



13-26-38-81
(45.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Киммирен Анны Олеговны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 2 » марта 2025 года

Подпись участника

Анна

N 1.4.

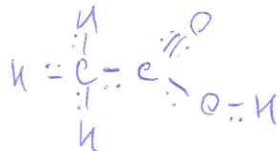
X содержит 28 нейтронов и 32 e^- , $\Rightarrow 32 p$
 разность между числом протонов и
 нейтронов - это число атомов ^4_2He , $\Rightarrow$

X содержит $32 - 28 = 4$ атома бериллия
 тогда остается 28 нейтронов и 28 протонов,

чему соответствует 2 атома $^{12}_6\text{C}$ и 2
 атома $^{16}_8\text{O}$, $\Rightarrow$ формула X - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

возможная формула: $\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-OH}$ (уксусная
 к-та)

кол-во e^- , участвующих в образовании
 связей:



1 π -связь - $4e^-$, 6 σ -связей - $12e^-$, $\Rightarrow$

Итого: $16e^-$, участвующих в
 образовании связей.

N 2.3.

в первой склянке находилась ортоформная
 кислота, во второй - пероформ (так как
 это инертное в-во, не реагирующее с H_2O),
 м-нбо компонентами H_2O (воздух),

в третьей склянке - кристаллическая
 смесь (р-р Se_3 в H_2SO_4), т.к. он будет
 выпадать из воздуха паром SeO_2 ,
 (Se₃ + H₂O) то является экзотермической
 реакцией, $\Rightarrow$ температура смеси повы-
 шалась (т.к. выделялось тепло).

~~Ортоформная кислота является летучей, за-
 ортоформная к-та будет отдавать воду, за-
 счет чего идет ее испарение (испарение), а затем она, являясь водородом
 ным агентом, будет реаг. с паром воды воз-
 духа и тес вернется к комнатной~~

N3.3

I Исходя из реакции с реактивом Эсмана в общем виде, определим радикалы аминокислот, образовавшиеся при реакции пептида А с фенилгидроксианатом:

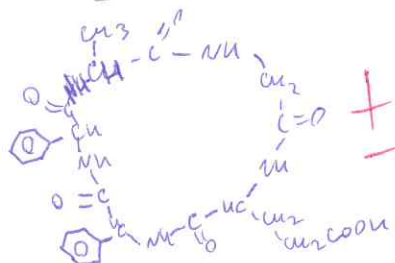
- 1) $R = -CH_3$ (радикал соответствует аланину)
- 2) $R = -H$ (соответствует глицину)
- 3) $R = -CH_2-CH_2-COOH$ (соответствует глутаминовой кислоте)

тогда с NH_2 -конца пептида последовательно есть аминокислот: аланин-глицин-глутаминовая кислота

II также известно, что, при обработке А карбоксипептидазой образовался фенолаланин. Исходя из молярной массы определим, что А содержит 2 фенолаланина с $-COOH$ конца, т.е. последовательность аминокислот в пептиде А:

аланин-глицин-глутаминовая кислота-фенолаланин-фенолаланин

III для того, чтобы реакция с фенилгидроксианатом не протекала, необходимо, чтобы пептид не имел свободной NH_2 конца. Это возможно, если пептид циклический:



мч.



Пусть в реакцию вступило x моль AgNO_3 .
тогда в реакцию участвует $0,5x$ моль Cu и
образуется x моль серебра.

Масса раствора будет увеличиваться за
счет растворяющейся меди и уменьшаться
за счет серебра, которое будет оседать
на медной проволоке.

тогда масса раствора: $255 + 0,5 \cdot x \cdot 64 - 108x$

II $\nu(\text{AgNO}_3) = \frac{92 \cdot 255}{108 + 62} = 0,3$ моль, $\Rightarrow$ после реакции
осталось $(0,3 - x)$ моль AgNO_3 .

