

Рабочий лист №1

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

10
(класс участия)

Оценка работы

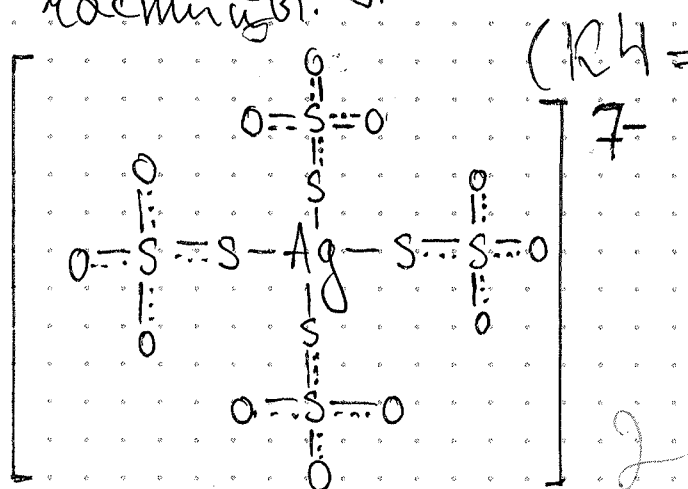
(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	12	10,5	10,5	0,5	5,6											39,4

Задача 10-1

- 1) $[Kr] 4d^{10}$ - конфигурация Ag^+ 0,5
2) Катодный кислород связан с 4 Ag^+ → катодный Ag^+ имеет к.з. $\frac{4}{2} = 2$ (Ag^+ в 2 раза больше, чем O^{2-}). Ответ: 2 0,5

- 3) Структурная формула серебросодержащей частицы:



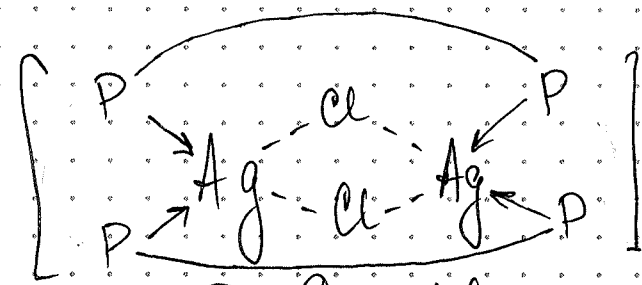
Нетрудно понять, что в А есть еще 2 однозарядных аниона и 2 однозарядных катиона



4) Структура Б:

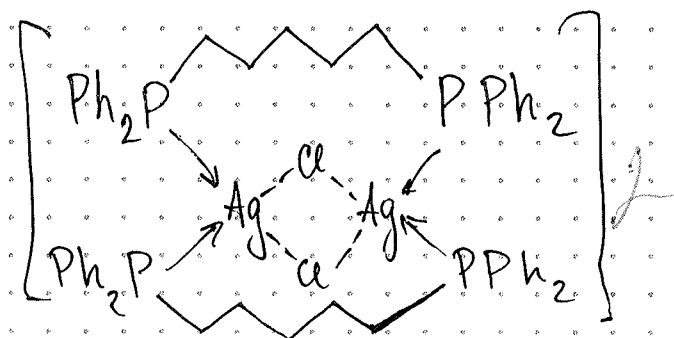
$P \curvearrowright P$ -это мостик,

формула мостика - $P_2 C_{29} H_{30}$



$L = Ph_2P \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} PPh_2$ как раз подходит
мостик Название мостика: 1,5-ди(дифенил-
фосфино)-пектан

Структура Б:



5) мол. масса аниона:

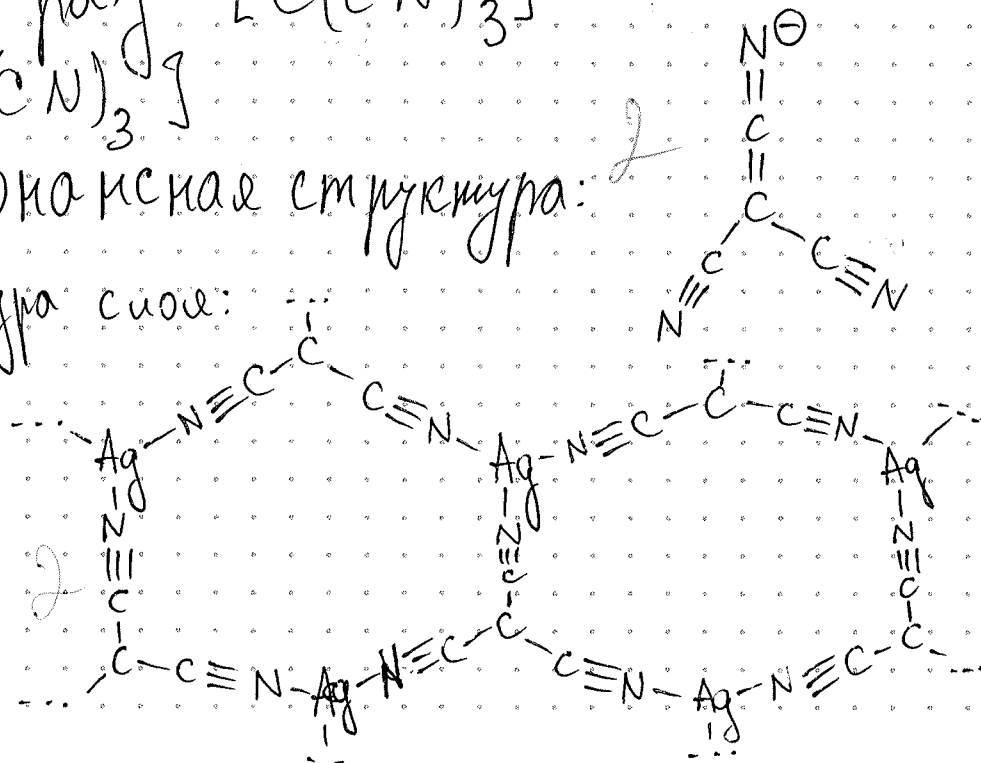
$$\left(\frac{108}{0,545} - 108 \right) \frac{1}{\text{моль}} \sim 90 \frac{1}{\text{моль}}$$

это как раз $[C(CN)_3]^-$



Одна резонансная структура:

6) Структура снов:



Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата " 3 " марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

7) Как видно, сетка состоит из одинаковых
количеств фрагментов $[Ag]$ и $[Ag_5(CN)_8]$
Итого: $[Ag_3(CN)_4]^-$; $x=3$; $y=4$

8) Общая формула: $M^{+N} [Ag_3(CN)_4]_{0,5N}^- [Ag(CN)_2]_{0,5N}^-$
• $MесN$; при отщеплении 1 моля образуется
 $0,5N \cdot 2 + 0,5N + N$ молей азота.

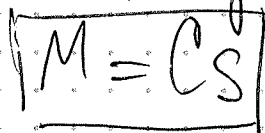
$$n_{N_2} = \frac{32,54}{1000 \cdot 22,4} \text{ моль} = 4,13125 \text{ ммоль}$$

$$\frac{1 \text{ л}}{\mu_{\Sigma}} = \frac{4,13125 \text{ ммоль}}{2,5N} ; \mu_{\Sigma} = M + 335N$$

$$2,5N = \frac{4,13M + 1,384N}{1000}$$

$$M = 240N$$

Комплексы будут:



3

12

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

Задача 10-2

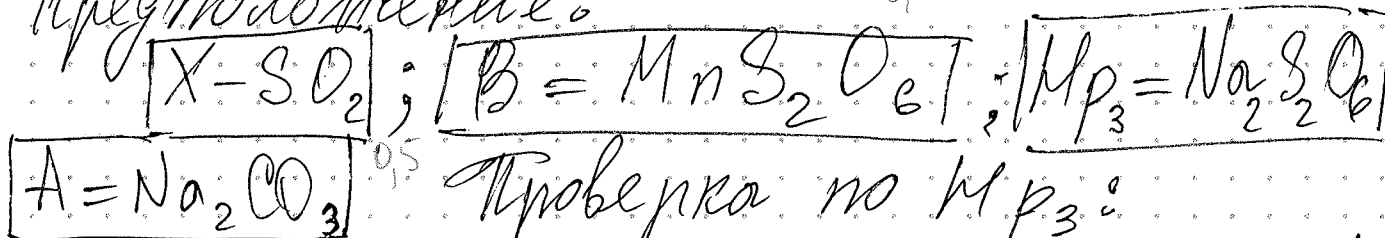
Расчёт Y: $32 \text{ г/моль} \cdot 1,375 = 44 \text{ г/моль}$
 $\Rightarrow Y - \text{CO}_2$; A - карбонат или гидрокарбонат.
~~10 мл · 0,018 М · 2~~
~~18 мл · 0,01 М · 2~~ $\sim 2 \text{ M}^+ \text{ на 1 моль A}$

$\Rightarrow$ A содержит CO_3^{2-} и катион ценного металла.

