

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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников по медицине  
наименование олимпиады

по медицине  
профиль олимпиады

Поповой Мария Дмитриевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«22» марта 2026 года

Подпись участника  
[Signature]

Задача 1.

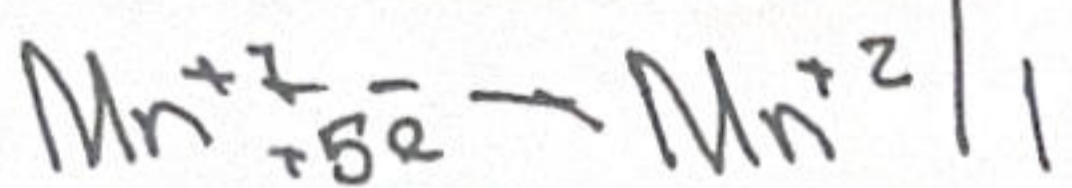
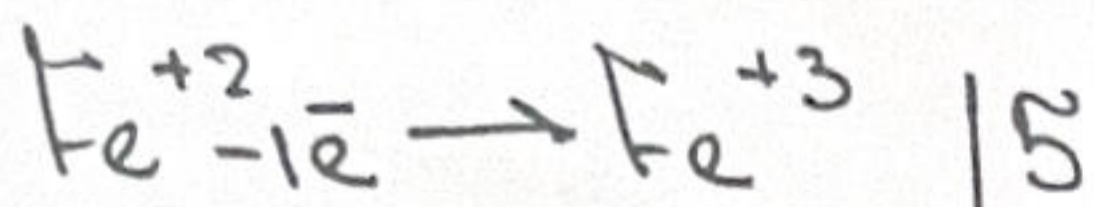
250

$KMnO_4$  в ходе титрования окисляет  $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$

1) Опыт А:

$V_{KMnO_4} = 2,6 \text{ мл}, C_{KMnO_4} = 0,002 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$

Ур-ние р-ции:



$\Rightarrow$  соотношение  $Fe^{+n}$  и  $Mn^{+m}$  по р-ции = 5:1

$n(KMnO_4) = C \cdot V(n) = 0,002 \cdot (2,6 \cdot 10^{-3}) = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$

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

В пробе В:

Аналогичное ур-ние р-ции.  $C_{KMnO_4} = 0,002 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$

$n(KMnO_4) = 0,002 \cdot (9,1 \cdot 10^{-3}) = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$   $V_{KMnO_4} = 9,1 \text{ мл}$

$\Rightarrow n(Fe^{+2}) = (1,82 \cdot 10^{-5}) \cdot 5 = 9,1 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

В пробе А:  $n(Fe^{+2}) = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$   $n(Fe^{+3}) = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

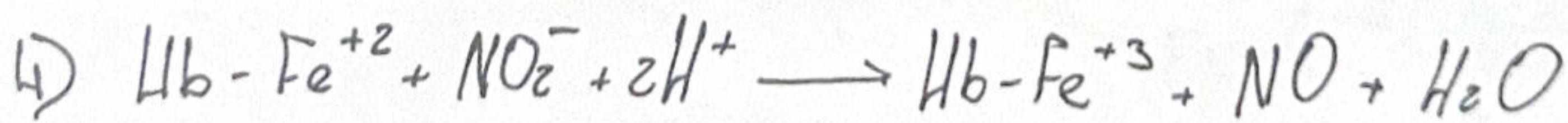
В пробе В:  $n(Fe^{+2}) = 9,1 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

2) Найдем разницу между пробой А и В

$9,1 \cdot 10^{-5} - 2,6 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \text{ — } n(Fe^{+3}) \text{ в пробе А}$

$\% (Fe^{+3}) = \frac{n(Fe^{+3})}{n_{общ.}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-5}}{9,1 \cdot 10^{-5}} = 0,7143 = 71,43\%$

