



98-30-51-35
(63.1)



ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ
Казахстанского филиала
Московского государственного
университета имени
М. В. Ломоносова

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по Химии

Кабдулхадир Абылай Ораулы

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

+1 в 16.24 *Али*

Выход в 16.56

Возвращение в 16.58 *Али*

Дата

«03» марта 2024 года

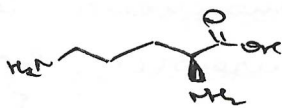
Подпись участника

Али

98-30-51-35
 (63.1)

Перовник

2.5
 Были:



2.1
 2, 3
 2 кислые
 группы => pH
 низкий

5, 6
 2 основные
 группы =>
 pH высокий

5, 7
 средний
 pH, всего 1
 основной и
 1 кислая
 группы

$\alpha(\text{CO}_2) = 0,8$

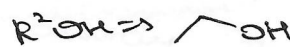


3.5



Дальше расчет

Am = 20% (можно -
 это и (NaOH))



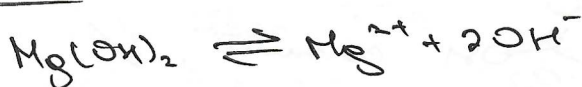
4.4



Считаем C и ΔH и дальше $\Delta H = C\Delta T \Rightarrow$

$\Delta T = \frac{\Delta H}{C}$

5.1



$K_{sp} = 5 \cdot (2s)^2$

6.5

A => Cr

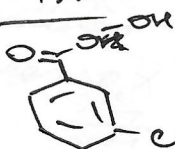
X₁ => Cr(OH)₃

X₂ => ~~CrO₃~~ Na₂CrO₄

X₃ => Na₂Cr₂O₇

Cr²⁺ => синий

7.1



эпоксирует

8.4

89

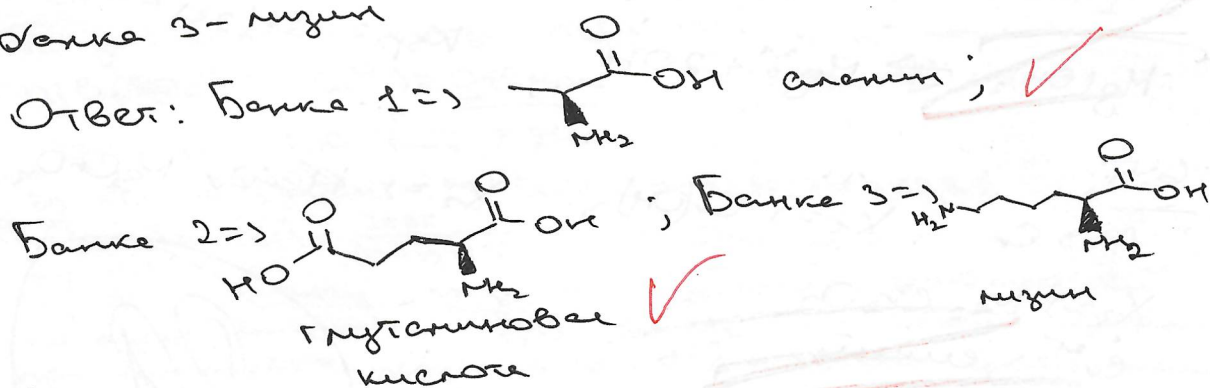
1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
6	10	9	12	14	12	10	16	89

А. Ш. Ш. Ш.
 Ш. Ш. Ш. Ш.

Исходник

Задача 1.5.

Из pH растворов аминокислот видно что все 3 аминокислоты ~~отличаются~~ отличаются способностью отдавать, либо принимать протоны. Глутаминовое кислота, в отличие от лизина и аланина, содержит 2 карбоксильные группы и 1 амино группу, что делает ее раствор более кислым в сравнении с лизином и аланином. Лизин, напротив, содержит 2 амино группы и 1 карбоксильную группу, что делает его раствор основным. Аланин содержит 1 карбоксильную группу и 1 амино группу, значит можно предположить что ~~будет~~ будет обладать кислотностью между растворами лизина и глутаминовой кислоты. Следовательно все идеи эмпирические больше, можно с уверенностью сказать что банка 1 содержит аланин, банка 2 - глутаминовую кислоту, а банка 3 - лизин



