



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

ПО фундаментальной медицине
профиль олимпиады

Шамуновой Елизаветы Евгеньевны
Фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«22» марта 2026 года

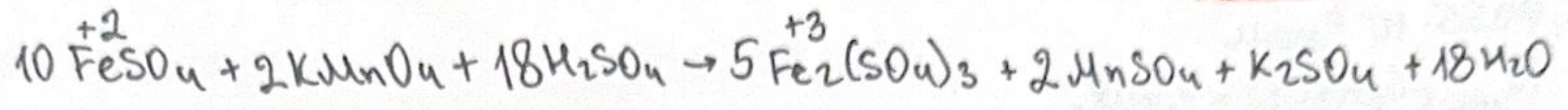
Подпись участника
Шаму

29-94-08-59
(96.1)

Исходник 1 (48)

Задача 1. (продолжение на исходе 2)

1. Опыт А:



$$V(\text{KMnO}_4) = 2,6 \text{ мл} = 0,0026 \text{ л}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ М}$$

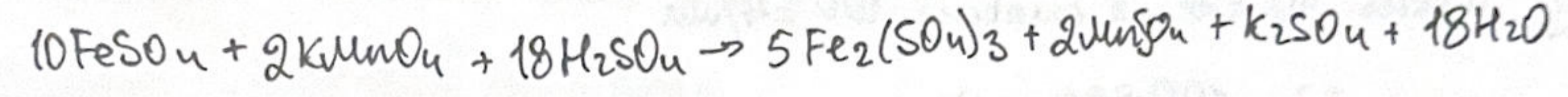
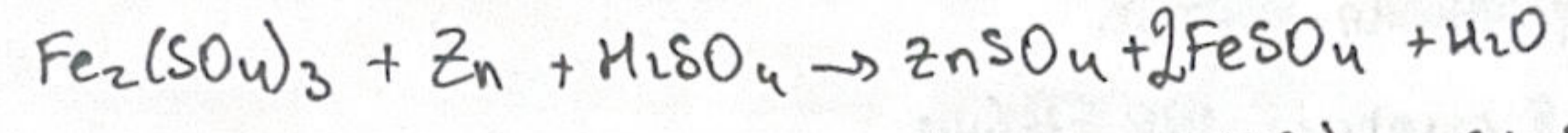
$$c = \frac{\nu, \text{ моль}}{V, \text{ л}}$$

$$\nu(\text{KMnO}_4) = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$$

$$\text{Значит, } \nu(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot \nu(\text{KMnO}_4)$$

$$\nu(\text{Fe}^{2+}) = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

Опыт В:



$$V(\text{KMnO}_4) = 9,1 \text{ мл} = 0,0091 \text{ л}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ М}$$

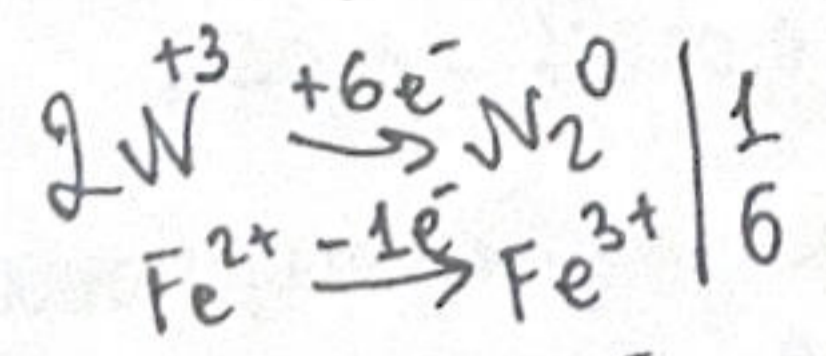
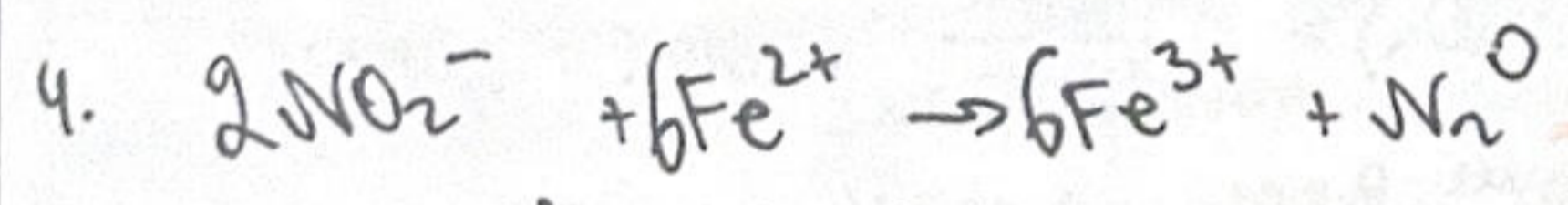
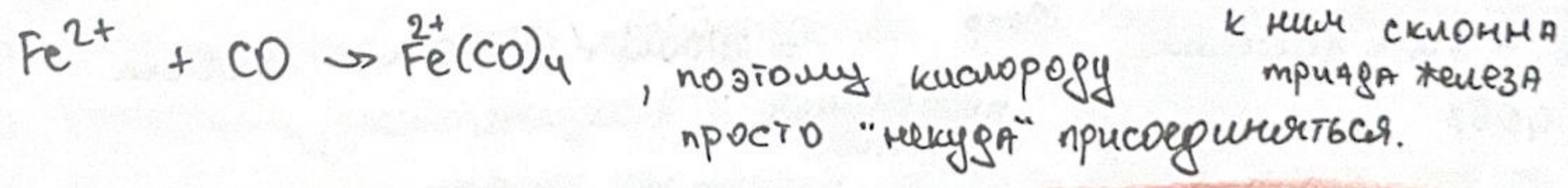
$$\nu(\text{KMnO}_4) = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Fe}^{3+}) = \nu(\text{KMnO}_4) = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

2. Тогда доля $\text{Fe}^{3+} = \frac{\nu(\text{Fe}^{3+})}{\nu(\text{Fe}^{3+}) + \nu(\text{Fe}^{2+})}$

$$\text{Доля } \text{Fe}^{3+} = \frac{1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}}{1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль} + 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль}} = 0,412 \text{ (41,2\%)}$$

3. Наблюдаемая картина может быть следствием отравления СО, т.к. СО, связываясь с Fe^{2+} образует очень крепкий карбоксильный комплекс:



$$\nu(\text{Fe}^{2+}) = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль, значит } \nu(\text{NO}_2^-) = 8,67 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaNO}_2) = \nu(\text{NO}_2^-) = 8,67 \cdot 10^{-6} \text{ моль, значит } m(\text{NaNO}_2) = 5,98 \cdot 10^{-4} \text{ г}$$

5. Была доля = 0,412, станем 0,05

$$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}}{0,005 \text{ л}} = 3,64 \cdot 10^{-3} \text{ М} - \text{из 1 пункта}$$

$$\text{Тогда при } V_{\text{крови}} = 5 \text{ л, } \nu(\text{Fe}^{3+}) = 0,0182 \text{ моль}$$

$$0,0182 \text{ моль} - 0,412 \quad x = 2,209 \cdot 10^{-3} \text{ моль, тогда нужно перевести}$$