3) Не может, т.к. в условии сказано, что СО связывается с гемоглобином, но не окисляет железо в нём. А в ходе титрования было выявлено, что часть железа окислилась при отравлении до  $Fe^{+3}$



Ранее было получено, что  $n(Fe^{+3}) = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$ , значит:

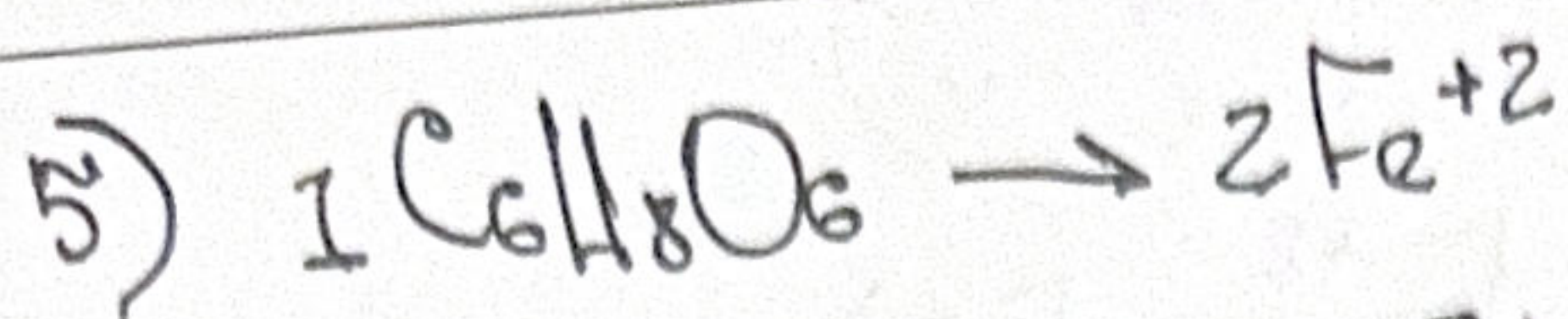
$n(Fe^{+3}) \text{ у пациента} = \frac{5000 \cdot 6,5 \cdot 10^{-5}}{5 \text{ мл}} = 0,065 \text{ моль}$

$n(Fe^{+3}) = n(NO_2^-) = 0,065 \text{ моль}$

$m(NaNO_2) = 0,065 \cdot 69 = 4,485 \text{ г}$

Σ = 25 + 3 + 13 + 6 + 5 = 52

Чечкина В.И. Чечкина Е.С. АС



$$n(\text{Fe}^{+2}) \text{ у пациента} = \frac{9,1 \cdot 10^{-5} \cdot 5000}{5 \text{ мл}} = 0,091 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}^{+3}) = 0,065 \text{ моль}$$

$$5\% = 0,05 = \frac{(0,065 - X \text{ моль})}{0,091}$$

X моль перешло в  $\text{Fe}^{+2}$

$$\Rightarrow X = 0,06 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 0,03 \text{ моль (по р-ции)}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 0,03 \cdot 176,1 = 5,283 \text{ г}$$

Задача 2. (30)

1) Если не считать возможные потери препарата, например, при выдыхании пузырей воздуха или случайном наборе больше кол-ва, чем требуется, то данного объёма хватит, т.к. на флаконе указано  $V = 10 \text{ мл}$ , а по условию шприц на 40 Е.Д имеет  $V = 1 \text{ мл}$ , а всего 10 пилюль.

2) Чтобы точно набрать объём препарата, нужно ориентироваться на цену деления шприца или возможно использовать специальные наконечники для шприцов, чтобы точно отобрать пробу.

3) Такие расчёты вызывают затруднения, т.к. при наборе лекарственного препарата возможно ошибиться и человек получит другую дозу. Чтобы избежать этого, нужно использовать шприцы объёмом по 40 Е.Д.

Задача 3.