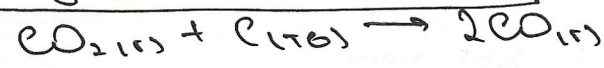
Задача 2.1

$\bar{M}(\text{смесь}) = 21,2 \cdot 2 \frac{\Gamma}{\text{моль}} = 42,4 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$; Пусть мольная доля CO_2 в указательной смеси равна x , тогда мольная доля CO равна $1-x$

$\bar{M}(\text{смесь}) = M(\text{CO}_2) \cdot x + M(\text{CO}) \cdot (1-x) = 44x + 28(1-x) = 42,4 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$ Решая данное уравнение получаем $x = 0,8$. Далее смесь пропустим над углем. CO реагировать не будет, а CO_2 будет окислять CO . Запишем реакцию:

98-30-51-35
(63.1)

Задача 2.1. (Продолжение)



Пусть изначально объем (V_0) равен 100 л, тогда $V_0(CO_2) = x \cdot V_0 = 0,3 \cdot 100 \text{ л} = 30 \text{ л}$

По окончании реакции объем (V) будет равен $V_0 \cdot 1,5 = 100 \text{ л} \cdot 1,5 = 150 \text{ л}$. П.к V и V_0 измерены при одинаковых условиях p, T учитывае все уравнение $pV = nRT$, мы видим что $V \propto n$ (объем зависит от количества вещества).

Тогда в ходе реакции $CO_2(g)$ и $C(s)$ объем увеличился на $V - V_0 = 150 \text{ л} - 100 \text{ л} = 50 \text{ л} = \Delta V$

Увеличение объема связано с получением 2-х объемов $CO(g)$ на 1 объем $CO_2(g)$, тогда:

$$\Delta V = V(CO \text{ полученное в ходе реакции } CO_2 \text{ и } C) - V(CO_2 \text{ присутствующий в реакции}) = V(CO_2 \text{ присутствующий в ходе реакции}) = 2V(CO_2 \text{ присутствующий в реакции})$$

Тогда в реакцию вошло $\Delta V \cdot CO_2 = 50 \text{ л}$

После данной реакции:

$$V(CO_2 \text{ ост}) = 30 \text{ л} - 50 \text{ л} = 40 \text{ л}$$

$$V(CO \text{ ост}) = 10 \text{ л} + 50 \text{ л} - 2 = 110 \text{ л}$$

$$x(CO_2) = \frac{40 \text{ л}}{150 \text{ л}} = \frac{4}{15} \quad x(CO) = \frac{11}{15}$$

$$\bar{M} = x(CO_2) M(CO_2) + x(CO) M(CO) = \frac{4}{15} \cdot 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + \frac{11}{15} \cdot 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 32,267 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$D(H_2) = \frac{\bar{M}}{M(H_2)} = \frac{32,267 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{2 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 16,13$$

Ответ: Плотность по водороду равна 16,1

Задача 3.5.



Судя по тому, что после реакции масса увеличилась, прирост массы связан с добавлением

$$NaOH. \Delta m = 44 \text{ г} + 23 \text{ г} - 47 \text{ г} = 20 \text{ г} \Rightarrow n(NaOH) = \frac{20 \text{ г}}{40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,5 \text{ моль}$$

Тогда т.к при гидролизе $n(NaOH) = n(\text{спирт}) = n(\text{натриевой соли карбоновой кислоты}) = n(\text{сложный эфир}) = 0,5$. $M(\text{спирт}) = \frac{m(\text{спирт})}{n(\text{спирт})} = \frac{23 \text{ г}}{0,5 \text{ моль}} = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow$ спирт - это C_2H_5OH - этанол

~~Тогда $M(\text{сложный эфир}) = \frac{447}{0,5 \text{ моль}} = 894 \text{ г/моль}$~~

~~$M(\text{натриевая соль}) = \frac{447}{0,5 \text{ моль}} = 894 \text{ г/моль}$~~

~~$M(\text{натриевая соль}) = M(\text{сложный эфир}) - M(\text{C}_2\text{H}_5^+) +$~~