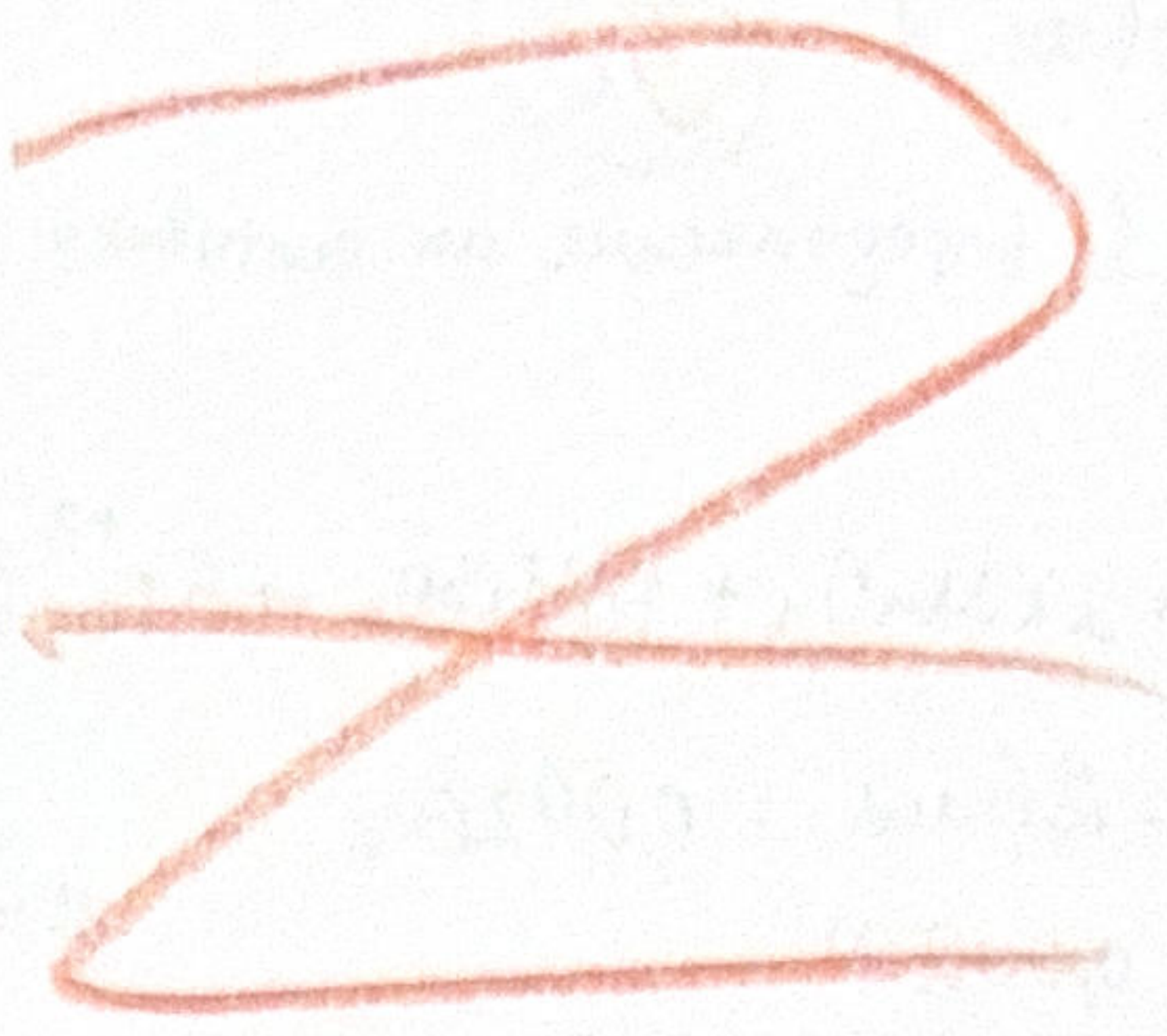
$$x \text{ моль} - 0,05$$

$$0,0182 - 2,209 \cdot 10^{-3} = 0,0159 \text{ моль } \text{Fe}^{3+}$$

Зачем В.И. Ж...
Зачем Е.С. Ж...

$$\Sigma = 40 + 8 + 13 + 4 + 6 = 32,0$$

Чистовик - 2
 (задача 1 - продолжение)
 $1 \text{ моль } (C_6H_8O_6) - 2 \text{ моль } (Fe^{3+})$
 $x \text{ моль } (C_6H_8O_6) - 0,0159 \text{ моль } (Fe^{3+})$
 $x = 7,955 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$
 Тогда $m_{\text{мин}}(C_6H_8O_6) = 1,4082$



Задача 2

85

На флаконе написано 100 ЕД/мл, всего 10 мл, значит всего ЕД в флаконе $100 \text{ ЕД/мл} \cdot 10 \text{ мл} = 1000 \text{ ЕД}$.

Всего 10 пациентов, каждому нужно по 40 ЕД \Rightarrow всего ЕД: $10 \cdot 40 = 400 \text{ ЕД}$.
 Следовательно этого флакона хватит.

Каждому нужно 40 ЕД, в флаконе 100 ЕД/мл

$$\Rightarrow \begin{matrix} 100 \text{ ЕД} - 1 \text{ мл} \\ 40 \text{ ЕД} - x \text{ мл} \end{matrix}$$

$$x = 0,4 \text{ мл}$$

Чтобы не нарушить дозу, нужно четко рассчитать объем и набрать его в шприц. Такие расчеты могут вызвать затруднения из-за того, что на некоторых шприцах просто нет четкой границы $\frac{1}{10}$. И приходится набирать "на глаз". Необходимо использовать шприцы, градуированные на 100 ЕД для большей точности.

Задача 3

130

1. $V_{\text{р-ра}} = 200 \text{ мл}$

$C_{\text{шприц}} = 0,5\% \text{ (} \frac{1}{100} \text{ мл)}$

$M(H_2O)_{\text{год}} = 1 \text{ л} = 1000 \text{ мл}$

$C_{\text{норма}} = 0,05\%$

$m_{\text{приз.}}(K_2MnO_4) = 200 \text{ мл} \cdot 0,005\%_{\text{мл}} = 1 \text{ г}$

$m_{\text{р-р}} \text{ после добавления } H_2O = 200 \text{ мл} + 1000 \text{ мл} = 1200 \text{ мл}$

Тогда $c'(K_2MnO_4) = \frac{1 \text{ г}}{1200 \text{ мл}} \approx 100\% = 0,083\%$