Если  $C_{\text{масс.}} = 0,5\%$ , то  $\Rightarrow m_{\text{KMnO}_4} = 200 \text{ мл} \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} = 1 \text{ г}$

1) После прибавления 1000 мл воды:

$$0,005 = \frac{1 \text{ г}}{200 \text{ мл} + V_{\text{воды}}}$$

$$V_{\text{воды добавл}} = 200 \text{ мл} + 1000 \text{ мл}$$

$$C_{\text{масс.}} = 8,33 \cdot 10^{-2} \text{ г/100 мл} =$$

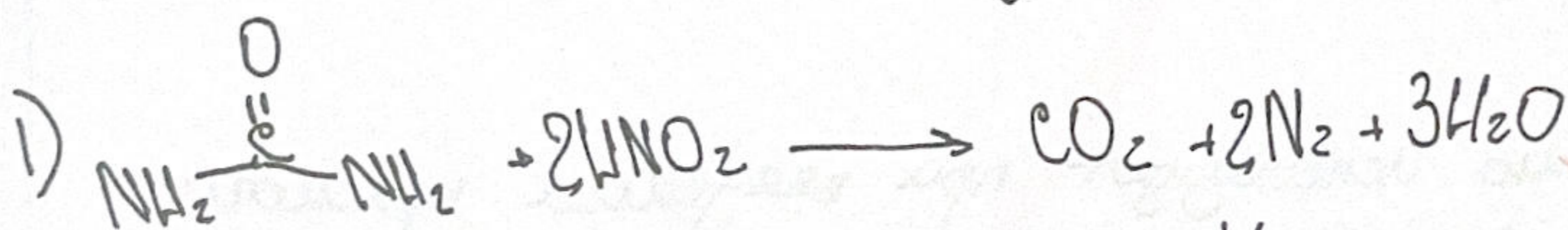
$$C_{\text{масс.}} = \frac{1 \text{ г}}{1200 \text{ мл}} = 8,33 \cdot 10^{-4} \text{ г/мл} = 0,08(3)\%$$

2) Не достиг, т.к.  $C = 0,08(3)\% > C = 0,05\%$

130

3)  $\text{KMnO}_4$  является очень сильным окислителем. Также он разлагается в присутствии света и времени до  $\text{MnO}_2$ , поэтому резиновые пробки могут окислиться и подуреть из-за  $\text{MnO}_2$ . Поэтому  $\text{KMnO}_4$  хранят в темных стеклянных банках со стеклянными крышками.

Задача 4.



Выделилась смесь  $\text{N}_2$  и  $\text{CO}_2$ ,  $V_{\text{общ.}} = 15 \text{ л}$

Через уравнение Менделеева-Клапейрона найдёт кол-во смеси:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \text{ атм} \approx 101,325 \text{ кПа}$$

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101,325 \cdot 15}{8,314 \cdot (273 + 32)} = 0,6 \text{ моль}$$

6

По условию  $\frac{1}{3} - \text{CO}_2 \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$

По р-ции  $n_{\text{молев.}} = n(\text{CO}_2)$

$$m(\text{молев.}) = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ г}$$

2)  $r_{\text{реакц.}} = A \cdot e^{-\left(\frac{E_a}{R \cdot T}\right)}$  A - постоянная, R - постоянная

Составим отношение скоростей:

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{A \cdot e^{-\left(\frac{E_a}{R \cdot 21}\right)}}{A \cdot e^{-\left(\frac{E_a}{R \cdot 32}\right)}} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} \approx 0,4$$

$$r_2 = A \cdot e^{-\left(\frac{E_a \cdot 21^\circ \text{C}}{46 \text{ кДж/моль}}\right)}$$

$$r_1 = A \cdot e^{-\left(\frac{E_a \cdot 32^\circ \text{C}}{105,5 \text{ кДж/моль}}\right)}$$

Скорость увеличится в 0,4 раза.