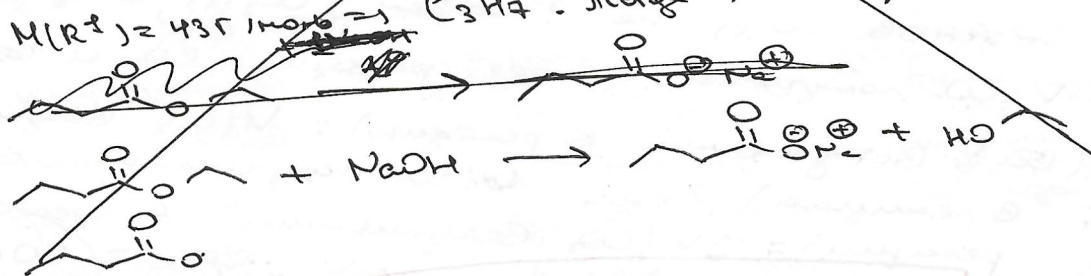
~~$M(\text{Na}^+) = 88 \text{ г/моль}$ ↙ сходится~~

~~$M(\text{R}^2) = 88 \text{ г/моль} - M(\text{C}) - 2M(\text{O}_2) - M(\text{Na}^+) =$~~

~~$= 21 \text{ г/моль} \Rightarrow$ нет такого радикала, но если не учитывать~~

~~Масса Na^+ и эфира $M(\text{R}^2) = 447 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_7$~~

~~Массу Na^+ и эфира вместо нее массу H^+ , то $M(\text{R}^2) = 43 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_7$. Тогда А-это~~



Задача 4.4.

Сгорание пропана:



$Q(\text{реакция}) = 3Q_{\text{ср}}(\text{H}_2\text{O}) + 3Q_{\text{ср}}(\text{CO}_2) - \frac{5}{2}Q_{\text{ср}}(\text{O}_2) -$

$Q_{\text{ср}}(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 3 \cdot 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - \frac{5}{2} \cdot 0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - (-204 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}) = 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ ✓

Рассчитает теплоемкость итоговой смеси:

Итоговая смесь будет состоять из 3 моль CO_2 , 3 моль H_2O , 30 моль $-\frac{5}{2}$ моль $= 25,5$ моль O_2 и 0 моль C_3H_8 , всего горение идет полностью

и у нас всего 1 моль $\text{C}_3\text{H}_8 \Rightarrow$ он в недостатке

$C_{\text{смесь}} = 3C(\text{CO}_2) + 3C(\text{H}_2\text{O}) + 25,5C(\text{O}_2) = 3 \text{ моль} \cdot 50,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$
 $+ 3 \text{ моль} \cdot 43 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} + 25,5 \text{ моль} \cdot 34,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} =$
 $= 1174,35 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$

Задача 4.4. (Продолжение)

П.к в реакцию вступит 1 моль C_2H_6 , то

$$Q(\text{реакция}) = 1 \text{ моль} \cdot 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 1926,3 \text{ кДж} =$$

$$= 1926300 \text{ Дж}$$

По определению $Q = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{c} = 1640,3 \text{ K}$

$$\Delta T = T(\text{конечная}) - T(\text{начальная}) \Rightarrow T(\text{конечная}) =$$

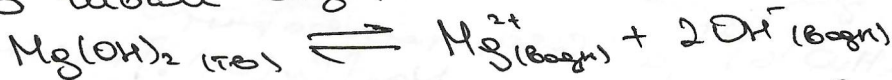
$$= T(\text{начальная}) + \Delta T = 25^\circ\text{C} + 1640,3^\circ\text{C} = 1665,3^\circ\text{C}$$

или 1938,5 K

Ответ: $T(\text{конечная}) = 1665,3^\circ\text{C} = 1938,5 \text{ K}$

Задача 5.1.

В чистой воде:



Если в ходе реакции образуется $S \text{ M } Mg^{2+}$, то так же образуется $2S \text{ M } OH^{-}$, тогда:

$$PR = [Mg^{2+}][OH^{-}]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$S \cdot (2S)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12} \Rightarrow S = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Растворимость $Mg(OH)_2 = S = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$$[OH^{-}] = 2S = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow pOH = -\log_{10}[OH^{-}] = 3,616$$

$$pH = 14 - pOH = 10,384$$

Если $Mg(OH)_2$ будет в растворе с $pH = 12,5$, то введем $Mg(OH)_2$ в pH раствора можно предположить

$$\Rightarrow pOH = 14 - pH = 1,5 = -\log_{10}[OH^{-}] \Rightarrow$$

$$[OH^{-}] = 0,031622 \text{ M}$$

$$PR = [Mg^{2+}][OH^{-}]^2 = [Mg^{2+}] \cdot (0,031622)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