2. Студент не достиг нужной концентрации, ведь $0,083\% > 0,05\%$

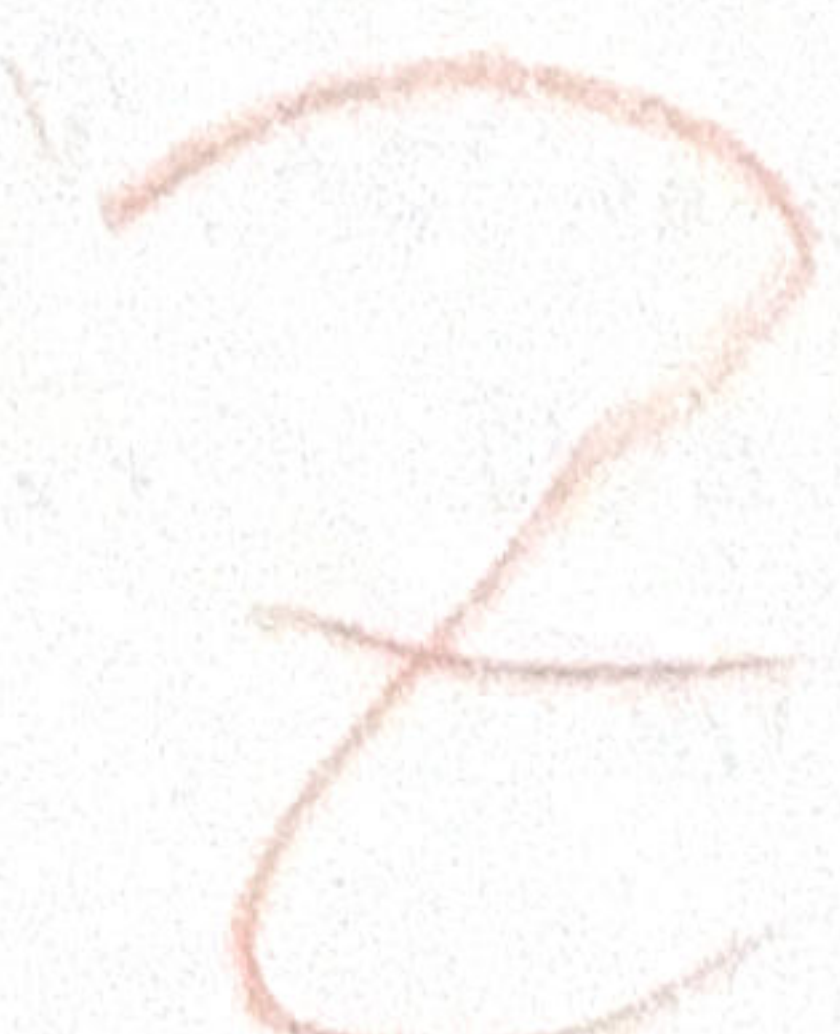
3. K_2MnO_4 нельзя хранить в склянках с резиновыми пробками, потому что K_2MnO_4 является сильным окислителем и взаимодействует с резиной в составе пробки.

Задача 4 (продолжение на шестовике 3)

ИЗВ: $V = 15 \text{ л} = 0,015 \text{ м}^3$
 $P = 1 \text{ атм.} \approx 101,325 \text{ кПа}$
 $T = 32^\circ \text{C} = 305 \text{ К}$

По уравнению Клапейрона-Менделеева, найдем

\Rightarrow ИЗВ:
 $PV = \nu RT$
 $\Rightarrow \nu = \frac{PV}{RT}$



29-94-08-59
 (96.1)

Чистовик
 (продолжение)
 ИЗВ = 10
 ИЗВ реактив
 $CaCO_3$
 H_2
 Тогда
 $m_{\text{...}}$
 CO
 $ур$
 $пу$

Черновик 1

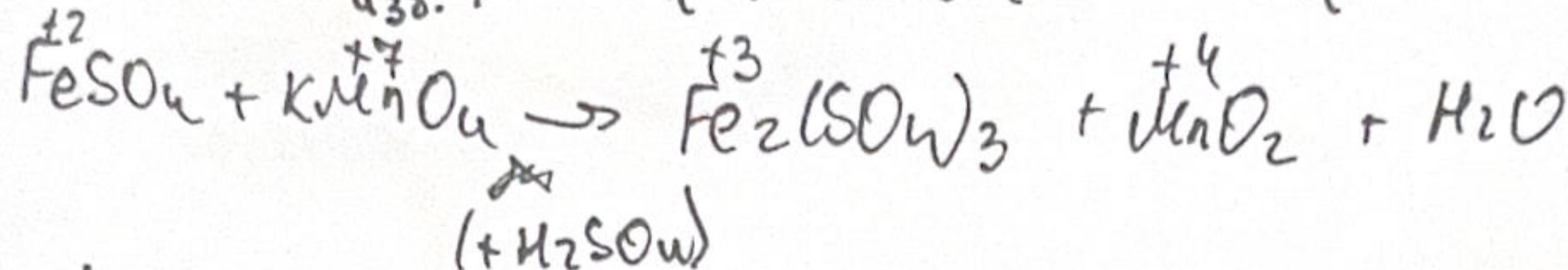
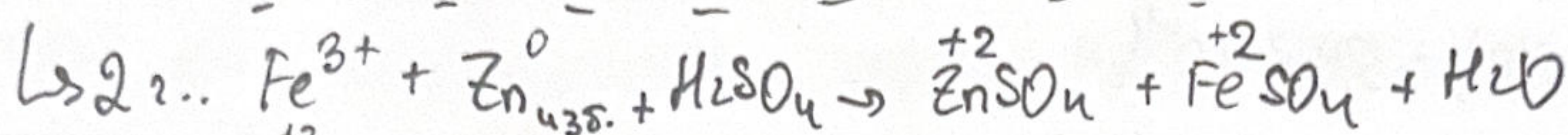
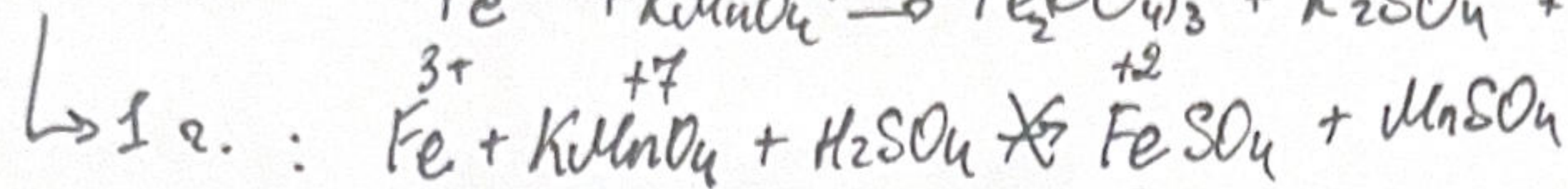
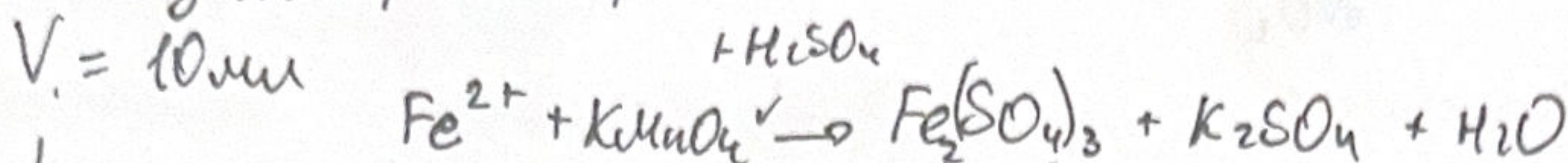
N1

$w(O_2) = 85\%$

$\rho(O_2)$ - норм.

