

Задание 1

Полиметаллическая руда, найденная в Джезказганском месторождении, содержит сульфиды меди (II), железа (II) и цинка, а также пустую породу в виде силикатов.

Образец руды массой 100 г сожгли в токе кислорода. При этом образовался твердый остаток и выделился сернистый газ объемом 22,4 л (н.у.). Общий тепловой эффект процесса сгорания составил 354,15 кДж.

Известно, что при сгорании 1 моль CuS выделяется 406 кДж, 1 моль FeS – 608 кДж, 1 моль ZnS – 221,5 кДж. По сравнению с исходной массой образца, масса твердого остатка после сгорания уменьшилась на 14,4 г.

Определите процентное содержание (массовые доли) всех сульфидов и примеси, входящих в состав образца.

Молярную массу меди принять 64 г/моль, цинка – 65 г/моль, железа – 56 г/моль.

Задание 2

В лаборатории после проведения серии анализов остались растворы трех нитратов – железа (II), марганца (II) и цинка.

Два из трех растворов слили в одну склянку, осторожно выпарили и твердый остаток прокалили до прекращения изменения массы. С раствором третьей соли проделали то же самое.

Объемы газов, образовавшихся при разложении смеси солей и при разложении отдельной соли, оказались равны. Плотность смеси газов, образовавшихся при разложении смеси солей, оказалась равна плотности смеси газов, образовавшихся при разложении отдельной соли.

Определите, как соотносятся между собой объемы исходных растворов трех солей, если исходные молярные концентрации солей в растворах были одинаковые.

Все манипуляции с выпариванием растворов проводились в атмосфере азота.

Задание 3

Безводную уксусную кислоту растворили в этиловом спирте и получили раствор объемом 1 л, плотностью 0,8 г/мл, массовая доля кислоты в котором составила 2,25%.

В раствор добавили каталитическое количество серной кислоты и нагрели до 40°C. В некоторый момент времени концентрация образовавшегося эфира стала равна 0,1М, а скорость прямой реакции в пять раз превышала скорость обратной.

Через некоторое время в системе при 40°C установилось равновесие. Тогда температуру подняли до 60°C. И когда при повышенной температуре тоже установилось равновесие, температурный коэффициент прямой реакции был равен трем, а обратной – 2,45.

Определите равновесные концентрации компонентов системы при 60°C, если известно, что скорость прямой реакции прямо пропорциональна концентрации уксусной кислоты и не зависит от концентрации спирта, а скорость обратной реакции прямо пропорциональна произведению концентраций сложного эфира и воды.

Изменениями объема раствора пренебречь.

Задание 4

Натриевую соль **А** массой 20,6 г, содержащую в своем составе неметалл **Б**, смешали с веществом **Г** массой 8,7 г, представляющем собой бурый мелкодисперсный порошок – оксид переходного металла. К полученной смеси при нагревании по каплям добавили раствор серной кислоты, масса самой кислоты в котором составляла 19,6 г. Полученное в результате взаимодействия жидкое простое неорганическое вещество **Д** отогнали.

3,2 г вещества **Д** смешали с 1,3 г цинковой пыли и нагрели в закрытом стеклянном сосуде, после чего образовалась соль **Е**. Соль **Е** смешали с органическим веществом **Ж** массой 8,72 г, молекулярная формула которого C_8H_{10} , полученную суспензию охладили и при интенсивном перемешивании в неё медленно добавили всё оставшееся вещество **Д**.

По окончании выделения газа в реакционную смесь добавили избыток воды, нижний органический слой отделили и перегнали. В качестве продукта реакции получили одно жидкое органическое вещество **З** с выходом 85%.

Известно, что при каталитическом окислении вещества **Ж** в промышленности получают твердое бесцветное вещество **И**, применяемое в качестве сополимера в синтезе полимера для пищевых пластиковых бутылок.

Задание

1. Напишите уравнения всех протекающих реакций. Определите массу полученного вещества **З**.