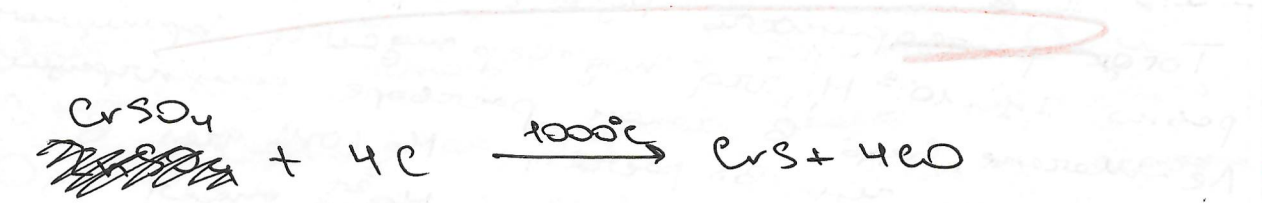
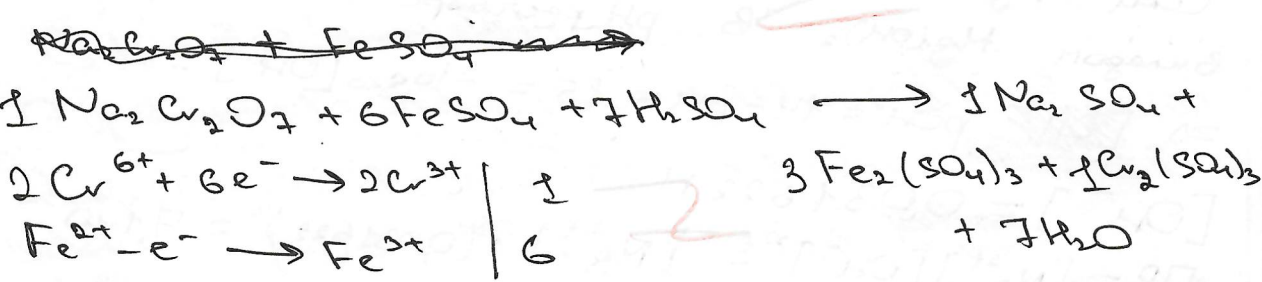
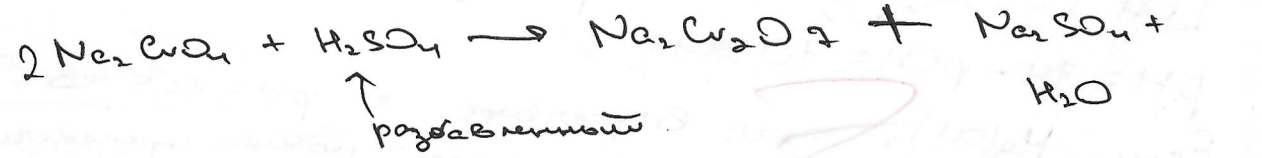
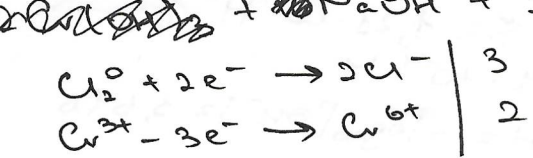
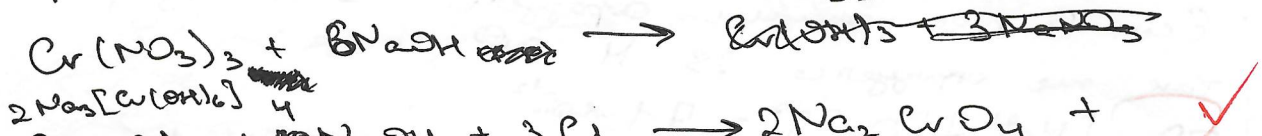
$$\Rightarrow [Mg^{2+}] = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

Тогда растворимость $Mg(OH)_2$ в растворе с $pH = 12,5$ равна $7,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}$, что подтверждается принципом Ле-Шателье, ведь в таком растворе концентрации OH^{-} больше чем в растворе $Mg(OH)_2(\text{тв})$ в чистой воде \Rightarrow концентрации Mg^{2+} будет наоборот меньше то бы соответствовали PR