Тогда составим уравнение: $w(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)_{\text{после р-ра}}}{m_{\text{после р-ра}}}$

$$\frac{(0,3 - x) \cdot 170 \text{ г/моль}}{255 + 0,5 \cdot x \cdot 64 - 108x} = 0,271 \quad +$$

$$x \approx 0,2 \text{ моль}$$

III масса проволоки уменьшилась за
счет меди и увеличилась за счет
серебра, $\Rightarrow$

$$m_{\text{проволоки}} = 100 - 0,1 \cdot 64 + 0,2 \cdot 108 = 115,22$$

Ответ: 115,2 +

№ 6.1

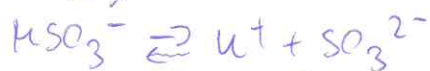
NaHSO₃ в р-ре:

I) диссоциирует:



2) гидролизует:

~~напр~~



$$K_{\text{дис}} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

(не уч.)

$K_{\text{дис}}(\text{HSO}_3^-) \gg K_{\text{гидролиза}}(\text{HSO}_3^-)$, $\Rightarrow$ преобладающий процесс: диссоциация $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$, $\Rightarrow$ среда раствора: кислая

III) рассчитаем $c(\text{HSO}_3^-)$:

$$1) c(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,98}{24+48+32} = 0,0202 \text{ моль}$$

$$2) c(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,0202 \text{ моль}}{0,78} \approx 0,02524 \text{ М}$$

$$3) c(\text{NaHSO}_3) = c(\text{HSO}_3^-) = 0,02524 \text{ М}$$



пусть в реакцию вступило x моль HSO_3^- , тогда в у.х.р. образовалось x моль H^+ и x моль SO_3^{2-} .

$$K_{\text{дис}}(\text{HSO}_3^-) = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{x^2}{0,02524} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$x_1 = 3,55 \cdot 10^{-5}$$

$$x_2 < 0, \Rightarrow \text{не подходит}$$

$$4) \text{pH} = -\log_{10}(3,55 \cdot 10^{-5}) \approx 4,4$$

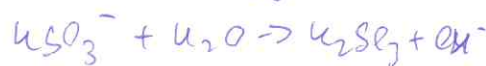
Ответ: 4,4.

II

1) диссоциирует



2) гидролизует

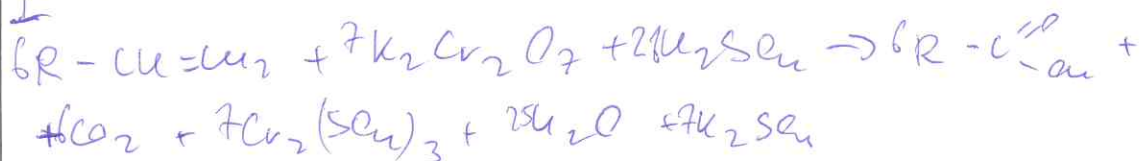


$$K_{\text{гидролиза}} = \frac{K_w}{K_{\text{дис}}(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{10^{-14}}{10^{-2} \cdot 1,4} = 7,143 \cdot 10^{-3}$$

№ 7. Ч.

Рассмотрим случаи окисления разных алкенов

I

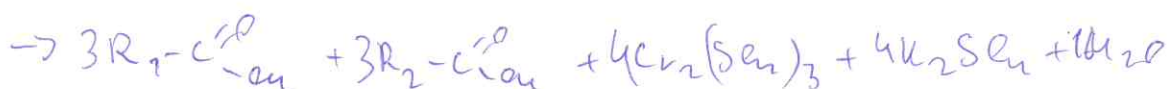


$$m R-CH=CH_2 = 2,462$$

$$n(K_2Cr_2O_7) = 91 \cdot 0,04 = 3,64 \text{ моль}$$

$$M(R-CH=CH_2) = \frac{2,462}{\frac{3,64}{7} \cdot 6 \text{ моль}} = 71,75 \text{ г/моль}$$

такой молярной массой не может соответствовать R



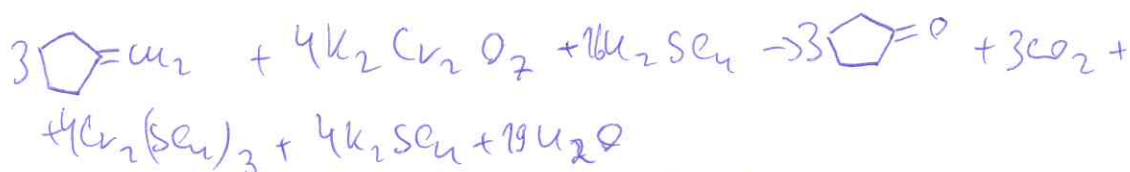
$$m(R_1-CH=CH-R_2) = 2,46$$

$$M(R_1-CH=CH-R_2) = \frac{2,46}{\frac{3,64}{4} \cdot 0,04} = 62 \text{ г/моль}$$