## Задача 5.

1) Клеточная терапия имеет преимущества, т.к. она позволяет регенерировать утраченные ткани или органы человека. Это позволяет организму наибольшим образом восстановить собственные клетки и ткани, что возможно наиболее благоприятно ~~восстанов-~~ ~~мываться~~, чем при введении искусственных заменителей, которые могут вызывать воспаления и неблагоприятные последствия. А также организму нужно меньше времени для восстановления.

50

2) Клеточная терапия в настоящее время только развивается, поэтому не каждому человеку ~~доступно~~ доступен такой способ лечения. Также не все части и функции можно восстановить с помощью клеточной терапии. Также нужен индивидуальный подход, так как организм может воспринять клетки как антиген и начать вырабатывать антитела ~~вредные~~ ~~против него~~, поэтому возможно отвержение организмом, аллергические реакции.

3) Клеточную терапию используют при введении красного костного мозга в организм от донора, это позволяет стимулировать выработку клеток крови организмом.

Пример использования клеточной терапии:

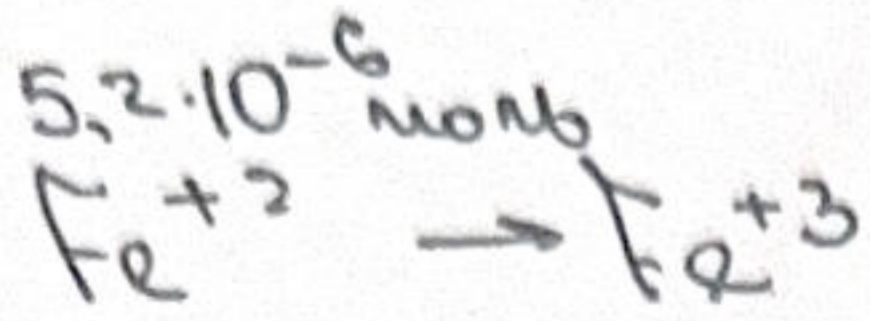
Возможно использование клеточной терапии для восстановления ~~клеток~~ ~~клеток~~ клеток печени. ~~Возможно~~ Это возможно, например, при лечении цирроза печени, когда в тканях печени между гепатоцитами возникают прослойки соединительной ткани.

При введении клеток - гепатоцитов, будет происходить регенерация ~~клеток~~ ~~клеток~~ клеток печени, что позволит уменьшить кол-во соединительной ткани и восстановить функцию печени.

Черновик.

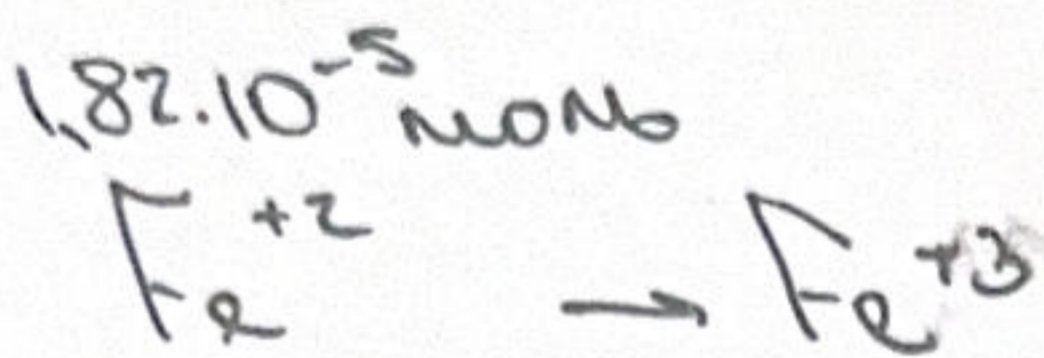
$V_{ампл.} = 10 \text{ мл}$

A:  $V = 5 \text{ мл}$   $V_{KMnO_4} = 2,6 \text{ мл}$   $C = 0,002 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$