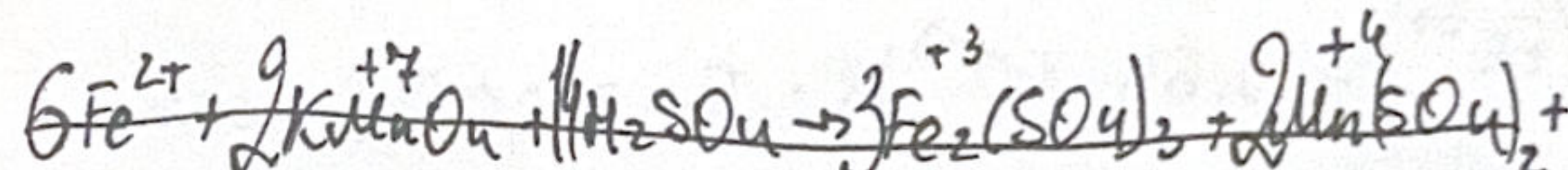
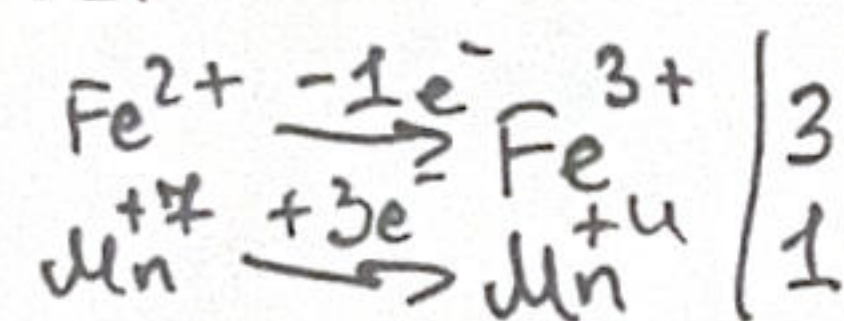
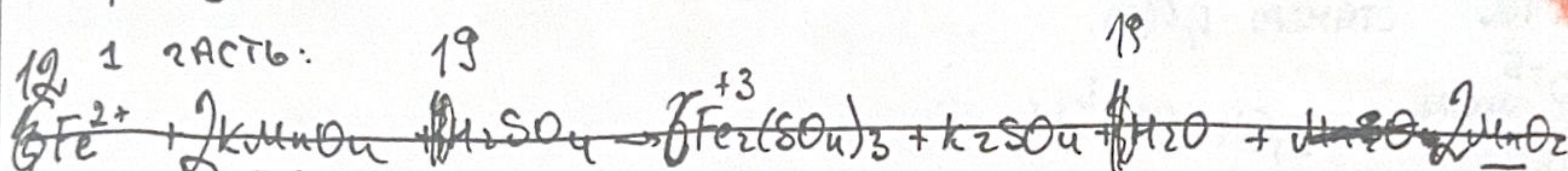
Анализ $w(Fe)$, с.о.(Fe)

$V = 10 \text{ мл}$

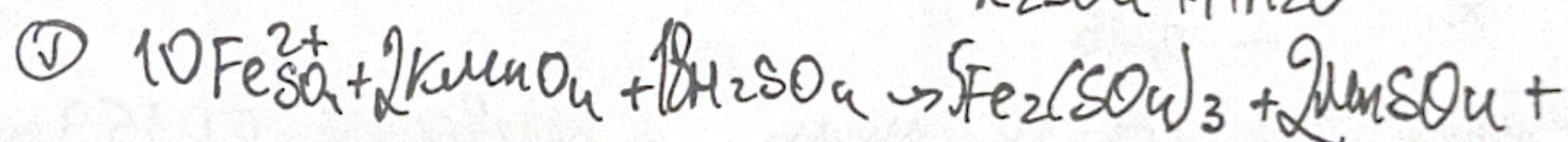
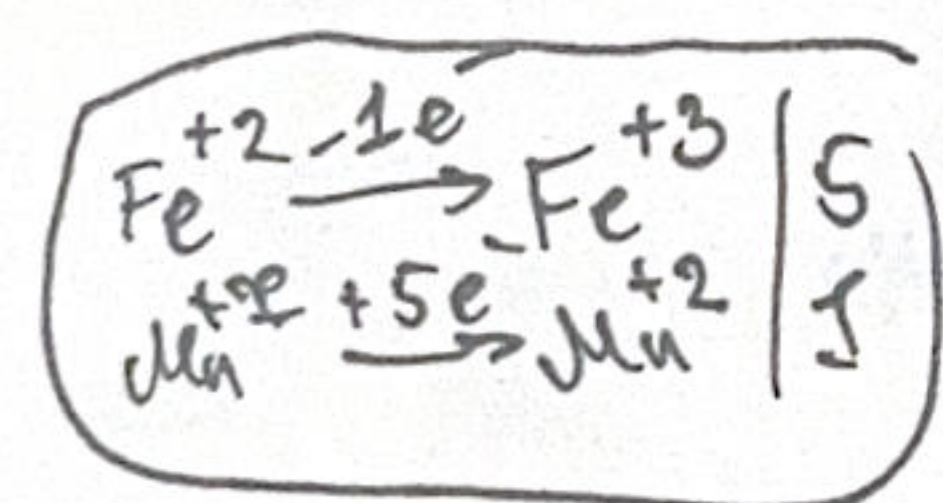


$V(KMnO_4)_2 = 9,1 \text{ мл}$
 $c = 0,002 \text{ М}$ } $\Rightarrow \rho(KMnO_4) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

Норм. запись:



~~$V(KMnO_4) =$~~



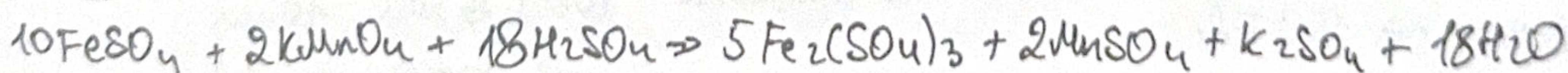
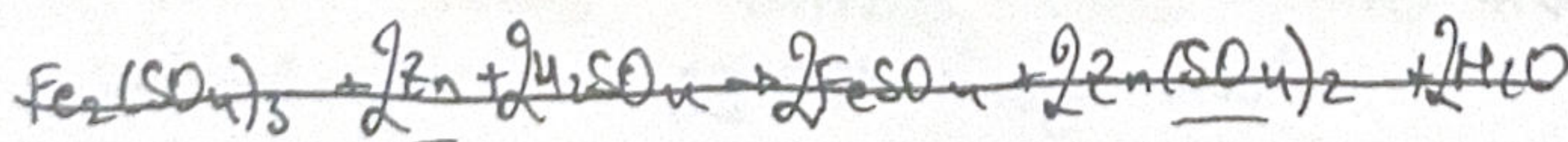
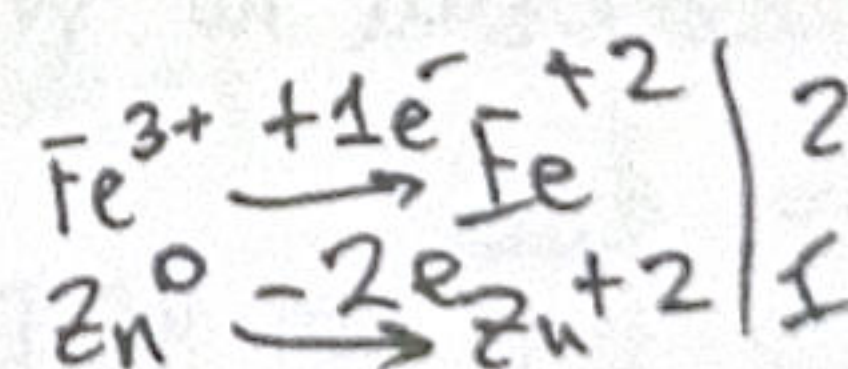
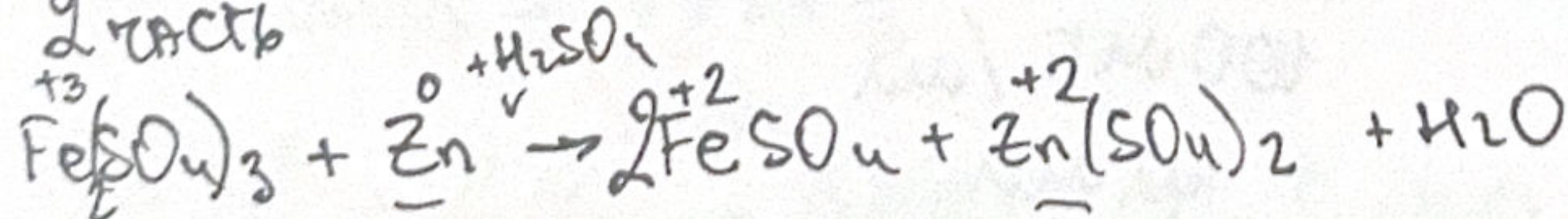
$V(KMnO_4) = 2,6 \text{ мл}$