такой молярной массой соответствует алкен:

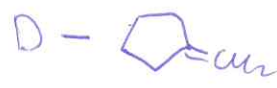


попробуем подобрать изомерный алкен -  - и проверим его на соответствие условию:

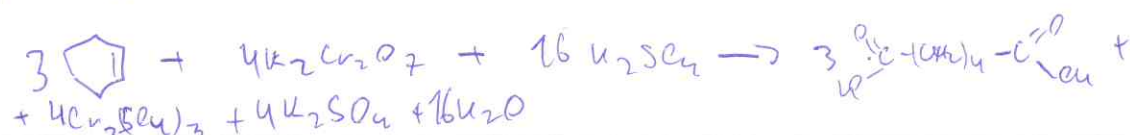


$$M(\text{1-methylcyclopentene}) = 62 \text{ г/моль} = \frac{2,46}{\frac{3,64}{4} \cdot 0,04} \Rightarrow$$

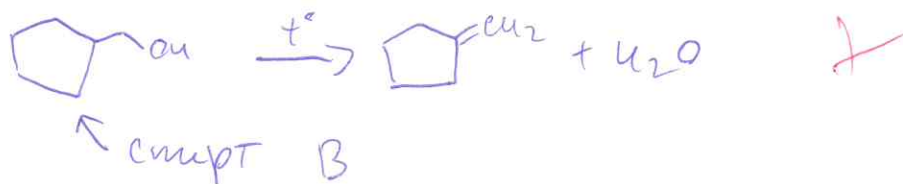
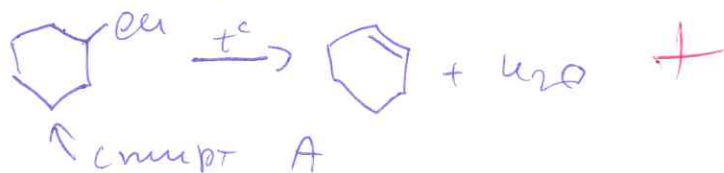
исполне Алкени:



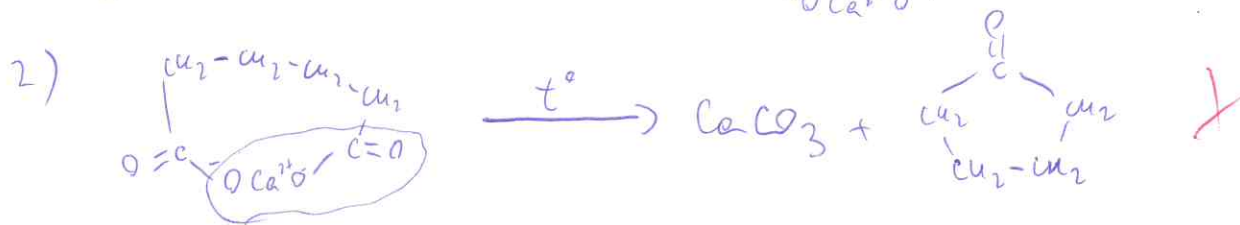
реакция окисления C:



N 7.4 (предположение)



продукт окисления D - O=C1CCCC1, а C - CCCC(=O)O
 получение O=C1CCCC1 :



N 8.2.

при обработке алюмосиликата, вуретно, были
 получены сульфаты ~~элементов~~ X и Al, при
 окислении которых могли образоваться
 ивасия: кристаллогидрат состава XAl(SO4)2 \cdot 12H2O
 Элемент X имеет степень окисления +1

Исходя из строения алюмосиликата:

если с.о. X = +n, то $n = \frac{(+1) \cdot 2}{O^{2-}} + \frac{10 \cdot (-2)}{O^{2-}} + \frac{4 \cdot 3}{Si^{4+}} + \frac{3 \cdot 3}{Al^{3+}} = 1$

$\Rightarrow$ возможно это щелочной металл.

