



Демидов

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химия
профиль олимпиады

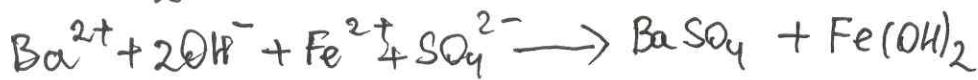
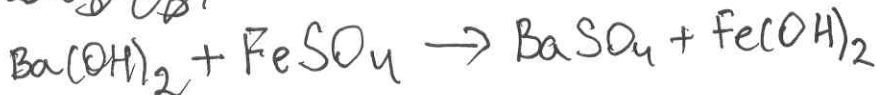
Маминцев Евгений Олегович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«2» марта 2025 года

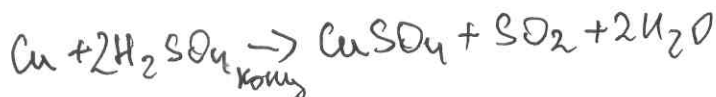
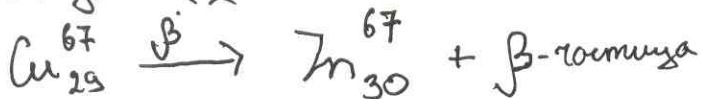
Подпись участника
Маминцев

Числовик

Задание 1

~~2 AgNO₃~~

Задание 2



Решение: Первый радиационный будет такой же, т.к. ядром превращение, это реакция ^{первого} порядка, поэтому никак не изменится: $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$, где $\ln(2) - \text{const}$ и

$$k - \text{const} \Rightarrow \frac{\text{const}}{\text{const}} = \text{const}.$$

Задание 3

$$pV = nRT$$

$$\frac{pV}{RT} = \frac{m}{M_{\text{Ar}}} \Rightarrow m = \frac{pVM_{\text{Ar}}}{RT} - \text{Для аргона}$$

$$p_2V = n_2RT$$

$$\frac{pV}{RT} = \frac{m}{M_A} \Rightarrow M_A = \frac{mRT}{pV} - \text{Для газа A}$$

$$M_A = \frac{p_1 M_{\text{Ar}}}{p_2} = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 39.9 \text{ г/моль}}{144700 \text{ Па}} = 27.97 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}$$

Если пламенный шар углеводорода, сера, аз. Молярная масса A достаточно небольшая, что указывает на элемент или 2 периода, из этого можно предположить, что газ A - углеводород, потому что газ в камере как газ имеет цвет, из этого газ A - ^{этот} ~~этот~~ C_2H_4 ^{цвет пламени не водород!}

Задание 4

Задача 1

Чистовик



Задача 2

Такой же. Т.е. радиоактивные превращение реакции I по-
мещая $\Rightarrow k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$, где $\ln 2 - \text{const}$, а $k - \text{const}$

а $\frac{\text{const}}{\text{const}} = \text{const} \Rightarrow \text{первоначальное неизменяется}$



Задача 3

Для аргона

$$P_1 V = n_1 RT$$

$$n_1 = \frac{P_1 V}{RT}$$

$$m = \frac{P_1 V M_{\text{Ar}}}{RT}$$

Для азота N

$$P_2 V = n_2 RT$$

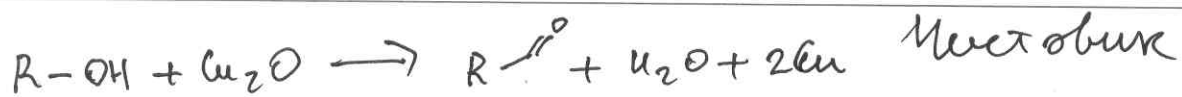
$$n_2 = \frac{P_2 V}{RT}$$

$$\frac{m}{M_A} = \frac{P_2 V}{RT} \Rightarrow M_A = \frac{m RT}{P_2 V} = \frac{P_1 M_{\text{Ar}}}{P_2} = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 40 \text{ г/моль}}{144700 \text{ Па}} \approx$$