$c = 0,002 \text{ М}$

$\Rightarrow \rho(KMnO_4) = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$

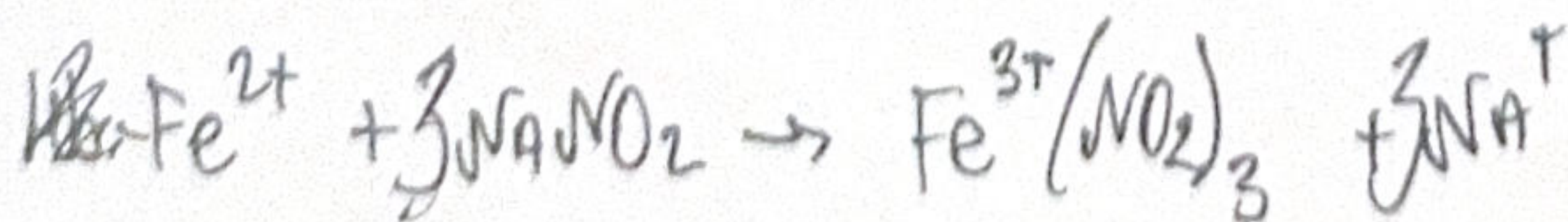
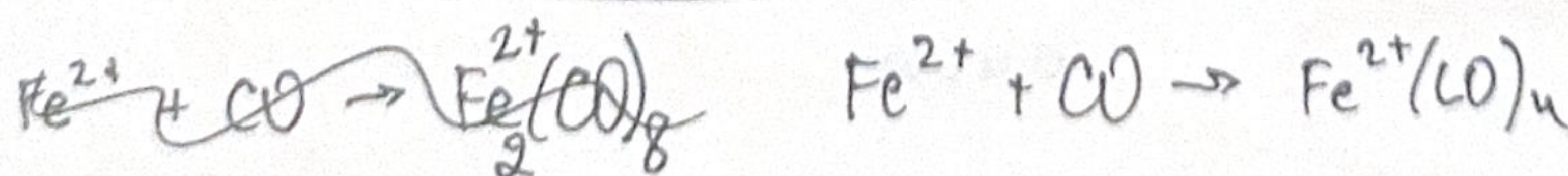
$\Rightarrow \rho(Fe^{2+}) = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \rightarrow \text{на } 5 \text{ мл.}$

2 часть

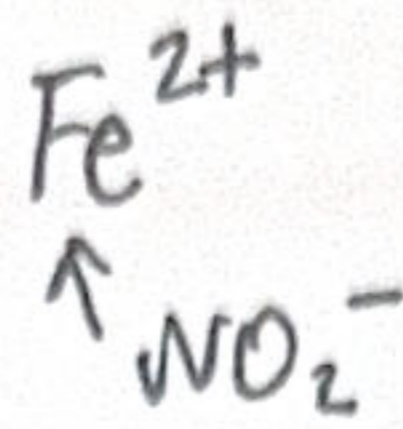
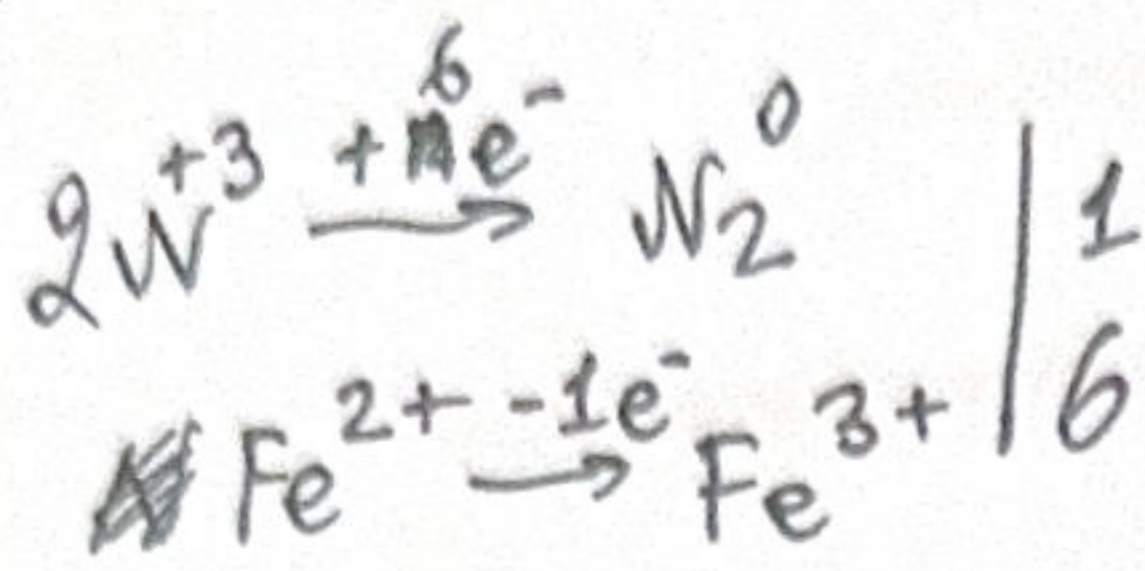
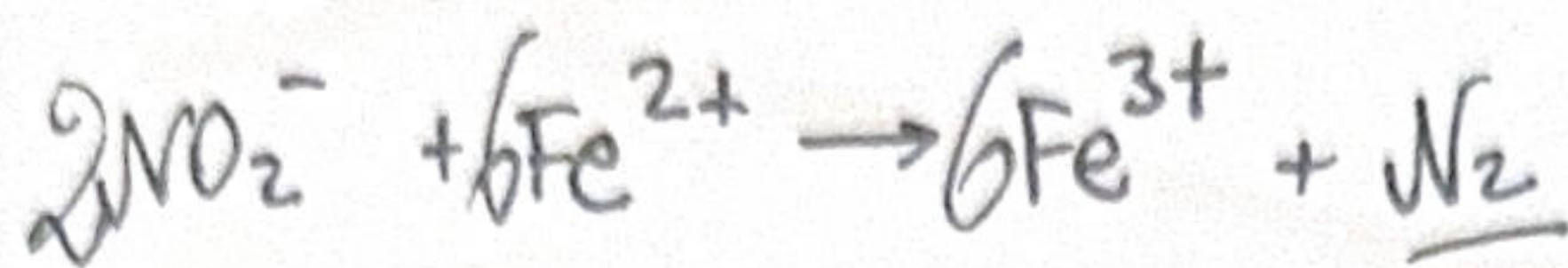