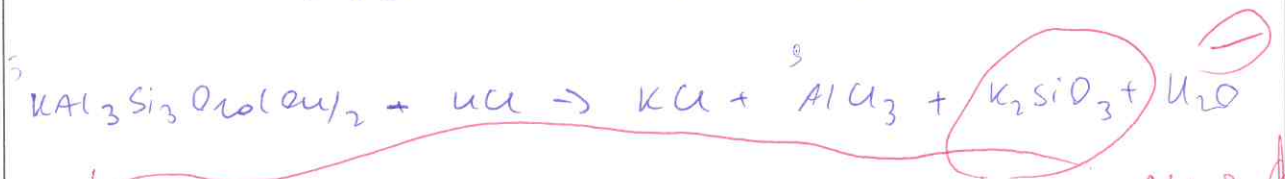
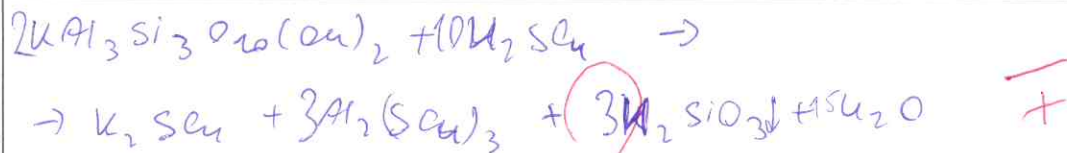
Предположим, что X - это калий, тогда

A имеет вид: KAl(SO4)2 \cdot 12H2O

проверим предположение по $\omega(K)$ в A:

$\frac{39}{39 \cdot 24 + 96 \cdot 2 + 12 \cdot 18} \approx 0,0822$ (это соответствует условию задания),
 $\Rightarrow X - K, A - KAl(SO4)2 \cdot 12H2O$

то может из укс



проверим состав
соль В: $\frac{w(\text{K})}{w(\text{Mg})} = \frac{39}{24} = 1,625$ (это соответствует условию, $\Rightarrow z(\text{K}):z(\text{Mg}) = 1:1$) $+$



№ 5.3.

предположим, что газ с непрямым значением А-МЗ.

$$pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{p}{M} RT; M_{\text{мол}} = \frac{pRT}{p} = \frac{1,636 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} \approx 40,52/\text{моль} \quad +$$

$$M_{\text{мол}} 2 = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} \approx 40,2/\text{моль} \quad +$$

Пусть был 1 моль смеси, где содержится x моль газа А и (1-x) моль газа В тогда:

$$x \cdot A + (1-x) \cdot B = 40,52 \text{ моль}$$

исходя из предположения, что А - это алмаз, преобразуем в граммы:

$$17x + 5 - 5x = 40,5$$

$$x = \frac{40,5 - 5}{17 - 5}$$

перевод массовых долей (X), получим,
то при $X = 0,5$, $M(B) = 64 \text{ г/моль}$, что соот-
ветствует SO_2 .

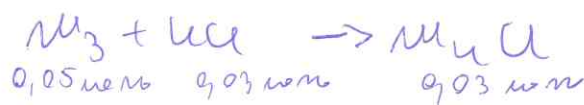
несмесь пропускаем через $CaCl_2$: газовой смеси = $0,3 \text{ моль}$
пусть x моль SO_2 и y моль N_2 в смеси:

$$\frac{x \cdot 17 + (0,3 - x) \cdot 64}{0,3} = 40,1 \text{ г/моль}$$

$$x \approx 0,51$$

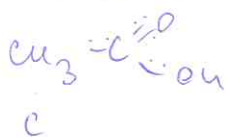
1) Газовой смеси = $\frac{2,445 \cdot 104,325}{6,3 \text{ м} \cdot 298} \approx 0,1 \text{ моль}$
 $\Rightarrow 0,05 \text{ моль } N_2$
 $\text{и } 0,05 \text{ моль } SO_2$

$\rho(N_2) = C \cdot V = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ моль}$