Расчёт Z: $\text{Э}_2\text{O}_x$; $\frac{16 \cdot x}{16x + 2\mu_z} = 0,3681 \Rightarrow$
 $\mu_z = 13,73 \cdot x \Rightarrow \text{Э} - \text{это Mn}$

Моль A в смеси: $n_{\text{P}_3} = 0,01 \text{ м} \cdot 0,6 \text{ М} =$
 $= 0,006 \text{ моль}$, выдвинется лишь $\frac{6 \cdot 7,2}{1000 \cdot 22,4} =$
 $= 0,003 \text{ моль SO}_2$

Предположение:



Проверка по M_{P_3} :

$$\frac{64 \cdot 2}{46 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 6} = 62,2\% - \text{верно!}$$

Получа $M_{\text{P}_1} = \boxed{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4}$, дальше уже
 пометно - M_{P_x} - сам натрия и серосодержащих
 анионов.

$$\frac{64 \cdot 2}{64 \cdot 2 + 46} = 0,736 - \text{MP}_1 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4^{0,5}$$

$$\frac{64 \cdot 2}{64 \cdot 2 + 46 + 16} = 0,674 - \text{MP}_2 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5^{0,5}$$

При разложении ~~MP~~ MP_5 образуется O_2
 $\Rightarrow$ это $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$; $\text{MP}_4 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$;
 $\text{D} = \text{NaHSO}_4$; проверка:

$$\frac{2 \cdot 23 + 2 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 8}{23 \cdot 2 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 7} = 1,0811 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{верно.}$$

$$\frac{2 \cdot 23 + 2 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 8}{2 \cdot 23 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 8} = 1,0084$$

$$\mu(E) = 108 / 1633 = 66,136 - \text{это}$$

$[\text{Ag}(\text{phen})_2\text{S}_2\text{O}_8\text{H}]$ (красная соль)

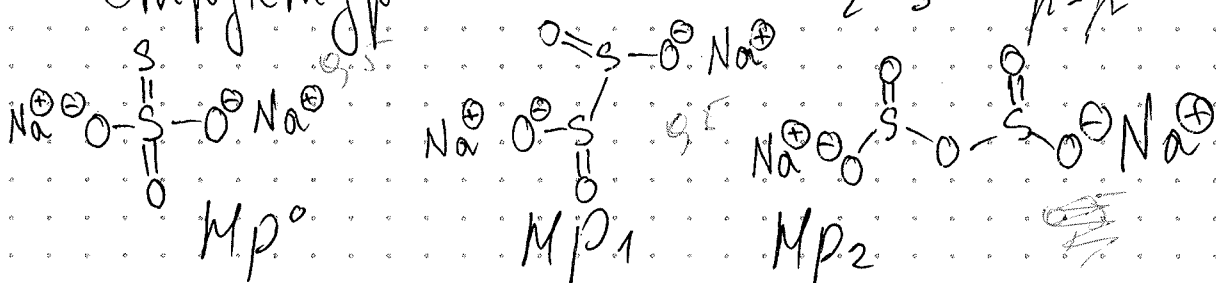
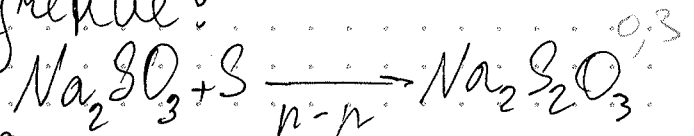


моу. масса F:

$$\frac{8,562 \cdot 20,602 \cdot 11,739 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3 \cdot \sin \beta \cdot 1583 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 2674 \text{ г/моль}$$

$\text{MP}_0 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; получение:

Структура:



