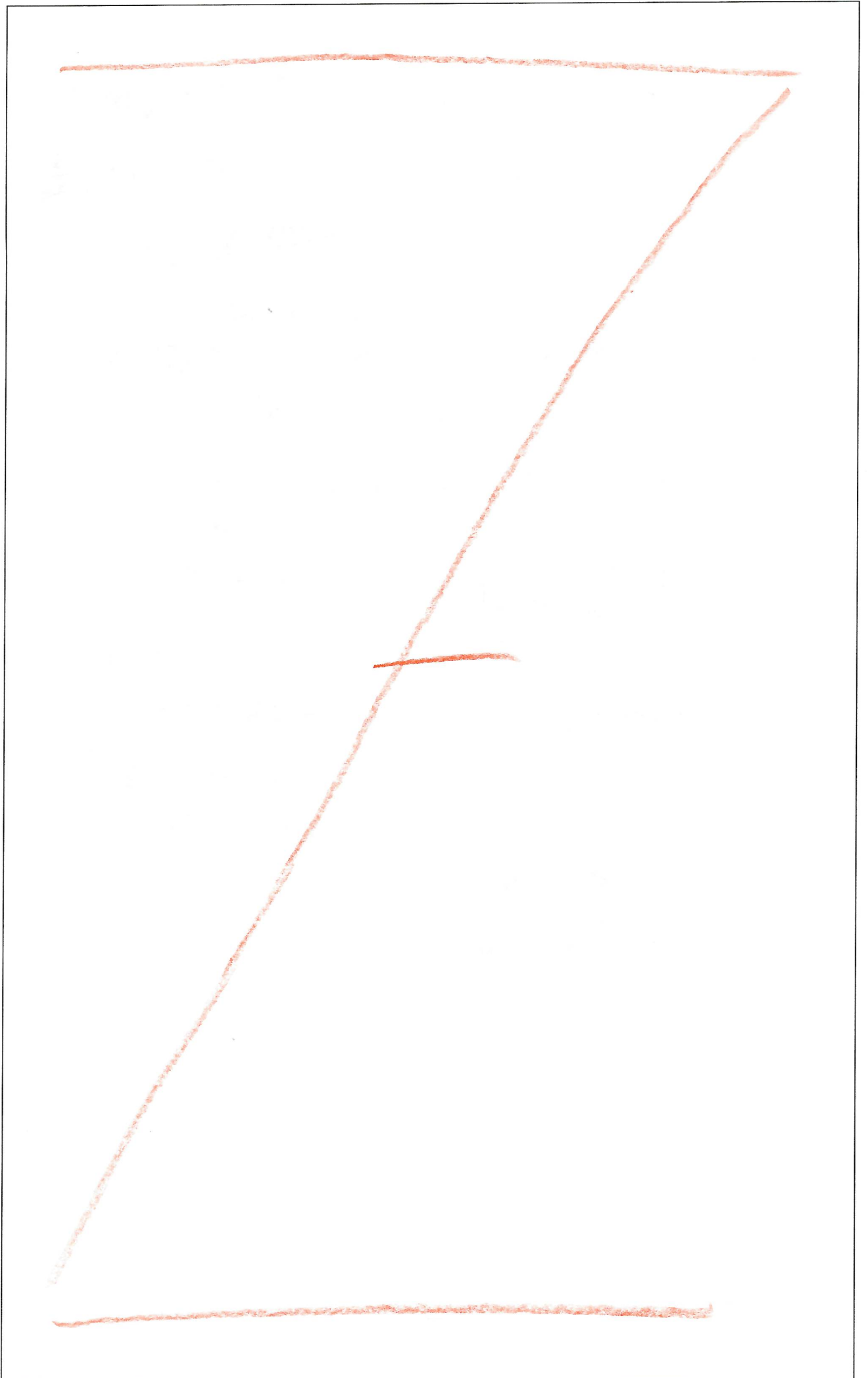
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