$\approx 28 \text{ г/моль}$, маленьким M_A говорит об элементе

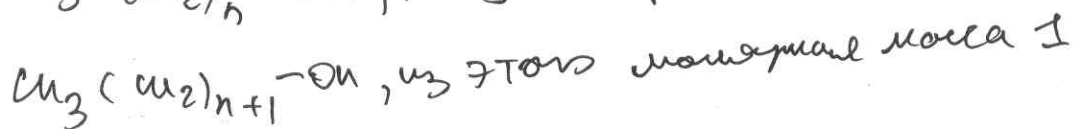
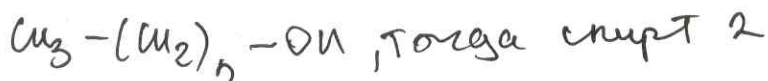
16 II периода, или кислород говорит о азотом
углеродом $\Rightarrow A$ может быть этилен C_2H_4 $\ominus$

Задача 4



$$\Rightarrow n_{R-OH} = \frac{m_{Cu}}{2} = \frac{m_{Cu}}{2M_{Cu}} = \frac{25,6}{2 \cdot 64} = 0,2 \text{ моль}$$

Пусть спирт один имеет следующее строение



$$M_1 = 32 + 14n, \text{ а второго } M_2 = 46 + 14n, \text{ тогда}$$

$$n_4 \quad n_{R-OH} = n_1 + n_2 = 0,2 \Rightarrow n_1 = 0,2 - n_2$$

$$w_c = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{n_1 M_1 + n_2 M_2}, \text{ где } n - \text{какая-то с}$$

$$w_c = \frac{(0,2 - n_2)(n+1) + n_2(n+2)}{(0,2 - n_2)(32 + 14n) + n_2(46 + 14n)} \approx 0,6327$$

Далее составили таблицу

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
n ₂	0,524	0,324	0,125	0,075	0,025	0,0	0,0	0,0	0,0

Анализируя таблицу на эквивалентности найдем что $n=2 \Rightarrow$ спирт 1 - пропанол
спирт 2 - бутанол



$$n_{\text{про}} = 0,075$$

$$n_{\text{бут}} = 0,125$$

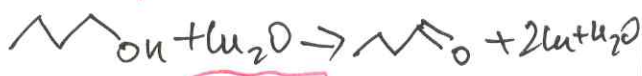
$$m_{\text{про}} = 0,075 \cdot 60 = 4,52$$

$$m_{\text{бут}} = 0,125 \cdot 74 = 9,25$$

$$w_{\text{про}} = \frac{4,5}{4,5 + 9,25} = 0,32727 \approx 32,72\%$$

$$w_{\text{бут}} = \frac{9,25}{4,5 + 9,25} = 0,6727 \approx 67,27\%$$

Реакции



должен быть оксид меди (II)

бензентбх по хим, свойствам, что кинале соль, тогда
возможные анионы это HSO_4^- , почитаем по окиску с Ba

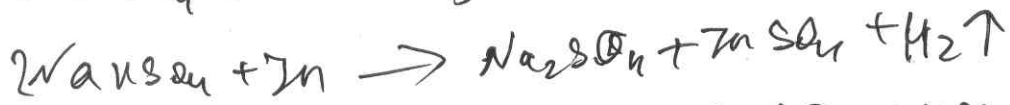
$$n = \frac{7,77}{137,33 + 96,06} \approx 0,03329 \text{ моль} \Rightarrow \text{чистовик}$$

$$M_X = \frac{4}{0,03329} \approx 120,149 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{ост}} \approx M_X - M_{\text{HSO}_4^-} = 120,149 - 96,06 = 24,09 \approx \text{NaH} \Rightarrow$$

X — NaHSO_4 , чистое вещество

Реакции



$$m_{\text{пробора}_1} = \frac{100}{3} \approx 33,33 \text{ г}$$

в нем добавляем NaHCO_3 .