Продолжение см. на обороте →

2. Напишите уравнение реакции взаимодействия на свету вещества **З** с двукратным молярным избытком хлора.
3. Напишите уравнение реакции взаимодействия вещества **И** с двукратным молярным избытком циклогексиламина при нагревании.
4. Напишите уравнение химической реакции, протекающей при нагревании вещества **З** в присутствии меди.

Задание 5

Органическое вещество **В**, представляющее собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом является крупнотоннажным промышленным продуктом. Один из удобных способов получения вещества **В** был разработан выдающимся русским химиком в 1842 г. Способ состоит в следующем: органическое вещество **Б** нагревают с неорганической аммонийной солью, в результате чего образуется вещество **В** и еще три неорганических вещества. Необходимое для синтеза вещества **Б** получают при экзотермическом взаимодействии органического вещества **А** со смесью двух неорганических кислот, одна из которых в реакции не расходуется.

Известно, что при сгорании в кислороде вещества **В** массой 18,6 г образуется 26,88 л (н.у.) углекислого газа, 12,6 г воды и 2,24 л бесцветного химически малоактивного газа, реагирующего при н.у. только с литием.

При взаимодействии вещества **В** с охлажденной до 0-5°C смесью нитрита натрия и соляной кислоты образуется неустойчивое при комнатной температуре вещество **Г**.

Задание

1. Напишите уравнения реакций получения веществ **Б**, **В**, **Г**. ✓
2. Определите формулу вещества **В**, подтвердив ее расчетом. ✓
3. Напишите уравнение реакции получения вещества **Б** из вещества **Г**. ✓
4. Напишите уравнение реакции вещества **В** с трехкратным количественным избытком метилбромида в присутствии неорганического основания. ✓
2. 5. Приведите не менее двух качественных реакций на вещество **В**.
6. Приведите уравнение реакции взаимодействия вещества **Б** с уксусным ангидридом. ✓
7. Напишите реакцию взаимодействия вещества **В** с избытком серной кислоты при нагревании в течении 5 ч при 180°C. ✓



РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →

активность металлов уменьшается

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H				H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P			H	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	P	-	H	P	H	H	P	M	H	H	H	H	P
HSO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-		H	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	P	P	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	P	H	H	H	H	P	P	H	P	P	P	H	H	P	P	P	P	P

“P” – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O)

“M” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

“H” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

“-” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии»

М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)





Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

		VIII													

*.ЛАНТАНОИДЫ

58	Ce 140,12 Церий	59	Pr 140,907 Празеодим	60	Nd 144,24 Неодим	61	Pm [145] Прометий	62	Sm 150,35 Самарий	63	Eu 151,96 Европий	64	Gd 157,25 Гадолиний	65	Tb 158,924 Тербий	66	Dy 162,50 Диспрозий	67	Ho 164,930 Гольмий	68	Er 167,26 Эрбий	69	Tm 168,934 Тулий	70	Yb 173,04 Иттербий	71	Lu 174,97 Лютеций
----	------------------------------	----	-----------------------------------	----	-------------------------------	----	--------------------------------	----	--------------------------------	----	--------------------------------	----	----------------------------------	----	--------------------------------	----	----------------------------------	----	---------------------------------	----	------------------------------	----	-------------------------------	----	---------------------------------	----	--------------------------------

**АКТИНОИДЫ

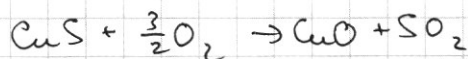
90	Th 232,038 Торий	91	Pa [231] Протактиний	92	U 238,03 Уран	93	Np [237] Нептуний	94	Pu [242] Плутоний	95	Am [243] Америций	96	Cm [247] Курций	97	Bk [247] Берклий	98	Cf [249] Калифорний	99	Es [254] Эйнштейний	100	Fm [253] Фермий	101	Md [256] Менделевий	102	No [255] Нобелий	103	Lr [257] Лоуренсий
----	-------------------------------	----	-----------------------------------	----	----------------------------	----	--------------------------------	----	--------------------------------	----	--------------------------------	----	------------------------------	----	-------------------------------	----	----------------------------------	----	----------------------------------	-----	------------------------------	-----	----------------------------------	-----	-------------------------------	-----	---------------------------------