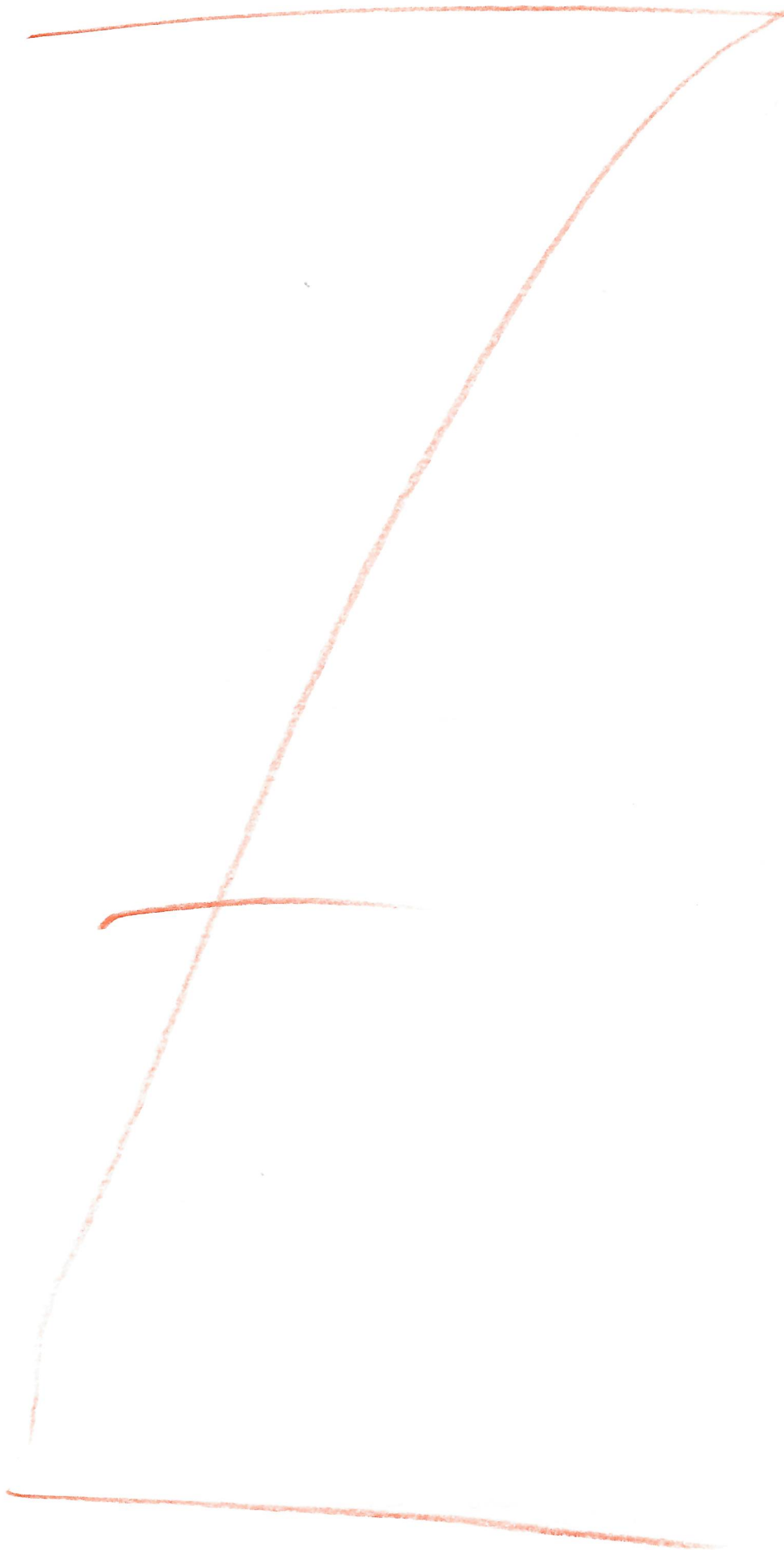


Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

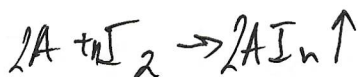
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



Черновик



$$\frac{8,5}{M(A)} \text{ мм} = \frac{M(AI_n)}{M(A)}$$

$$\frac{8,5}{M(A)} M(AI_n) = \dots$$

$$45058 \text{ Дм}$$

$$\downarrow$$

$$90,35 \text{ г. } AI_n$$

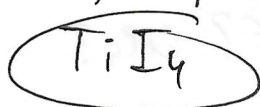
$$8,5 \text{ А (техн.)} \rightarrow 90,35 \text{ г. } AI_n$$

$$\text{от } 7,65 \text{ до } 9,35 \text{ ? } \text{ ~~от } 8,315 \text{ до } 99,985 \text{ ?}~~$$

$$\omega \in (0,0847; 0,1035)$$

$$\downarrow$$

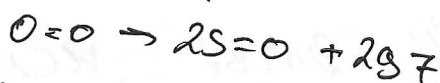
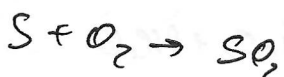
$$11,75 \text{ г/л} = 1$$