$$n_{\text{NaHCO}_3} \approx n_{\text{NaHSO}_4} \approx n_{\text{BaSO}_4} \approx 0,03329 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$M_{\text{NaHCO}_3} \approx 84,009 \text{ г/моль} \Rightarrow m \approx nM \approx 2,79699 \text{ г, округло}$$

$$\text{улетает } \text{CO}_2 \Rightarrow m_{\text{ост-ра}_2} = m_{\text{пр-ра}_1} + m_{\text{NaHCO}_3} - m_{\text{CO}_2} \approx$$

$$\approx 33,33 + 2,79699 - 44,011 \cdot 0,03329 \approx 34,665$$

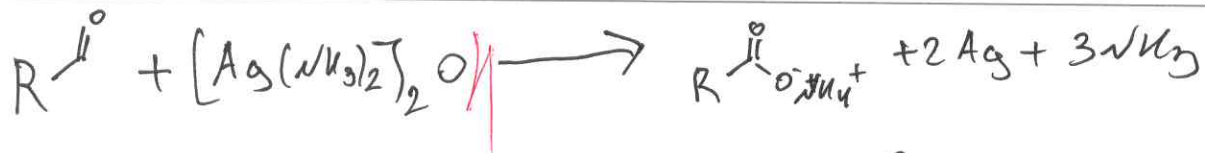
$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \approx nM \approx 0,03329 \cdot (23,39 \cdot 2 + 32,06 + 16 \cdot 4) \approx 4,729$$

$$w_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{4,729}{34,665} \approx 0,1364 = 13,64\%$$

Задача 7

$$n_{\text{H}_2} = \frac{pV}{RT} \approx \frac{101,325 \cdot 7,34}{8,314 \cdot 298,15} \approx 0,3 \text{ моль}$$

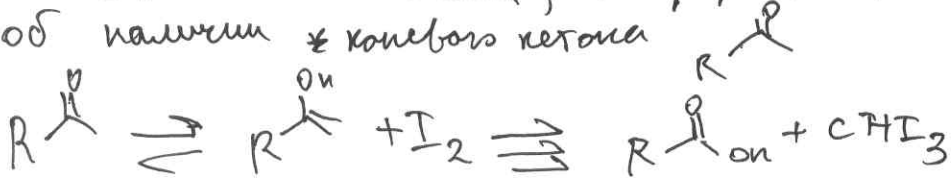
Реакция с аммиачным раствором окислителя это
катионный процесс и с R^+ группой



$$n_{Ag} = \frac{m}{M} = \frac{32,4}{107,8} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n_{R^{I\bar{O}}} = \frac{n_{Ag}}{2} = 0,15 \text{ моль}$$

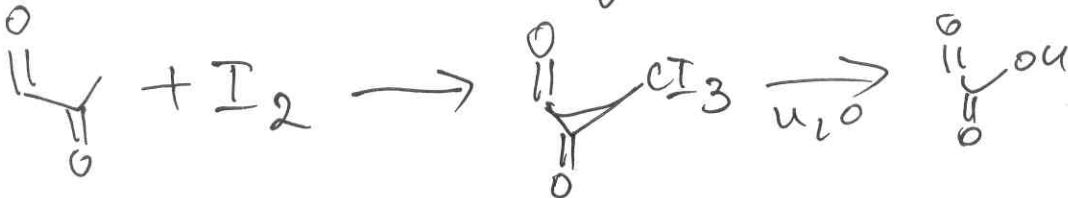
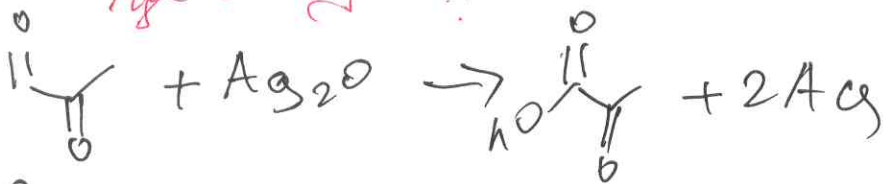
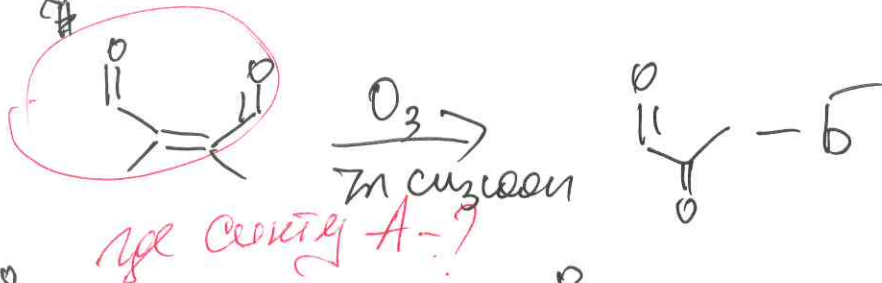
Средн. продукт от 2 работни дни тогава от В $\Rightarrow$ 4 ное