$C(NH_4Cl) = \frac{0,03}{0,2} \approx 0,15 \text{ М}$

1	9	10
0,3	3,1	9


$$N_3$$

$$12x + y - xy = 40,5$$
$$y = xy + 40,5 + 12x$$

$$PV = \frac{nRT}{Z}$$

$$p = \frac{P}{n} RT$$

$$P = \frac{\rho}{\mu} RT$$

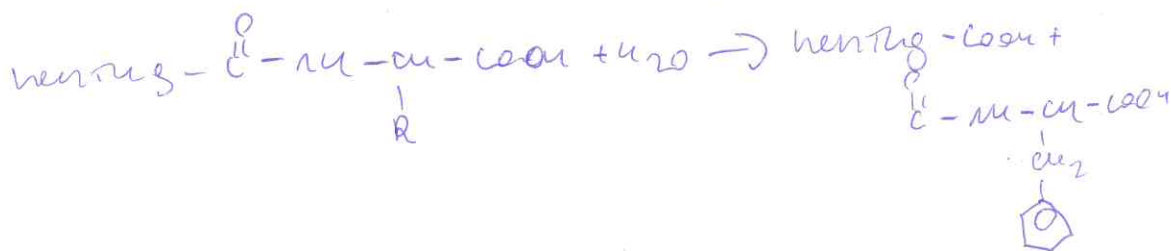
$$\mu = \frac{\rho RT}{P} = \frac{1,656 \cdot 7,344 \cdot 288}{201,325} = 2,405 \text{ mmHg}$$

и: $\frac{1}{p}$
доля: x доля А $(1-x)$ доля Б

состояние: q в клетке А, $0,5(1-x)$ в клетке Б

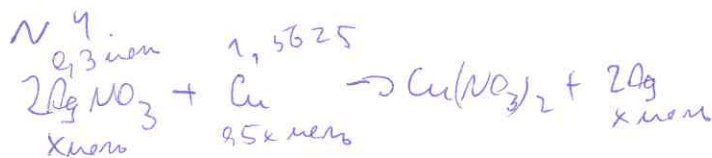
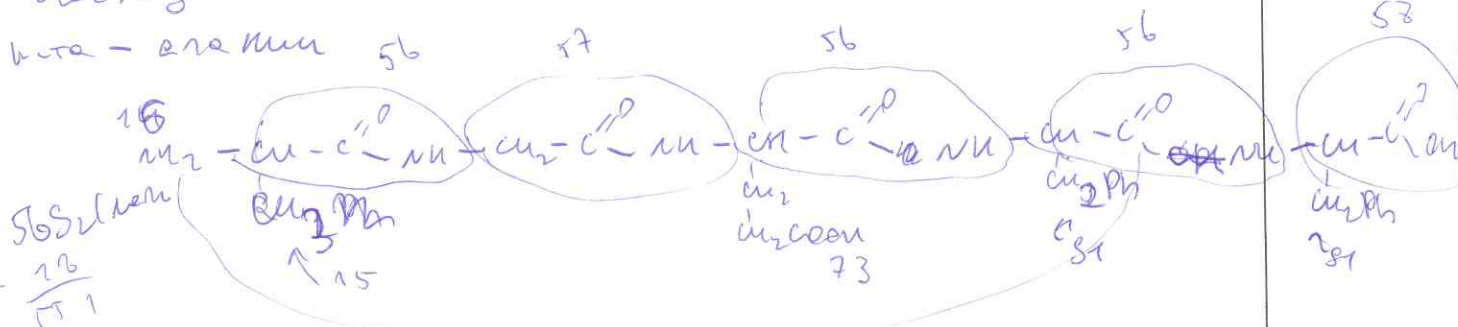
$$\begin{cases} x \cdot 17 + (1-x) \cdot y = 40,5 \\ 0,8x \cdot 17 + 0,8(1-x) \cdot y = 40 \end{cases}$$

$$0,1x - 17 + 0,1(1-x) \cdot y = 0,5$$



использовать

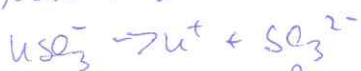
Q.K.: Q12mm - 1mm - முதலம்.



$$\text{mp-pa} = \frac{100 + 255}{(0,13-x) \cdot (108+62)} = 0,071$$

Nb:

$x \approx 0,2$ моль

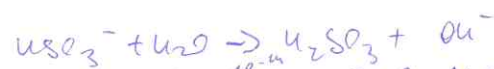


$$V_{\text{guc}} = 612 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{x_2}{x_1} = 6,2 \cdot 10^{-3}$$

$0.0252 - x$

$$x = 3,95 \cdot 10^{-5}$$

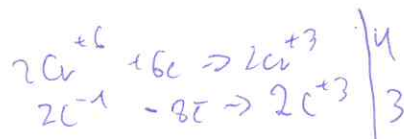
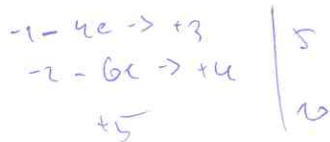


$$K_{\text{mgp}} = K_{\text{H}} \frac{10^{-14}}{1) 4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13}$$

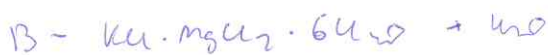
Терновик.

н.з.ч.

эпик 1:



н.з.з.

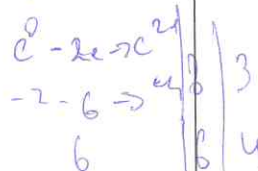
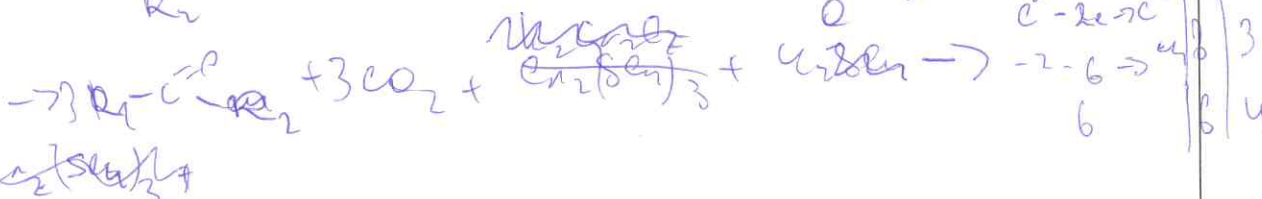
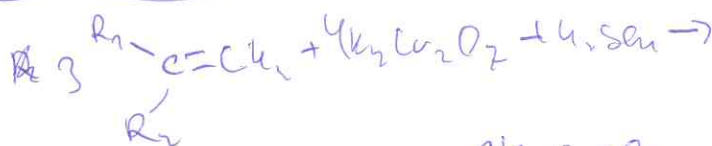


⊕



$$\frac{39x}{24y} = 1,625$$

$$\frac{x}{y} = 1, \Rightarrow x=y$$



Черновик:

пусть борт 1 лодь имеет А и Б

тогда:

$$xA + (1-x)B = 40,52 / \text{мел}$$

~~0,8A + 1~~

если борт 0,8 мел

$$0,8A + 0,8(1-x)B = 40,2 / \text{мел}$$

~~17A + 1~~

$$17x + (1-x)B = 40,5$$

$$0,8 \cdot 17x + 0,8(1-x)B = 40$$

$$17x + B - xB = 40,5$$

$$x(17-B) + B = 40,5$$

$$x = \frac{40,5 - B}{17 - B}$$

NH_3
 SO_2

борт:

0,5 0,5

0,45 0,45

$3 \text{ NH}_3 + \text{SO}_2$

2,445г.