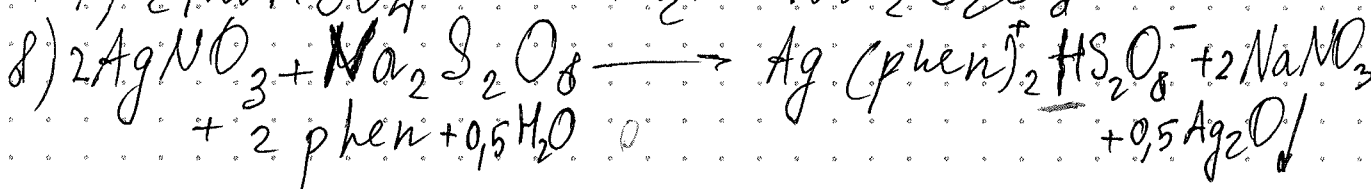
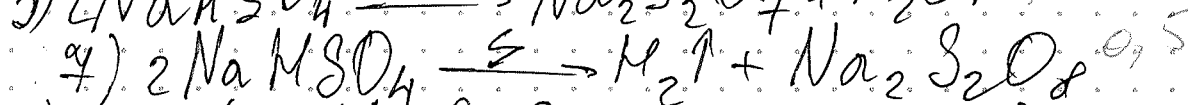
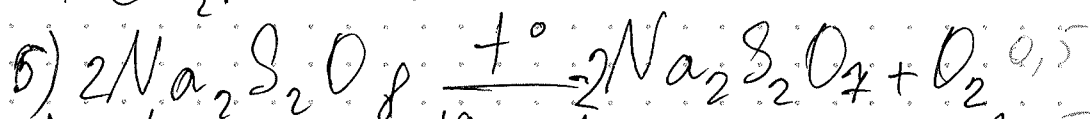
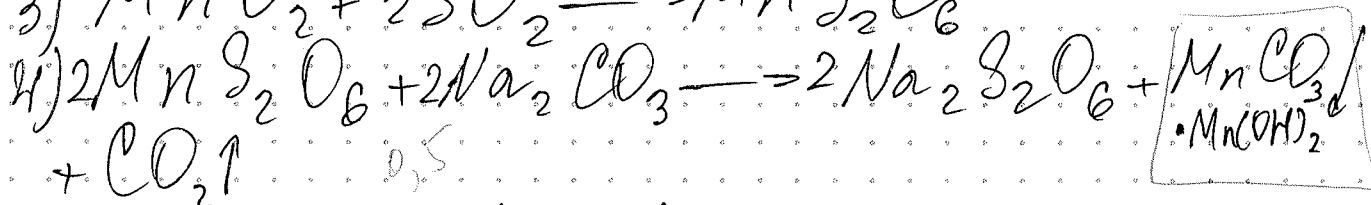
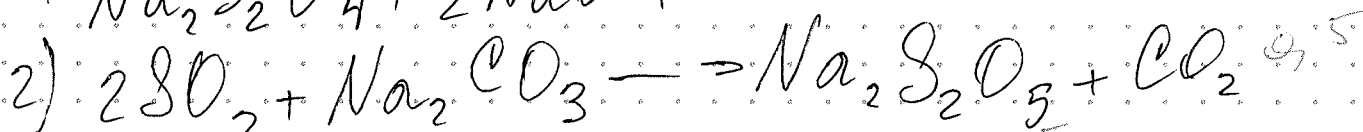
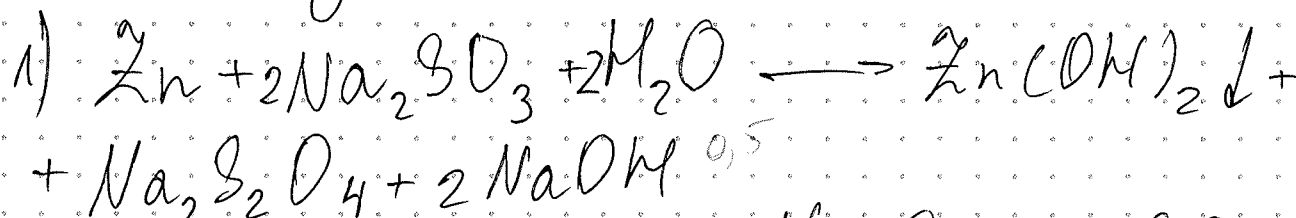
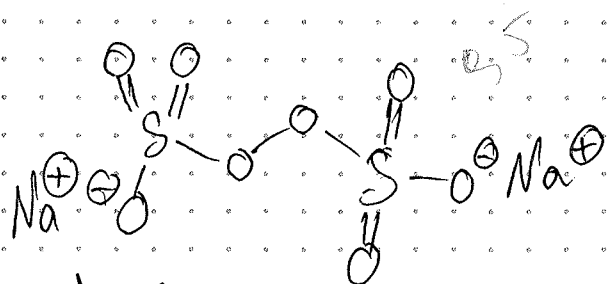
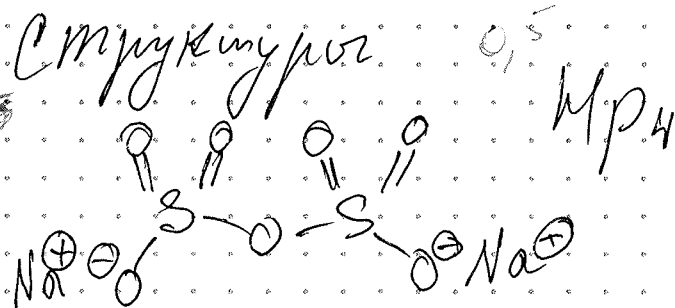
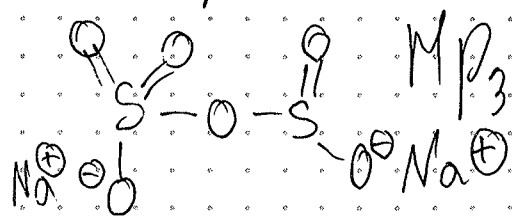
Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

продолжение 10-2.