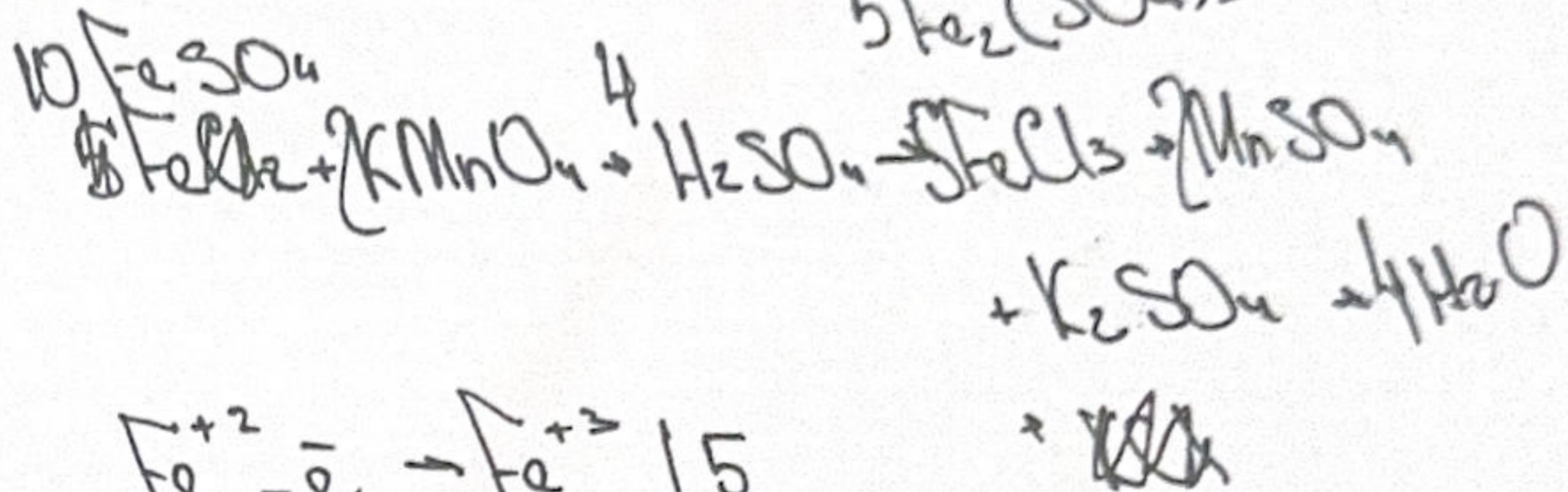


$n = C \cdot V = 0,002 \cdot (2,6 \cdot 10^{-3}) = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$