A - зеркальный алкен, который на реакцию говорит
об наличии $\neq$ коневого кетона



Среду перемени беззембенте универзала Адам
Бензон и познати $\Rightarrow$ в соопс Адам рн $\Rightarrow$

* $\mathbb{Q}$ Тогда соединенные A может быть



Четовик

Неверно определены А и Б.



ценобиин

Пусть

$$M_1 = x, \text{ Тогда } M_2 = x + 14$$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{m_1}{x}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{m_2}{x+14}$$

$$n_{\text{Cu}} = \frac{25,62}{64 \text{ г/моль}} \geq 0,4 \text{ моль} \Rightarrow n_{\text{обс}} = n_1 + n_2 = \frac{n_{\text{Cu}}}{2} = 0,2 \text{ моль}$$

$$W_c = \frac{m_c}{m_1 + m_2} = 0,6327$$

$$m_{c_1} = x - 17 - 2n - 3, \text{ где } n - \text{кол-во гидрокси}$$

$$m_{c_2} = x - 17 - 2(n+1) - 3$$

$$m_c = m_{c_1} + m_{c_2} = 2x - 34 - 2(2n+1) - 6 = 2x - 42 - 4n$$

$$\frac{m_1}{x} + \frac{m_2}{x+14} = 0,2 \Rightarrow m_1 + m_2 \geq$$

$$\frac{2x - 42 - 4n}{m_1 + m_2} \geq 0,6327 \quad \frac{2x - 42 - 4n}{n_1 M_1 + n_2 M_2} = 0,6327$$

У нас две сирты

$$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OH} \quad \text{и} \quad \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{n+1} - \text{OH}, \text{ где } n - \text{от 0 до } \infty$$

наблюдается, что

Задача 4



$$n_{\text{Cu}} = \frac{25,62}{64 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

У нас две сирты

$$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{OH} \quad \text{и} \quad \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{n+1} - \text{OH}, \text{ где } n - \text{кол-во гидрокси}$$

Пусть сирта 1 ↓ сирта 2

Пусть молярная масса первой сирты x , тогда вторая $x + 14$

$$M_1 = x$$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1}$$

$$n_{\text{обс}} = \frac{n_{\text{Cu}}}{2} \geq n_1 + n_2 \geq 0,2 \text{ моль}$$