реакции структур



^{0,5}
 $D = \text{MnSO}_4$ (уже принято из расчетов)
Расчет CO_2 : CO_2 усвоено $\frac{6,72}{22,4} = 3 \text{ ммоль}$

$$\mu_c = \frac{0,611}{0,003} \text{ ммоль} \sim 204 \text{ г/ммоль} - \text{как}$$

на $\text{MnCO}_3 \cdot \text{Mn}(\text{OH})_2 \quad \Sigma$

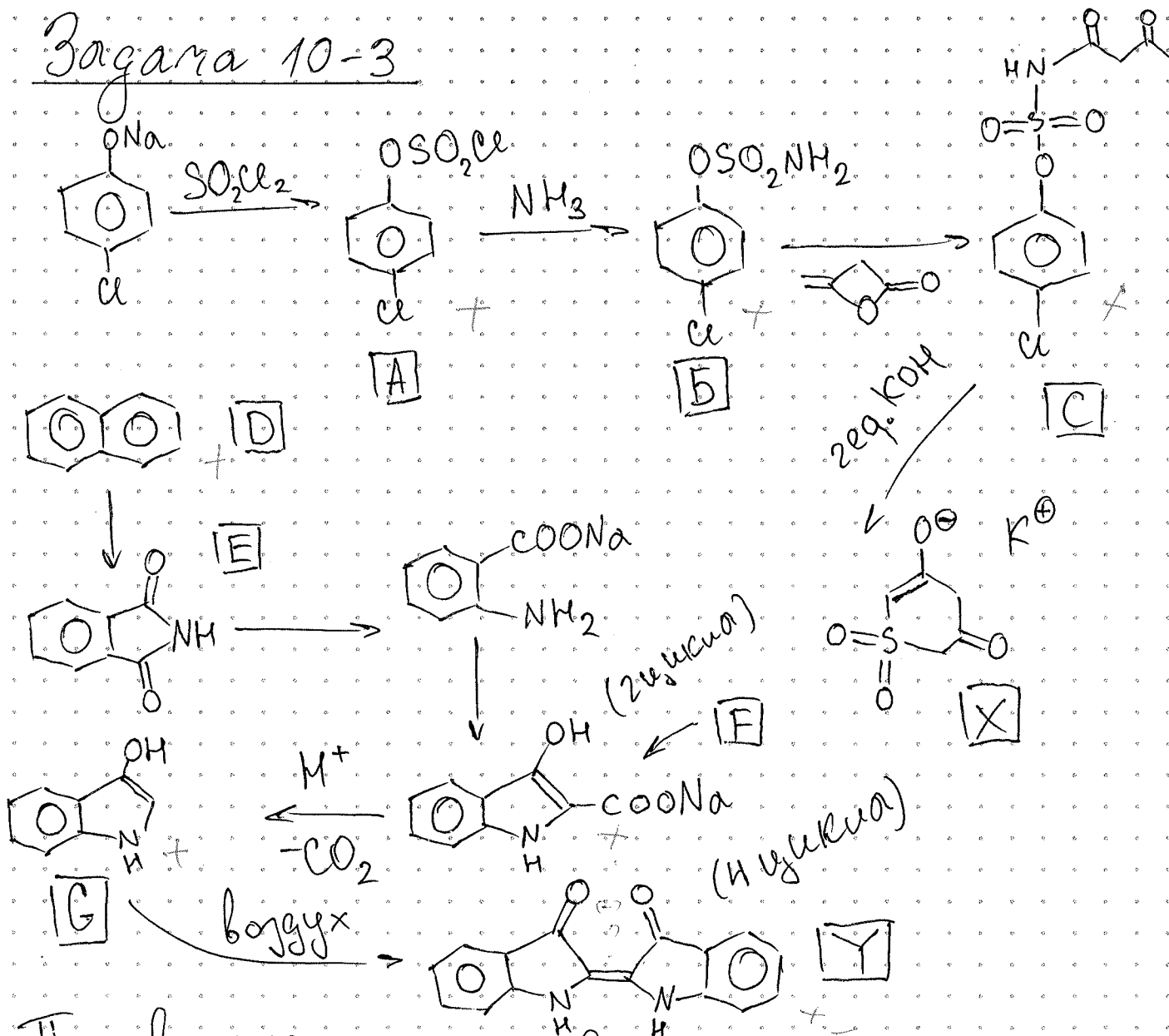
~~8,77~~
10,8

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

Задача 10-3



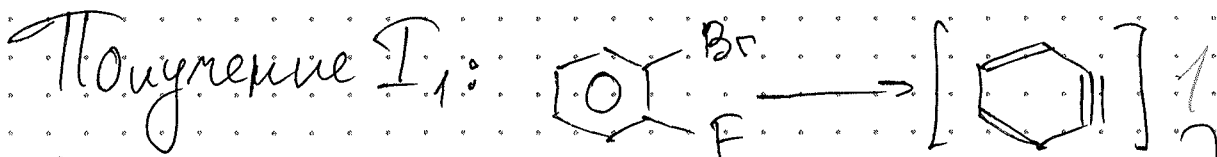
Подтверждение состава Y расчетом:

$12 \cdot 16 \sim 73,3\%$ - всё верно

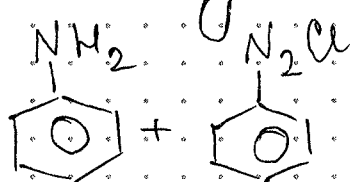
$12 \cdot 16 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 14 + 10$

Расчет N_1 :

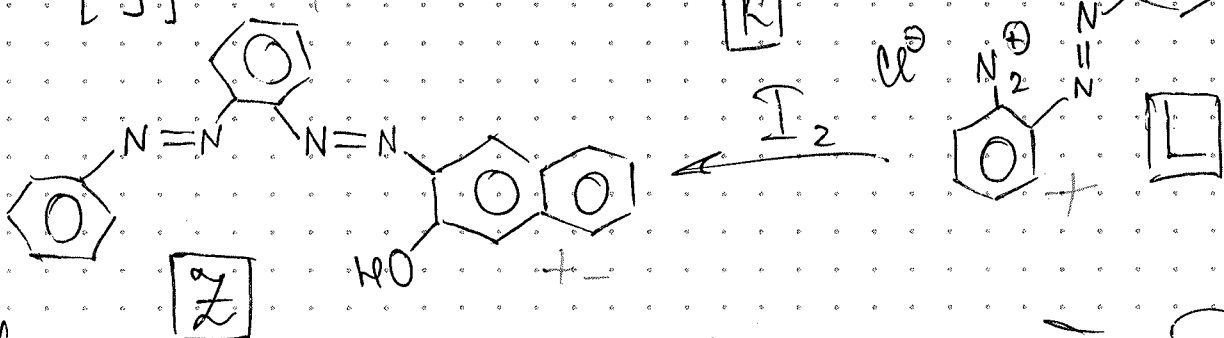
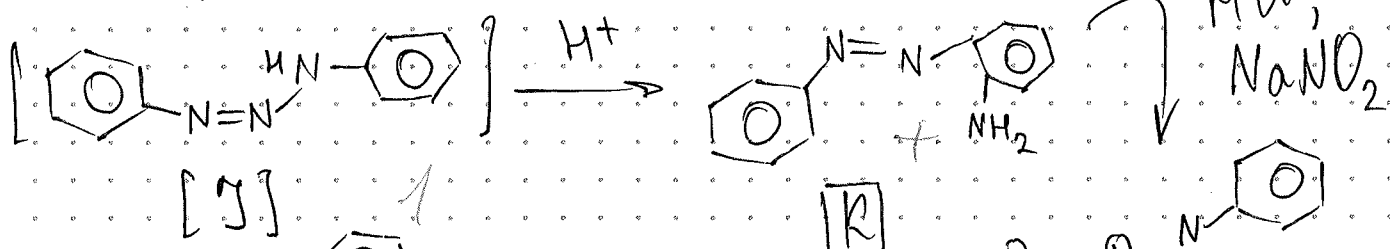
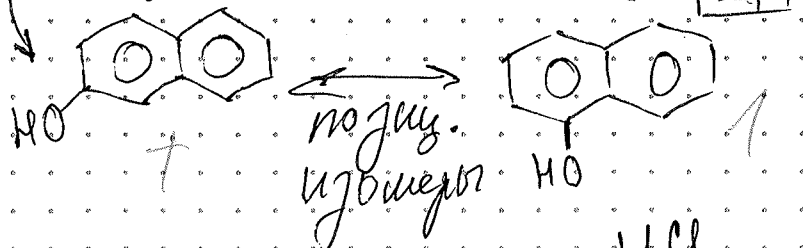
$\frac{14}{0,2029} \sim 69 \%$ $N_1 = \text{LiNO}_3$
реакция - диазотирование $\rightarrow \text{NaNO}_2$



Синтез Z:



Полимеризация I₂: [M]



Наименее окраски у азосоединений обусловлено наличием двойной сопряженной π-системы, которая может возбуждаться и переходить в основное состояние, испуская свет.

1,5

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

Задача 10-4

Наименее комплекс, газ и дались
элементов лишь 2 буквами указывают
на одну из следующих троек элементов:

C, O, Co; S, O, Os; H, F, HF. Но лишь
со 2й можно придумать 3 газа и
различные комплексные анионы.

X, Y, Z = SO₂; SO₃; O₂ (пока не понятно,
кто есть кто).

0.5 X - точно O₂ (окисляет продукт раз-
ложения C₁).

А вот Y - SO₃, Z - SO₂ (если посмотреть
на стадию A₁ → A₂, то понятно, что
это окисление с SO₃).