$\rho_2(KMnO_4) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

$\rho(Fe_2(SO_4)_3) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$



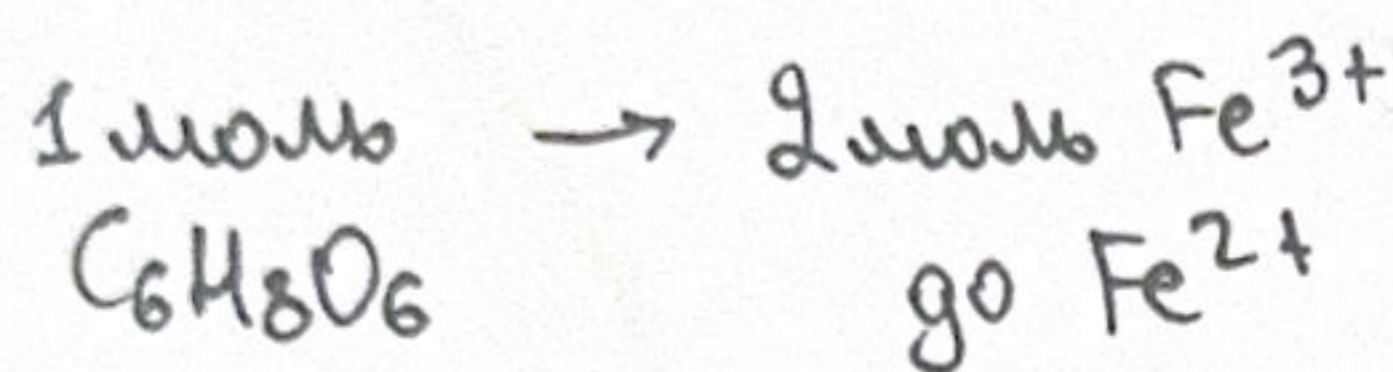
Черновик 2.



$$\nu(\text{Fe}^{2+}) = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{NO}_2^-) = 8,67 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{NaNO}_2) \Rightarrow m(\text{NaNO}_2) = 5,98 \cdot 10^{-4} \text{ г}$$



V_{общ.} = 5 л

снизило только Fe³⁺ го 5%.

m = ?

была голя = 0,412 станет 0,005

$$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}}{0,005 \text{ л}} = 3,64 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{Fe}^{3+}) = 3,64 \cdot 10^{-3} \text{ М} \cdot 5 \text{ л} = 0,0182 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{r} 0,0182 \text{ моль} - 0,412 \\ \times \quad \quad - 0,05 \end{array}$$

$$\nu_{\text{необх.}} = 2,209 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \Rightarrow \text{переведёт } 0,0159 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{r} 1 - 2 \\ \times - 0,0159 \end{array} \quad \times = 7,9855 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \Rightarrow m = 1,408 \text{ г}$$

(N₂)

10 пациентов

↳ каждый инъекции по 40 ЕД

V_{к. инъек.} = 1 мл
3 град. на 40 ЕД

3 инъекта на 50 ЕД

4 инъекта на 100 ЕД

~~40 ЕД~~ ~~100 ЕД~~

флаконе

100 МЕ / мл

10 мл

Всего нужно 400 ЕД.

На флаконе 100 ЕД / мл, 10 мл

⇒ 1000 ЕД

100 - 1

40 - ∞

0,4 мл.

Черновик 3

(N3)

$c_n = 0,05\%$

приготовил:

200 мл.

$c = 0,5\% (2/100 \text{ мл})$

исправить \rightarrow добавили 1 л (H₂O)

$m(\text{KMnO}_4) = 200 \text{ мл} \cdot 0,5 = 100 \text{ г}$

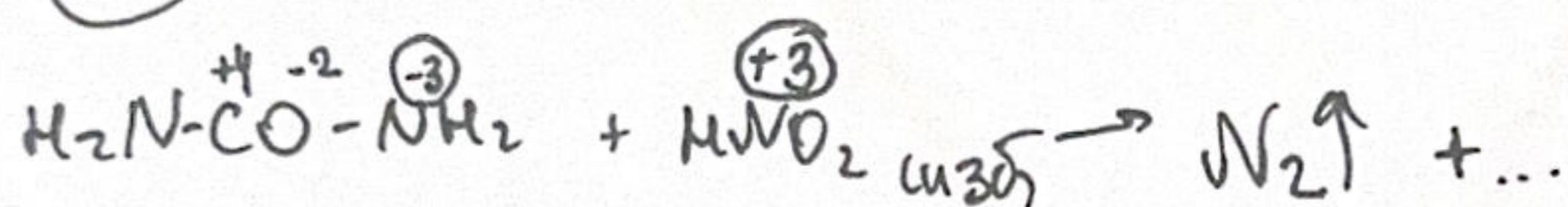
после год. ~~1000 мл H₂O~~ 1000 мл H₂O \rightarrow 1200 мл р-ра

$c(\text{KMnO}_4) = \frac{100 \text{ г}}{1200 \text{ мл}} = 0,0833 \text{ г.}$

$8,33 \cdot 10^{-4}$

0,0833%

(N4)