$$M_2 = x + 14$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2}$$

x унос равен

$$x = nC_3 + n_1C_2 + n_2OH = 32 + 14n, \text{ тогда}$$

$$M_1 = 32 + 14n \quad n_1 + n_2 = 0,2 \Rightarrow n_1 = 0,2 - n_2$$

$$M_2 = 46 + 14n \quad \frac{m_1}{32 + 14n} + \frac{m_2}{46 + 14n} = 0,2$$

черновик

$$n_{OH} - \text{бо } C_1 = n \quad \text{бо } C_2 = n+1, \text{ тогда}$$

$$\frac{12n_1 \cdot n + 12n_2(n+1)}{m_1 + m_2} = 0,6327$$

$$\frac{12n_1(n+1) + 12n_2(n+2)}{n_1(32+14n) + n_2(46+14n)} = 0,6327$$

$$n_1 + n_2 = 0,2$$

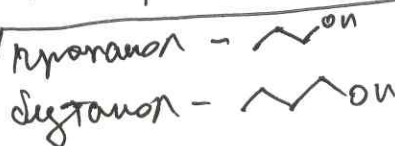
$$n_1 = 0,2 - n_2$$

$$0,6327 \cdot (12n_1 + 12n_2(n+1)) =$$

$$12n_1 + 12n_2(n+1) = 0,6327n_1(32+14n) + 0,6327n_2(46+14n)$$

$$12n = 0,6327(32+14n)$$

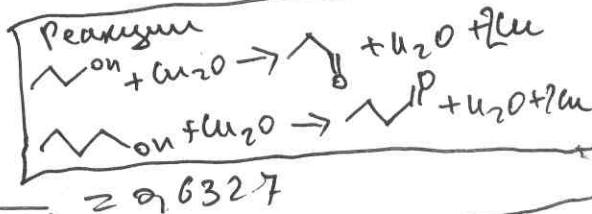
$$12(n+1) = 0,6327(46+14n)$$



$$n_1(12n - 0,6327(32+14n)) = n_2(0,6327(46+14n) - 12(n+1))$$

$$12n_1 = 0$$

$$12(0,2 - n_2)(n+1) + 12n_2(n+2)$$



$$= 0,6327$$

$$(0,2 - n_2)(32 + 14n) + n_2(46 + 14n)$$

Далее проверяем
n от
0 до границы

м.пропанол $0,075 \cdot 60 = 4,5$
м.бутанол $20,125 \cdot 74 = 1,5$
ω.пропанол $\frac{4,5}{4,5+1,5} = 32,72\%$
ω.бутанол $\frac{1,5}{4,5+1,5} = 67,27\%$

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
n ₂	0,2	0,125	0,075	0,025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
n ₂	0,2	0,125	0,075	0,025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

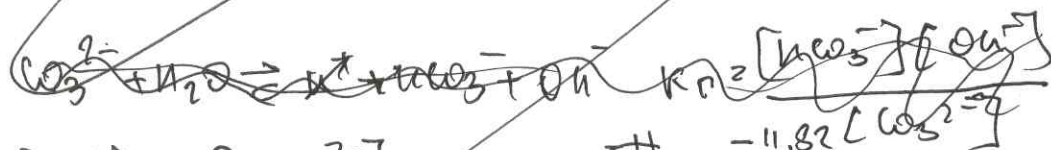
анализируя формулы при n=2 унос показывает
нормальный результат ⇒ спирт 1 - C₃-C₂-C₂-OH, а второй
C₃-C₂-C₂-C₂-OH, а
n₂ = 0,125
n₂ ≥ 0,075 Ответ: пропанол, бутанол, ω.проп = 32,72%, ω.бут = 67,27%

Задача 5

Черновик

$$pH = 11,82 \Rightarrow [H^+] = 10^{-11,82} \approx 1,51 \cdot 10^{-12}$$

$$K_{\text{гид}} = \frac{[HCO_3^-][H^+]}{[H_2CO_3^*]} \approx 4,8 \cdot 10^{-11} \quad HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$$



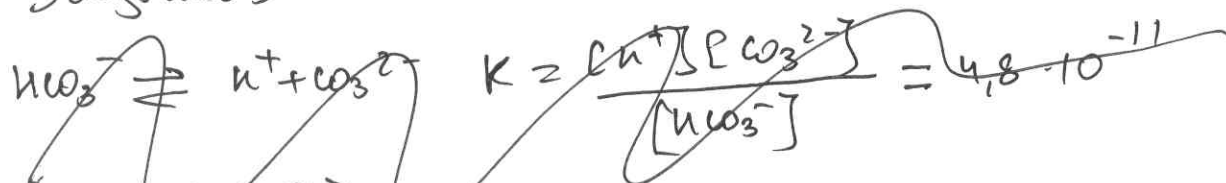
$$[H^+] = [CO_3^{2-}] \approx 1,51 \cdot 10^{-12} \quad 10^{-11,82} [CO_3^{2-}]$$