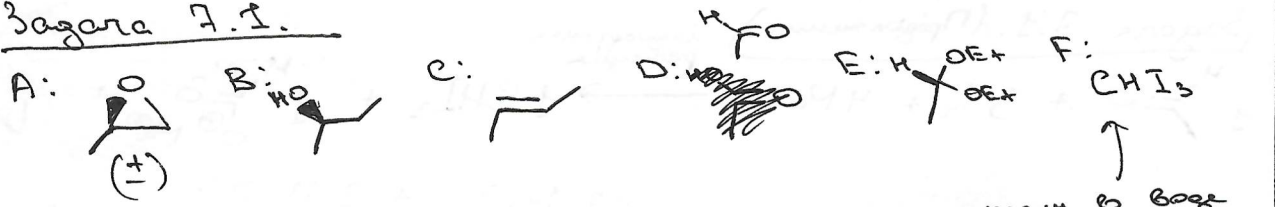
Ответ: В чистой воде растворимость $Mg(OH)_2$ равна $1,21 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ и pH раствора над $Mg(OH)_2$ равен 10,384. Растворимость $Mg(OH)_2$ над раствором с $pH = 12,5$ равна $7,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}$

Задача 6.5.

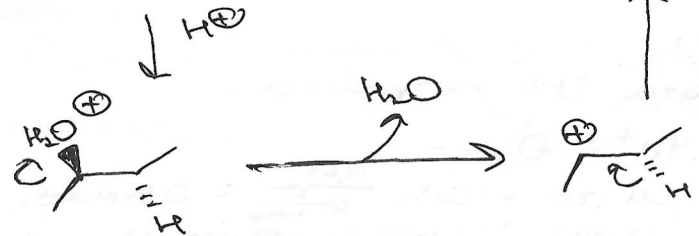
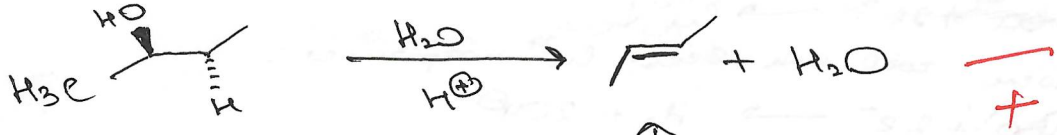
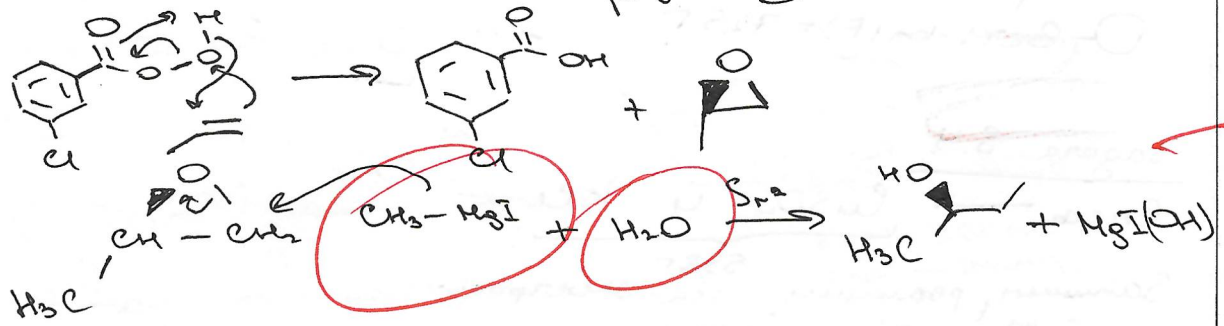
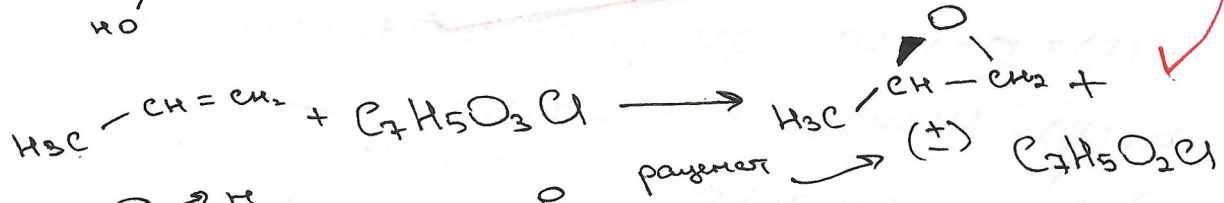
$X_1 \Rightarrow$ гидроксид в степени окисления +3, $X_2 \Rightarrow$ соединение в высшей степени окисления, как и X_3 . По цветам X_1, X_2 и X_3 и угадываем что А может находиться в степени окисления +2, +3 и выше вероятно, что А - это Cr, тогда:
 X_1 - это $Cr(OH)_3$ X_2 - это Na_2CrO_4 X_3 - это $Na_2Cr_2O_7$
 CrS - скорее всего черная окраска, как и у сульфидов многих металлов в степени окисления +2; водный раствор $CrSO_4$ скорее всего синий, ~~без его электролиза~~ ~~и обложка (отвечает)~~ ~~цвет~~ ~~пока не~~ ~~и обложку~~ ~~с~~ ~~без~~ ~~синий~~ характерен для гидратированных комплексов хрома $[Cr(H_2O)_6]^{2+}$, а $CrSO_4$ - вероятно $Na_2[Cr(OH)_6] + 3NaNO_3$