$V_{\text{газа}} = 15 \text{ л} = 0,015 \text{ м}^3$

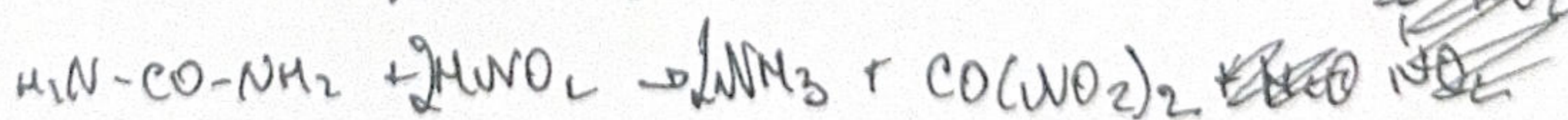
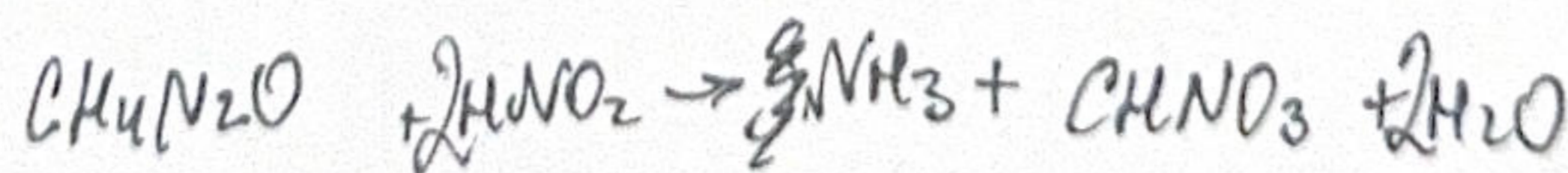
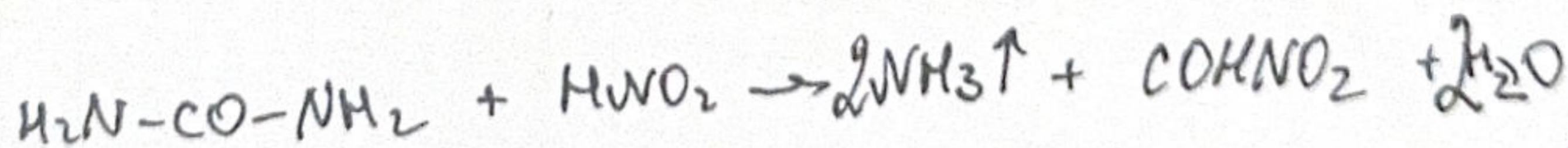
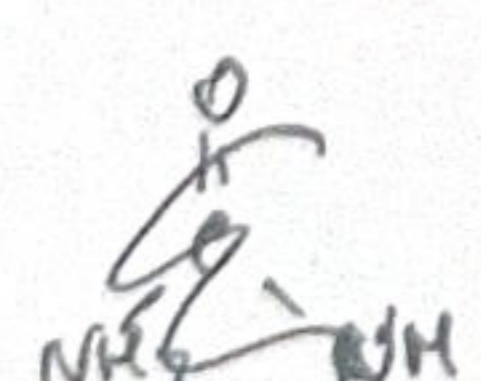
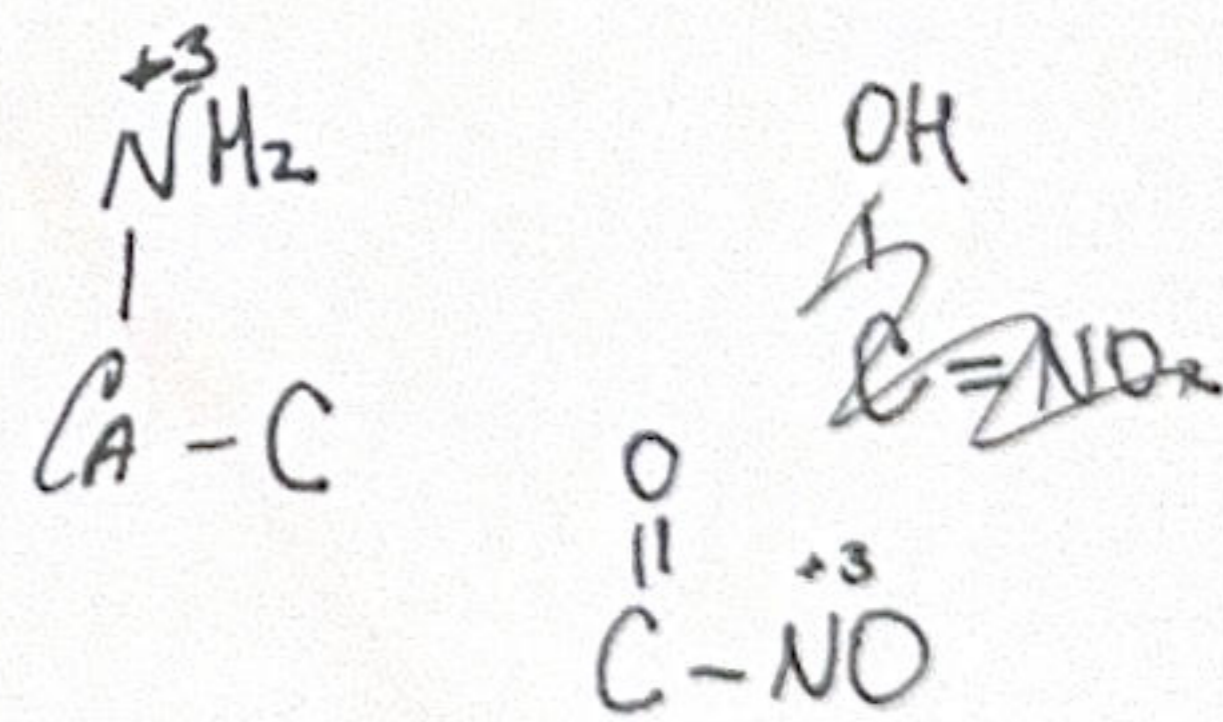
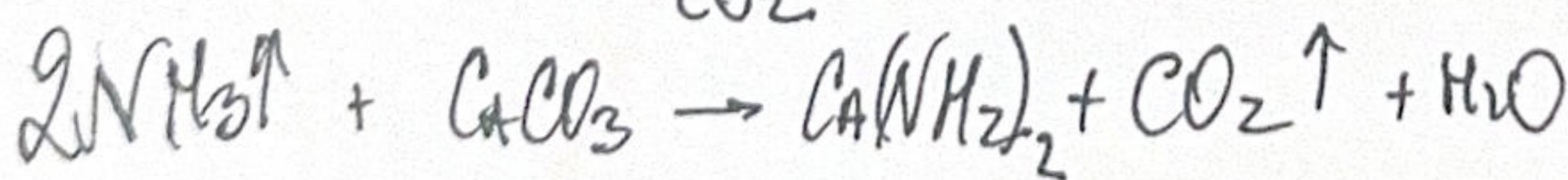
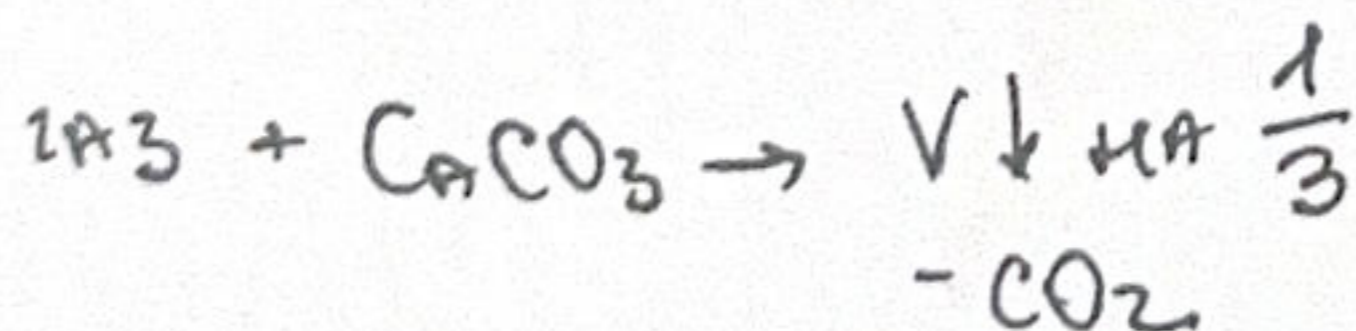
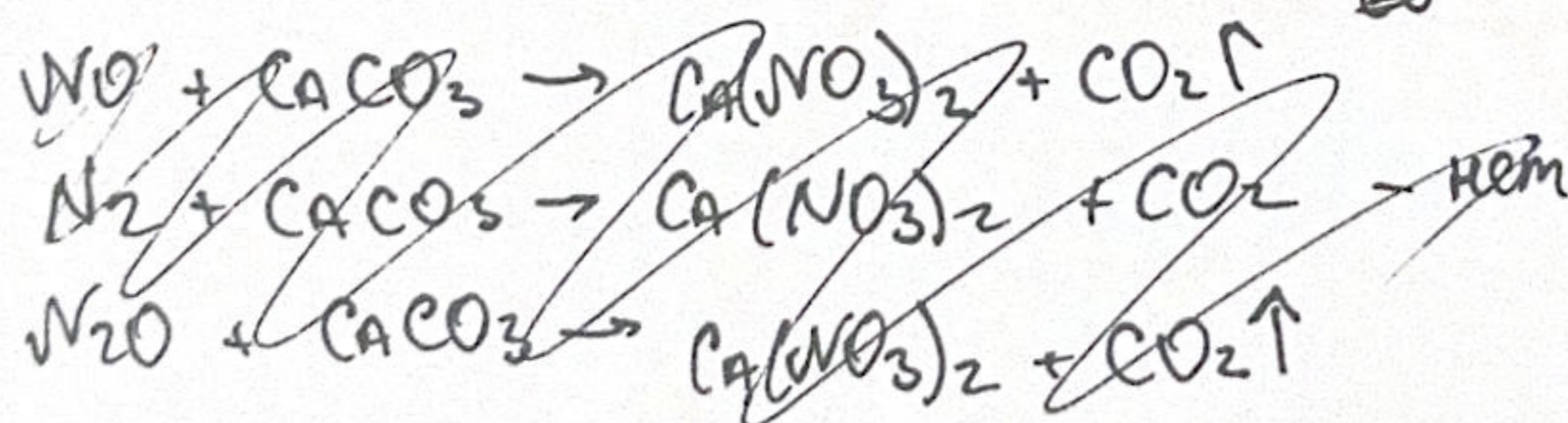
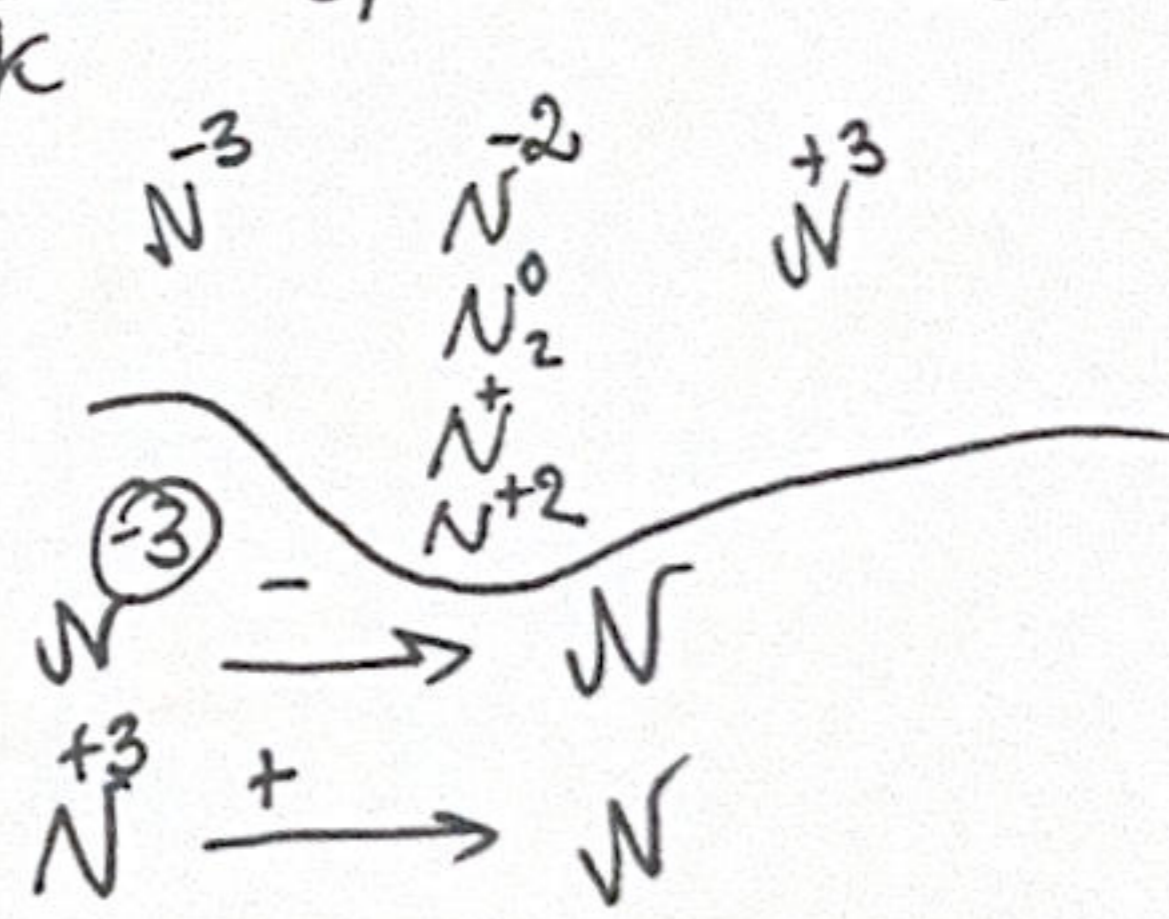
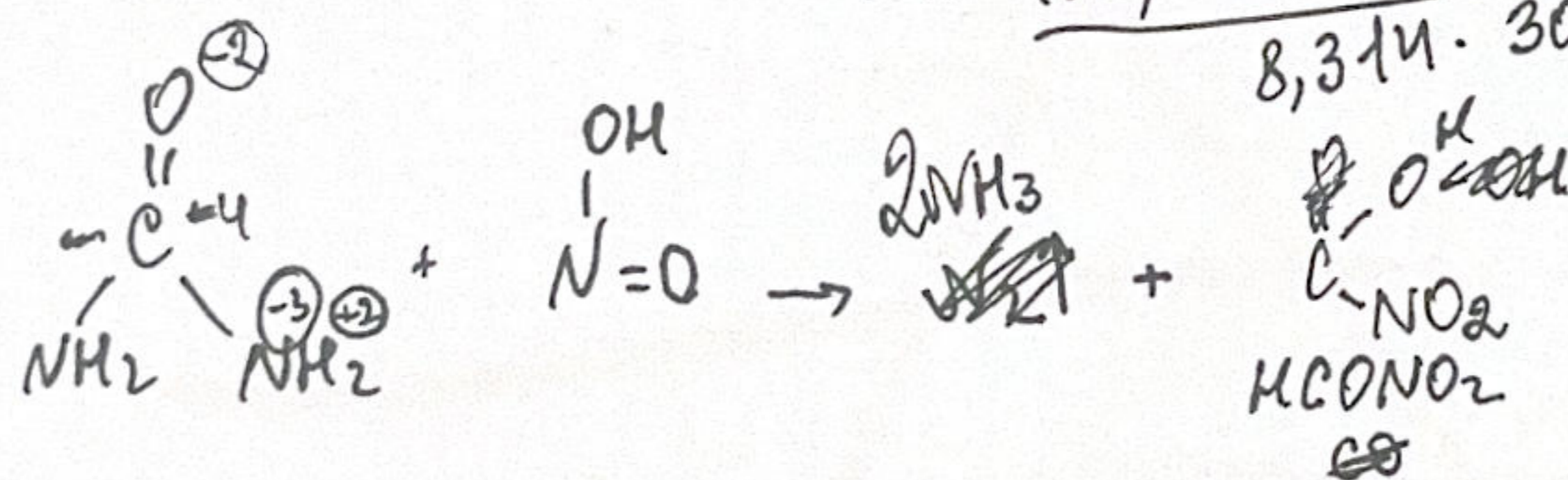
1 атм = 101,325 кПа