$$C_H = [H^+] = [HCO_3^-] \Rightarrow C_H = [HCO_3^-] + [H^+]$$

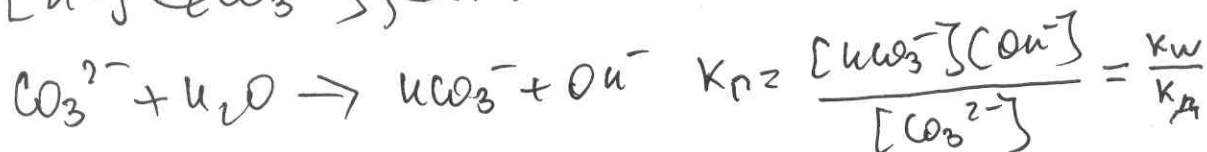
$$[HCO_3^-] = \frac{[H^+]^2}{K_{\text{гид}}} \approx \frac{10^{-23,64}}{4,8 \cdot 10^{-11}} \approx 4,773 \cdot 10^{-14}$$

$$C_H = [HCO_3^-] + [H^+] \approx 4,7726 \cdot 10^{-14} + 1,51 \cdot 10^{-11} \approx 1,56 \cdot 10^{-12} \Rightarrow n \approx C_H V \approx 1,56 \cdot 10^{-12}$$

Задача 5



$$[H^+] = [CO_3^{2-}], \text{ т.к.}$$



$$[OH^-] = 10^{-7} \quad pOH = 14 - pH = 7,18 \Rightarrow [OH^-] = 6,607 \cdot 10^{-3}$$

$$[OH^-] = [HCO_3^-] \approx 6,607 \cdot 10^{-3}$$

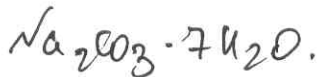
$$K_p \approx 2,083 \cdot 10^{-4}$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{[OH^-]^2}{K_p} \approx \frac{(6,607 \cdot 10^{-3})^2}{2,083 \cdot 10^{-4}} \approx 0,2095$$

$$C_H = [CO_3^{2-}] + [OH^-] \approx 0,2095 + 6,607 \cdot 10^{-3} \approx 0,21672 \text{ моль/л}$$

$$n \approx C_H V \approx 0,21672 \text{ моль} \Rightarrow M \approx \frac{m}{n} \approx \frac{802}{0,21672 \text{ моль}} \approx 231,32 \text{ г/моль}$$

$$M_{H_2O} \approx M - M_{Na_2CO_3} = 131,3 - 106 = 25,3 \Rightarrow n_{H_2O} \approx 6,96 \approx 7$$



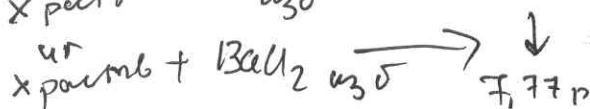
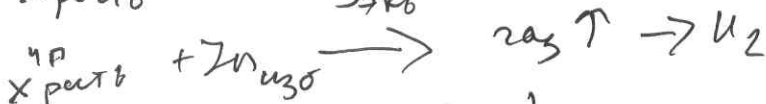
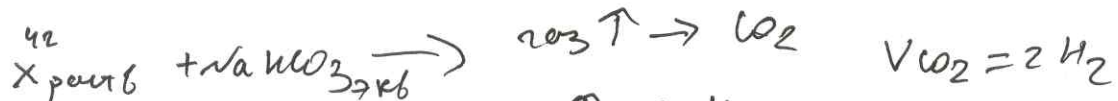
черновик