Посчитаем C₁ исходя из разложения:

$\mu(C_1) \xrightarrow{-SO_2} 0,63 \mu(C_1)$ — изменение мол.
массы

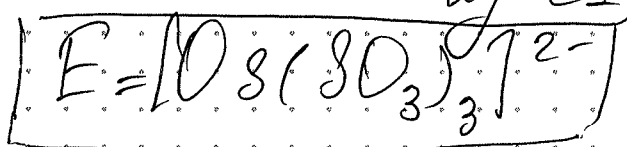
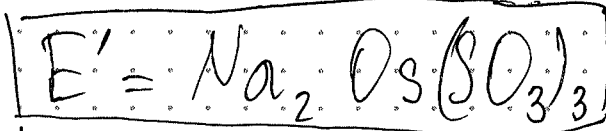
$\mu(C_1) = 64 / 0,37 \approx 173$ — это Os, SO₃

C₁ = Os(SO₃)₂ B₁ = OsO₂ (учтено 2SO₂)

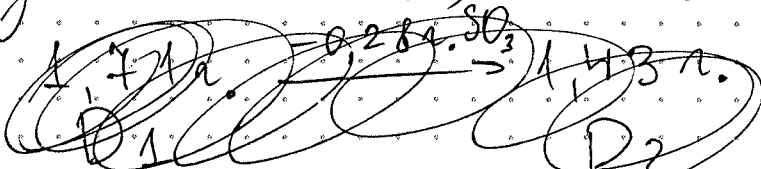
считаем $\mu(B_2) = (190 + 80 \cdot 2) \cdot 0,675 \approx 237$, т.е.

B₂ = OsO₃

$K = Na_2SO_3$ (карбонат натрия и анион CO_3^{2-})



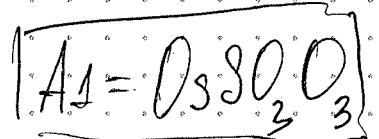
$C_2 = OsS_2O_8$ при разложении до OsO_3 даёт SO_2 и SO_3 .



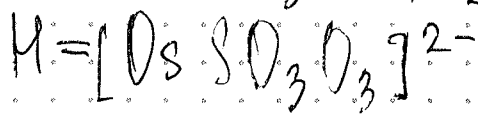
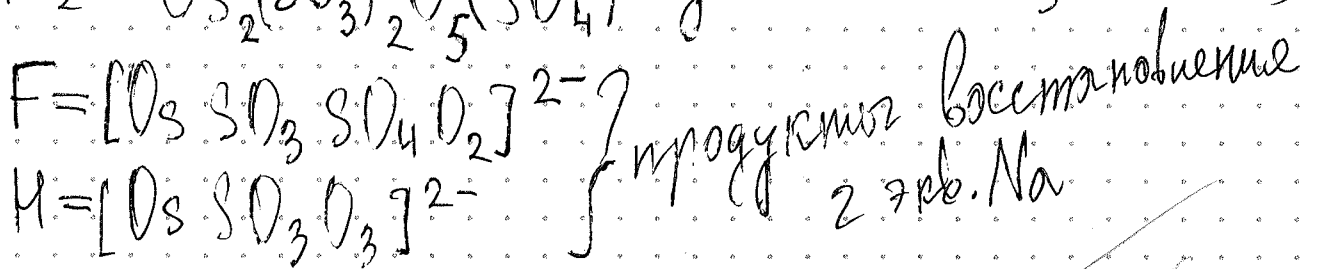
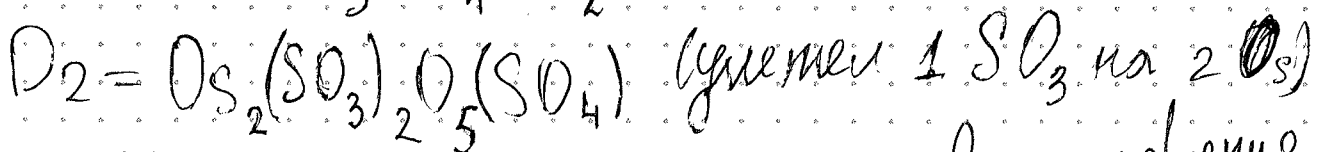
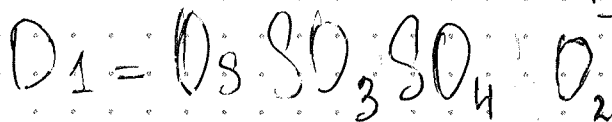
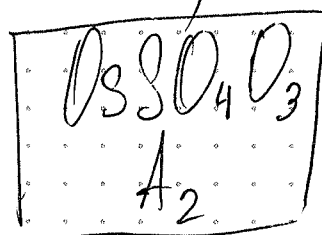
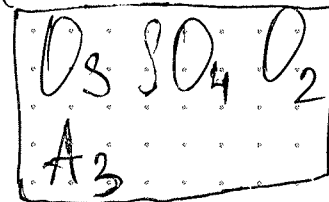
~~$\mu D_1 = \frac{1.71}{0.28} \cdot 80 \text{ моль}$~~