32°C = 305 K

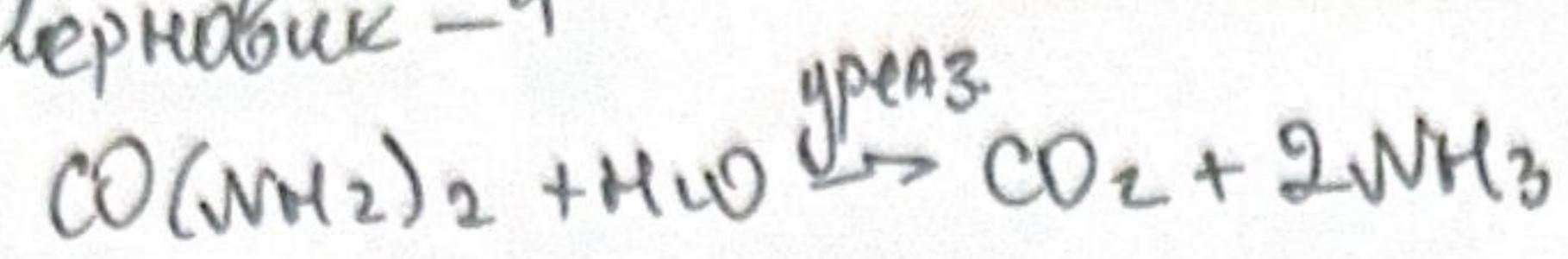
$pV = \nu RT$

$\nu = \frac{pV}{RT}$

$\nu = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 0,015 \text{ м}^3}{8,314 \cdot 305 \text{ К}} = 5,99 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$



Черновик - 4



↓ Ефект. р-ции с 103,5 кВТ/моль до 46 кВТ/моль
при 21°C

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad , \text{тогда} \quad \frac{103,5}{46} = 2,25$$