Задача 6

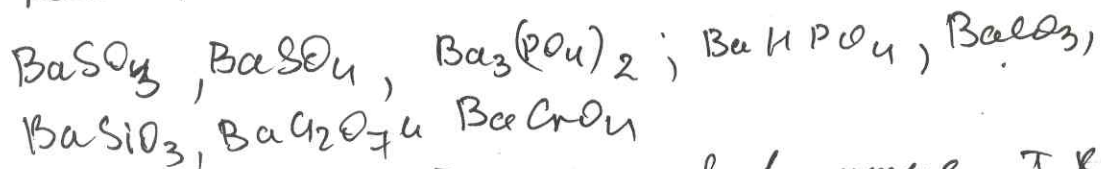
122р 100гр

X раств в H_2O

X раств + лакмус $\rightarrow$ КР $\Rightarrow$ pH < 7



бродяги прилипли к стеклу - кислота $\Rightarrow$ можно предположить, что это либо кислая соль, либо сильная кислота и слабое основание, посмотрим осадки бария



и сульфит и карбонат слабо верится, т.к. бродяги выделение CO_2 в хранил тоже не происходит т.к. он в щелочной среде, и декантацией слишком тяжело

Масса, оставшаяся

$BaSO_4, BaHPO_4, Ba_3(PO_4)_2, BaSiO_3$
проверить можно обратившись к щелочной среде, тогда останется $BaSO_4$ и $BaSiO_3$

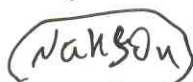
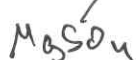
$$n = \frac{7,76}{137,33 + 96} \approx 0,0333 \quad n = \frac{7,76}{137,33 + 120 + 48} \approx 0,03642$$

$$M_x \approx 170,12$$

$$M_x = 109,82$$

$$M_{ост} \approx 24,12$$

$$M_{ост} \approx 33,82$$



по химическим свойствам получаем $NaHSO_4$



Задача 7

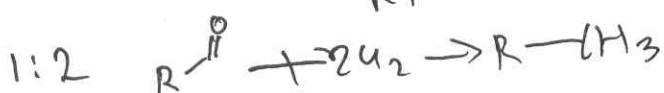
Черновик

Реакция с оксидом серебра говорит о наличии альдегидной группы



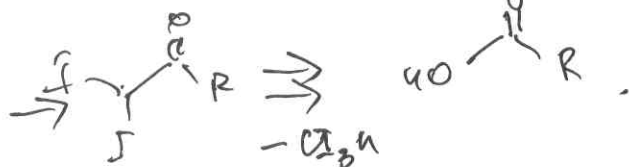
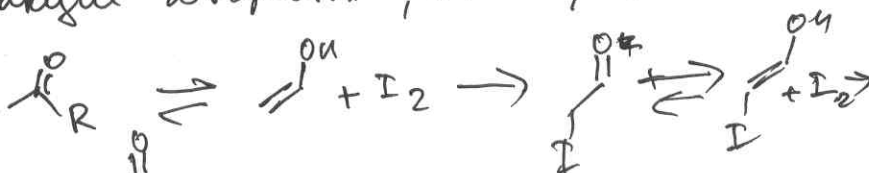
$$n_{Ag} = \frac{32,4}{108 \cdot 2} \text{ моль} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n_{R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \text{реакция с } H_2 \text{ идет}$$



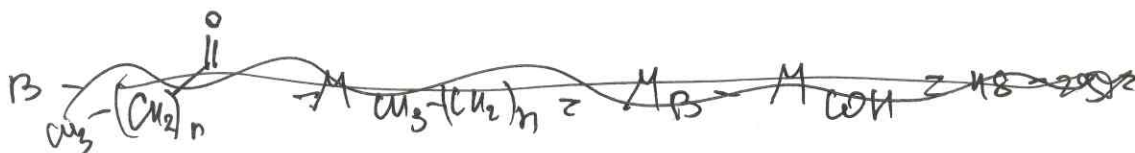
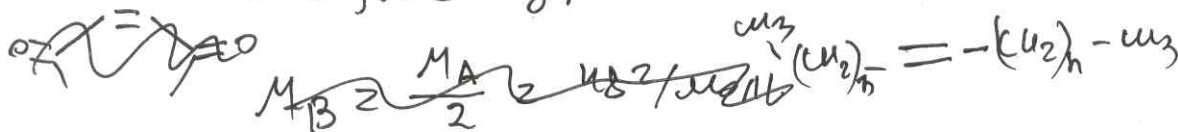
Родоформная реакция говорит, что есть