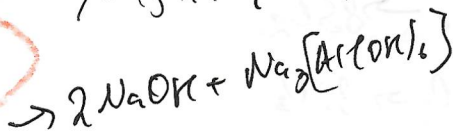
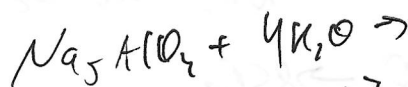
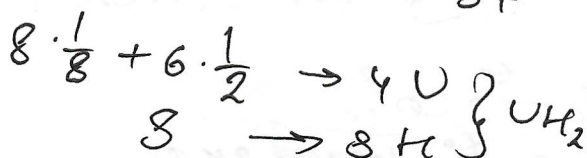
$$\downarrow \sim TI_4 (\sim 10\%)$$

$$14,66 \text{ г/л} = 1$$

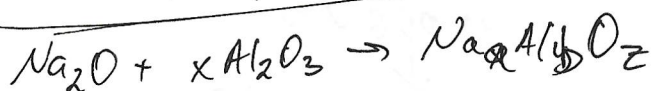
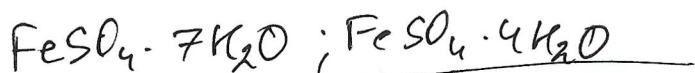
ScI₃ ← маловероятно
 NiI₄ → опрег
 GeI₅



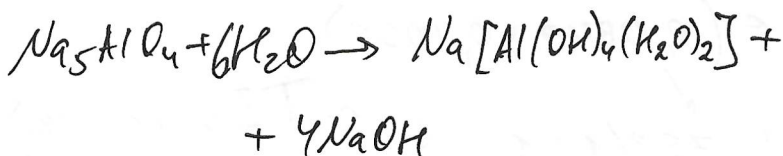
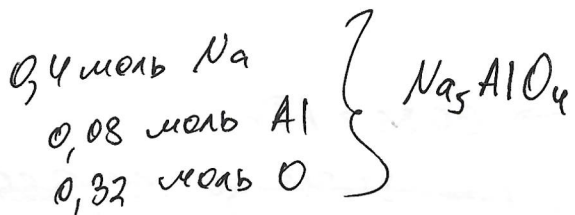
~100,5 } опрег → всё верно



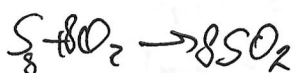
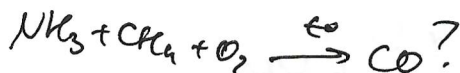
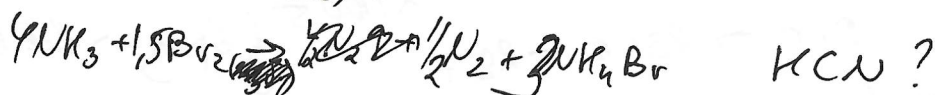
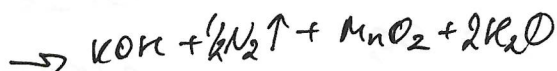
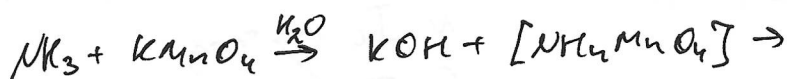
Черковск



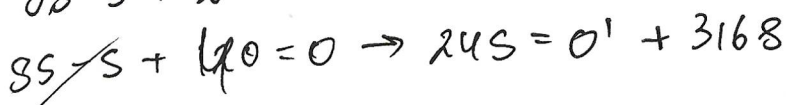
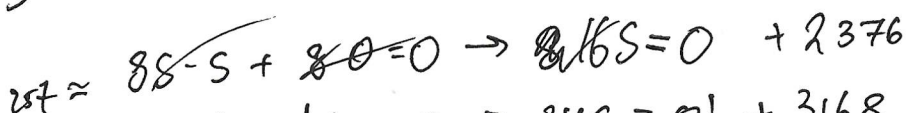
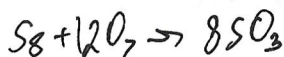
0,2 моль 0,04 моль



MC23 NH₃? CO? HF? CH₄?



8S-S



$24S=O' - 16S=O + 792 = 40 = 0$

$24S=O' - 16 \cdot 1,13 S=O + 792 = 4 \cdot 498$

$S=O' \approx 202,7 \text{ кДж/моль}$

$S=O \approx 229 \text{ кДж/моль}$