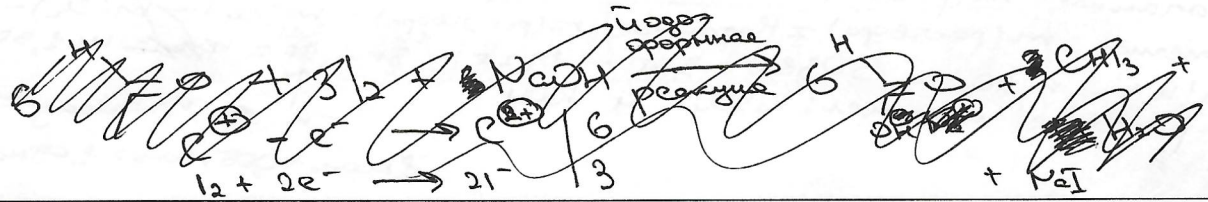
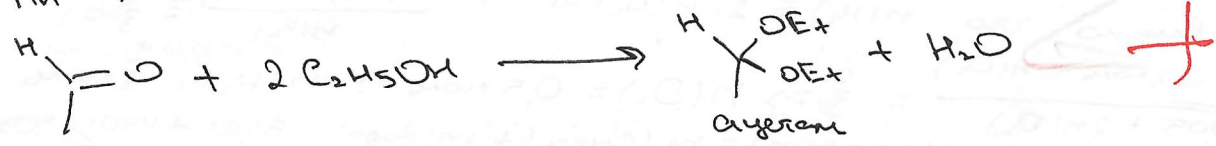
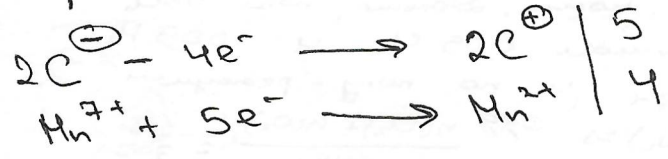
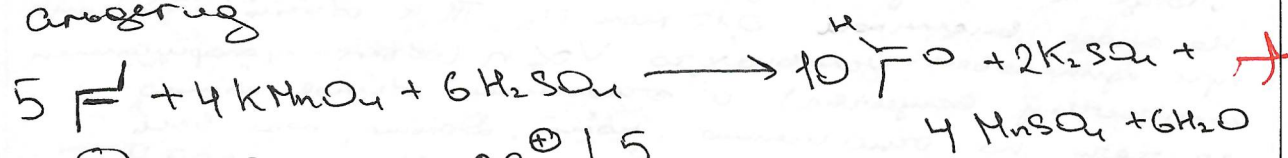
Задача 7.1.

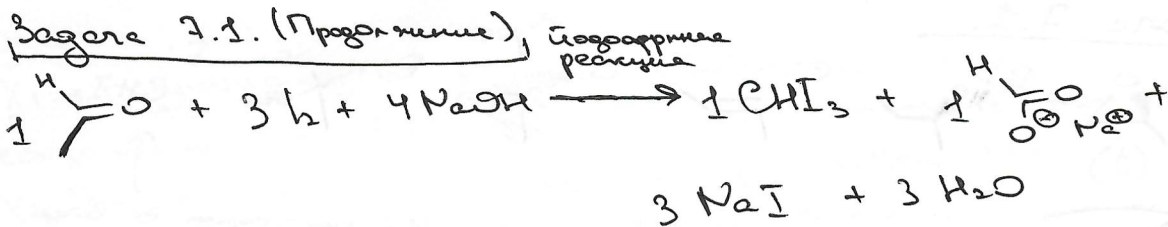


не растворяется в воде
=> осадок



П.к D не реагирует с гидрокарбонатом калия, т.к. не карбоновое кислота (в противном случае выделялся бы соль карбоновой кислоты, вода и $\text{CO}_2 \rightarrow$ движущая сила реакции), тогда D-это ацетон