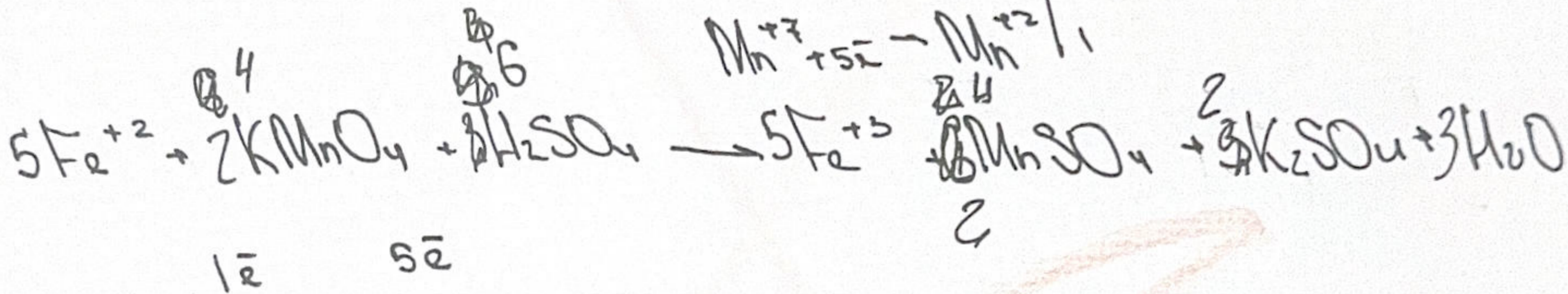
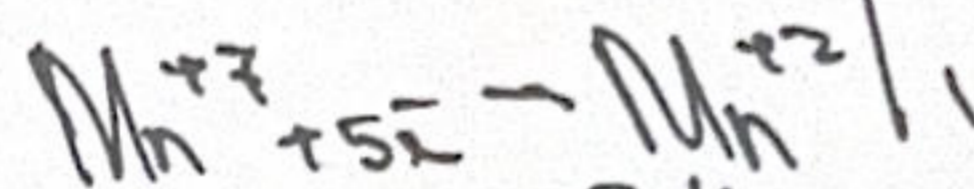
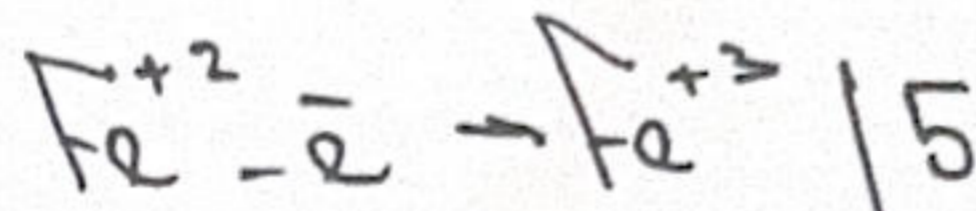
B:  $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$   $V_{KMnO_4} = 9,1 \text{ мл}$   $C = 0,002 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$



$n = 0,002 \cdot (9,1 \cdot 10^{-3}) = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$



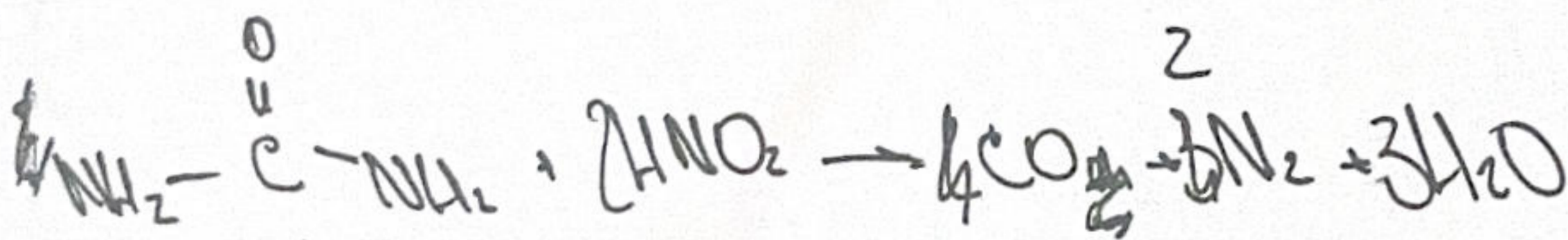
$\frac{1,3 \cdot 10^{-5}}{1,82 \cdot 10^{-5}} = 71,43\%$



3.

$0,5 \text{ г} - 100 \text{ мл} \Rightarrow 200 \text{ мл}$

$0,5 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{200 + 1000} \Rightarrow \omega = 8,33 \cdot 10^{-4} = 0,083\%$



$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad 101,325 \cdot 15 \text{ л} = n \cdot 8,314 \cdot 305$

$n = 0,6 \text{ моль} \Rightarrow n(CO_2) = 0,2 \text{ моль}$

$r = A \cdot e \left( \frac{RT}{E_a} \right) \quad V_2 = V_1 \cdot \frac{V_2 - T_1}{T_2}$