SO_2 (мел)
64г/мел:
 SO_2 O_4

0,1 мел

0,05 NH_3

0,05 SO_2

0,045

0,05

$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

0,03



$$x+y = 1$$

$$0,8(x+y) = 0,9$$

$$0,8x + 0,8y = 0,9$$

$$0,8x + 0,8y = 0,9$$

$$x = 0,1$$

$$B = 43,1$$

$$x = 0,2$$

$$x = 46,375$$

50,57

56,16

64 при

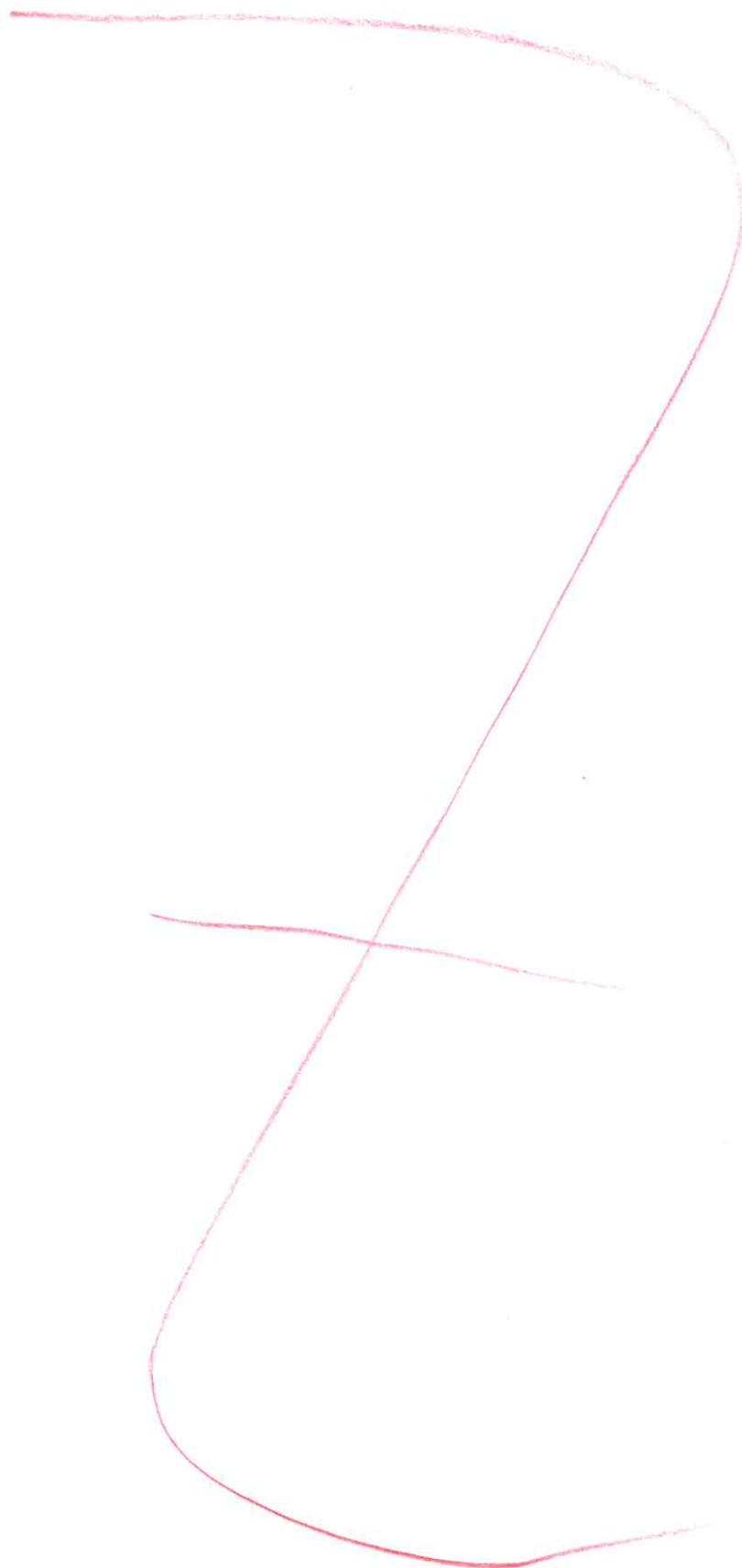
$$x = 0,5$$

$\text{SO}_2 + \text{NH}_3$

$$x = 0,8$$

$$B = 134,5$$

0, PV = 102T



$$\begin{array}{r|l} -1-4\bar{e}+3 & 7 \quad 6 \\ -2-6\bar{e} \rightarrow +4 & \\ 6 & 6 \quad 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0-2 & 8 \quad 3 \\ -2-6 & 6 \quad 4 \end{array}$$

$$24 \cdot 68 \cdot 20$$

$$30+32 \quad 62$$

$$\begin{array}{l} 8 \cdot 3 = 24 \\ 36 = 62 \\ 32 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 38 \\ 38+32 \end{array}$$

$$32 + 32$$