$$n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{10,8 \text{ г}}{(12 \cdot 2 + 26 \cdot 4) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,2454 \text{ моль}$$

$$n(\text{F}) = \eta \cdot n(\text{I}_2) = 0,75 n(\text{I}_2) = 0,18405 \text{ моль}$$

$$m(\text{F}) = M(\text{CHI}_3) \cdot n(\text{F}) = 72,5 \text{ г}$$

Ответ: $m(\text{F}) = 72,5 \text{ г}$

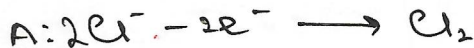
Задача 8.4

Смесь \longrightarrow CuSO_4 и KCl

Запишем реакции на электродах:



После того как весь Cu^{2+} потрагился:



После того как весь Cl^- потрагился:



Если выделено 9,6 г Cu , то $n(\text{Cu}) = \frac{9,6 \text{ г}}{64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,15 \text{ моль}$

По уравнению на катоде $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Cu}) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}^{2+}) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CuSO}_4 \text{ в смеси}) =$$

$$= 0,15 \text{ моль} \cdot 160 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) = m(\text{смеси}) - m(\text{CuSO}_4) = 53,8 \text{ г} - 24 \text{ г} = 29,8 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl}) = n(\text{Cl}^-) = \frac{29,8 \text{ г}}{(39 + 35,5) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,4 \text{ моль}$$

Потом к помпу когда на ана катоде закончили Cu^{2+} , на аноде выделено 0,15 моль Cl_2 . Так как объем излучения при одинаковых условиях, то $V \propto n$ (объем пропорционален количеству вещества) и отношение объемов можно считать по отношению молей. Далее, пока весь Cl^- не потрагился, выделено 0,05 Cl_2 и 0,05 H_2 .

Далее был электролиз воды и по полу-реакции

$$\text{видно что } n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{O}_2) \Rightarrow \frac{n(\text{H}_2) + n(\text{O}_2)}{n(\text{KCl})} = \frac{2}{3} \Rightarrow$$

$$\frac{0,05 + 2n(\text{O}_2)}{0,4} = \frac{2}{3} \Rightarrow n(\text{O}_2) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{H}_2) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{смесь}) + m(\text{вода}) = 53,8 \text{ г} + 450 \text{ г} = 503,8 \text{ г}$$

$$\text{Конечное } m(\text{раствора}) = \text{Начальное } m(\text{раствора}) - m(\text{Cu}) - m(\text{Cl}_2) -$$

$$m(\text{H}_2) - m(\text{O}_2) = 503,8 \text{ г} - 9,6 \text{ г} - 14,2 \text{ г} - 1 \text{ г} - 2 \text{ г} = 467,8 \text{ г}$$

В растворе остались: K_2SO_4 и KOH

$2 \text{ моль} + 0,5 \text{ моль} = 2,5 \text{ моль}$

98-30-51-35
(63.1)

Задача 8.4. (Продолжение)

Судя по уравнению $n(\text{CuSO}_4)$ и $n(\text{K}_2\text{SO}_4)$, то $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0,15 \text{ моль}$ и $n(\text{K}^+) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}$, а $n(\text{KOH}) = n(\text{OH}^-)$ выделившись не какого когда Cl^- еще осталось $0,1 \text{ моль}$, тогда конечные массовые доли:

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{раствор})} = \frac{0,15 \cdot (39 \cdot 2 + 96) \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{462,5 \text{ г}} = 5,65\%$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{раствор})} = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot (39 + 17) \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{462,5 \text{ г}} = 1,21\%$$

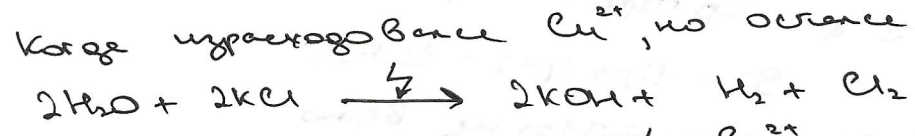
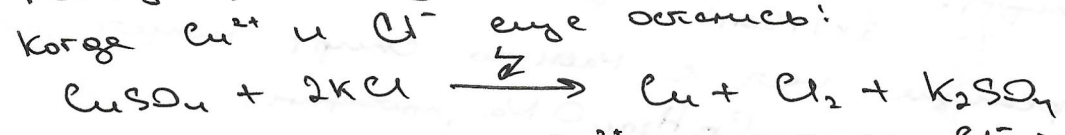
Если в исходный раствор пропустить так сернистого газа, образуется CuSO_3 осадок:



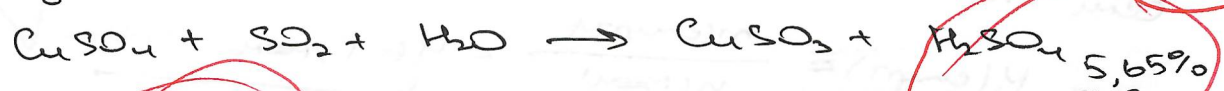
В данной реакции функция CuSO_4 - образование осадка $\text{CuSO}_3 \Rightarrow$ реакция будет идти полностью.

По уравнению видно, что $n(\text{CuSO}_3) = n(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CuSO}_3) = 0,15 \text{ моль} \cdot (64 + 32 + 16 \cdot 3) \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 21,6 \text{ г}$

Реакция электролиза:



Реакция исходного раствора с током сернистого газа:



Ответ: После окончания электролиза $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 5,65\%$, $\omega(\text{KOH}) = 1,21\%$. Если в исходный раствор пропустить так сернистого газа, то образуется CuSO_3 массой $21,6 \text{ г}$.

Задача 3.5.

В условии говорится, что в А входит кислород, тогда А реагирует с NaOH в соотношении 1:2. Судя по массам, лишняя масса появилась в продуктах реакции появилась за счет NaOH, тогда

$$m(\text{NaOH}) = \Delta m = 44\text{г} + 23\text{г} - 47\text{г} = 20\text{г} \Rightarrow n(\text{NaOH}) = \frac{20\text{г}}{\frac{40\text{г}}{\text{моль}}} = 0,5\text{ моль}$$

Потому что в А есть сложное эфирное и карбоксильные группы, А имеет формулу $C_m H_{2m+2} O_4$

Найдем m: $12m + 2m + 2 + 2 \cdot 16 + 16 \cdot 4 = 188 \Rightarrow m = 7$, тогда

А - это $C_7 H_{16} O_4$

$$M(\text{натриевая соль}) = \frac{m(\text{соль})}{\frac{1}{2} n(\text{NaOH})} = \frac{44\text{г}}{0,25\text{ моль}} = 176\text{ г/моль}$$

Пусть натриевая соль имеет формулу

$$C_n H_{2n} O_4 Na_2 \Rightarrow 14n + 2 \cdot n + 16 \cdot 4 + 2 \cdot 23 = 176$$

$$n = 3 \Rightarrow C_5 H_6 O_4 Na_2$$

Найдем спирт:

$$M(\text{спирт}) = \frac{m(\text{спирт})}{\frac{1}{2} n(\text{NaOH})} = 82\text{ г/моль}$$

П.к реакция идет с NaOH, то спирт может иметь формулу $C_p H_{2p+2} O$, проверим:

$$82 = 12p + 2p + 2 + 16 + 23$$

$$p = 3,71 \Rightarrow \text{не верно}$$

Или $C_p H_{2p+2} O$

$$82 = 12p + 2p + 2 + 16 \Rightarrow p = 5,28 \Rightarrow \text{не верно}$$

Если $n(\text{спирт}) = n(\text{NaOH})$, то:

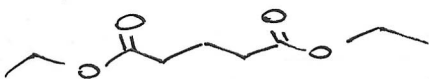
$$M(\text{спирт}) = \frac{m(\text{спирт})}{n(\text{NaOH})} = 46\text{ г/моль}$$

Если спирт имеет формулу $C_p H_{2p+2} O$, то

$$46 = 12p + 2p + 2 + 16$$

$$p = 2 \Rightarrow \text{подходит}$$

Потому А - это:



Конечно, раньше в задаче говорилось, что А содержит кислоту, но не забывайте подбирать формулы сложного эфира, натриевой соли и спирта, что вы им удовлетворяли массам и количеству веществ NaOH по формуле

дешифри

Потеря карбоксильной группы входящая в состав А при 180°C теряет ~~группу~~ CO₂ группа = останется

Только ~~то~~ C₈H₁₄O₂

Потеря массы = $\frac{M(CO_2)}{M(C_8H_{14}O_2)} = 0,234 = 23,4\%$

Ответ: А-это CCCC(=O)OCC, потеря массы при нагревании до 180°C составляет

~~23,4%~~