~~Получены A_1 и A_2 :~~

190 ~~и 334~~ г/моль A_2 и A_3 хорошо получены
 $3/8 \text{ г/моль}$ и 334 г/моль
 $(190 + 16 \cdot 8)$ $(190 + 16 \cdot 3)$



A_2 получено
 заменением
 SO_3 на SO_4



продукты восстановления
 2 экв. Na

0.5

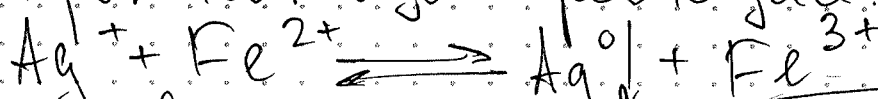
Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "3" марта 2025 г.

Шифр 10-02
(заполняется оргкомитетом)

Задача 10-5

1) Протекающая реакция:



Равновесие $\rightarrow \Delta G_r = 0$; $E = 0$

Состав: $\ln K = \ln \left(\frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Fe}^{2+})} \right) = \frac{-\Delta G_0}{RT}$

$$= \frac{nFE_0}{RT} = \frac{1 \cdot 96485 \cdot (0,799 - 0,771)}{8,314 \cdot 298,15} \sim 1,0899$$

$$\rightarrow K = \exp(1,0899) = 2,974$$

Концентрация реагентов отсутствует на С;
вначале Fe^{2+} и Ag^+ было по $0,1 \text{ M} / 2 = 0,05 \text{ M}$:

$$2,974 = \frac{C}{(0,05 - C)^2}; \quad 7,4347 \cdot 10^{-3} + 2,974 C^2$$

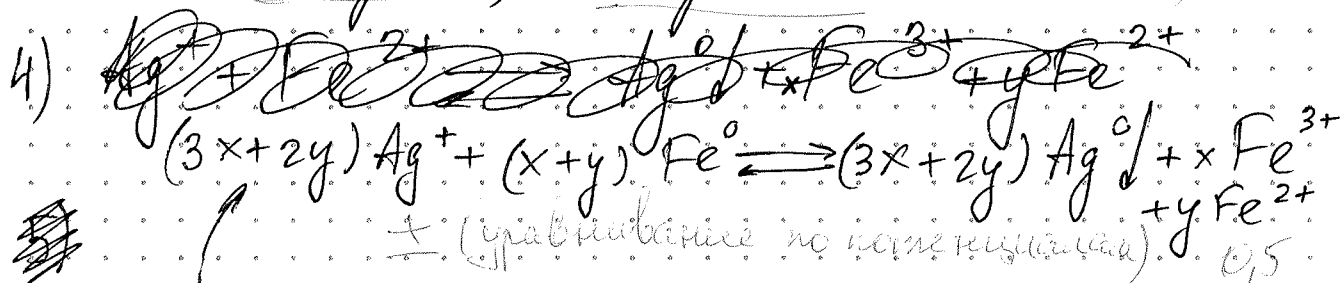
$$C - 0,2974 C = 0; \quad C = \frac{1,2974 - \sqrt{1,2974^2 - 4 \cdot 2,974 \cdot 7,435 \cdot 10^{-3}}}{2 \cdot 2,974}$$

$$\sim 5,81 \text{ mM}$$

Ответ: $E = 0$; $C_{\text{Fe}^{3+}} = 5,81 \text{ mM}$; $C_{\text{Ag}^+} = C_{\text{Fe}^{2+}} = 44,19 \text{ mM}$
справившись коэффициенты безразмерны

2) Наиболее пригодна ТФОН ($\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$), т.к. она очень сильная (легко создает низкие рН), не даёт осадков с имеющимися катионами.

3) Также вобороти именно трифидаты,
потому что другие анионы либо
дадут осадки с Ag^+ (например, гало-
иды), либо сами являются очень
сильными окислителями и окислят
 Fe^{2+} (хлорат, нитрат $2 \times (0,2 \times 1,5)$)



Железо может окисляться как до 2^+ ,
так и до 3^+ (почти такое в п1 равновесие)

5) Во время реакции на кубике будет
образовываться тонкий слой осадка
серебра, а потому кубик будет хуже
растворяться в кислоток-окислителях,
совсем не будет растворяться в неокисли-
телях, не будет корродировать на влаж-
ном воздухе, не будет восстанавли-
вать ионы Li^+ , Pb^{2+} , Ag^+ и другие.

3x94

5,6