кетогруппы

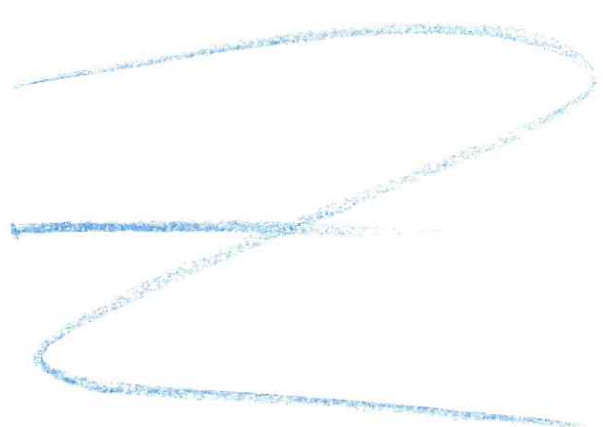


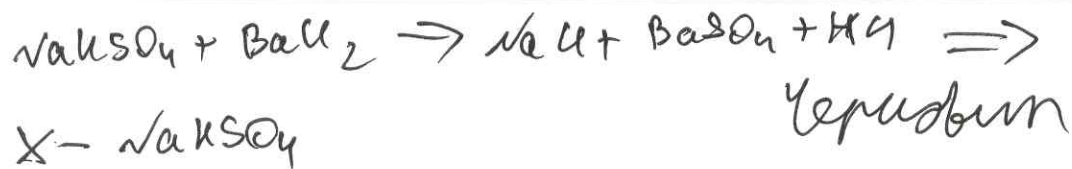
$$M_A = \frac{m}{n} = \frac{14,4}{0,15} = 96 \text{ г/моль, т.к. в реакцию только}$$

$\Rightarrow$ у нас зеркальный алкен $\Rightarrow$

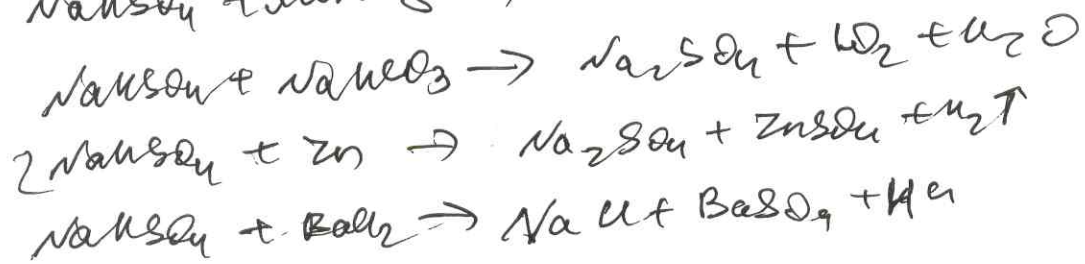


$$M = 96 \Rightarrow n = 96 - 13 \cdot 2$$





1 реакция

 NaHSO_4 + лакмус $\rightarrow$ красный

$$m_{\text{раствора}_1} = 33,332$$

$$n_{\text{NaHSO}_4} = \frac{4}{23+36} = 0,03317 \text{ моль} \Rightarrow$$

У нас добавили NaHCO_3 и ушел CO_2 в кол-ве $0,03317 \text{ моль}$

$$\Rightarrow m_{\text{раствора}_2} = 33,332 + 0,03317 \cdot 84,009 + 0,03317 \cdot 44 =$$

$$= 34,6662$$

в растворе осталось Na_2SO_4 его масса $\frac{4}{2}$

$$m = nM = 0,03317 \cdot (22,99 \cdot 2 + 32,06 + 16 \cdot 4) = 4,73232$$

$$\omega_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{р-ра}_2}} = \frac{4,7323}{34,666} = 0,1365 = 13,65\%$$