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии». М., «Экзамен», 2000

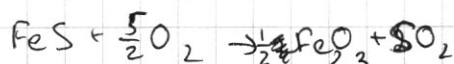


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

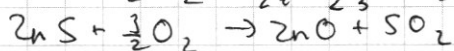
№ 1



$$Q_1 = 406 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$



$$Q_2 = 608 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$



$$Q_3 = 221,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$m_1 = 100 \text{ г}$$

$$\Delta m = 14,4 \text{ г}$$

Пусть $x - \nu(\text{CuS})$, $y - \nu(\text{ZnS})$, $z - \nu(\text{FeS})$

$$\begin{cases} 406x + 221,5y + 608z = 354,15 \\ 16x + 16y + 8z = 14,4 \\ x + y + z = 1 \end{cases}$$

из теплоты сгорания

из изменения массы
из числа моль
образованного SO_2

$$\nu(\text{SO}_2) = \frac{22,4}{22,4} = 1$$

$$x = 0,3 \text{ моль}$$

$$y = 0,5 \text{ моль}$$

$$z = 0,2 \text{ моль}$$

Ответ:

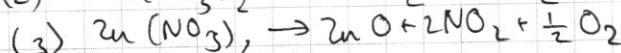
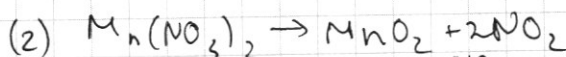
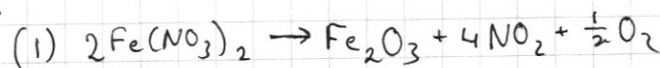
$$\omega(\text{CuS}) = \frac{0,3 \cdot 96}{100} = 28,8\%$$

$$\omega(\text{ZnS}) = \frac{0,5 \cdot 97}{100} = 48,5\%$$

$$\omega(\text{FeS}) = \frac{0,2 \cdot 88}{100} = 17,6\%$$

$$\omega(\text{примеси}) = 100 - 28,8 - 48,5 - 17,6 = 5,1\%$$

№ 2



Вторая и третья реакции в сумме дают то же число газов и по количеству, и по составу, что и первая реакция. Число моль разложившейся соли соотносится как 2:1:1

$$\text{Ответ: } V(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2)_{\text{р-р}} : V(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2)_{\text{р-р}} : V(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)_{\text{р-р}} = 2:1:1$$

см. обр. стр.

№ 5

2. Кандидат В:

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{26,88}{22,4} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{12,6}{1,8} = 0,7 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}) = 0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}$$

≈

При н.у. с минералом реагирует азот, его также используют в качестве черной аммиосерии, из-за его малой активности.

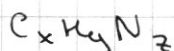
$$\nu(\text{N}_2) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{N}) = 0,2 \text{ моль}$$

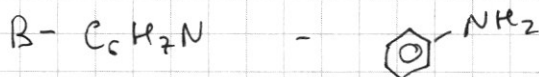
Проверим, содержит ли В кислород:

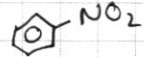
$$18,6 - 1,2 \cdot 12 - 1,4 \cdot 1 - 0,1 \cdot 28 = 0$$

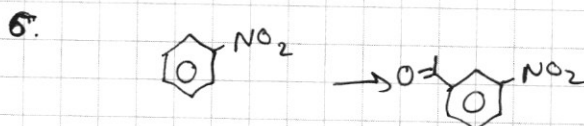
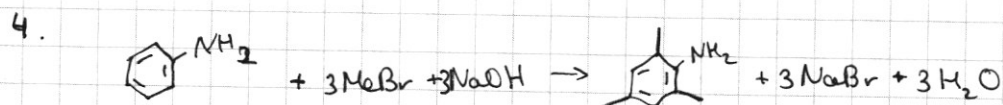
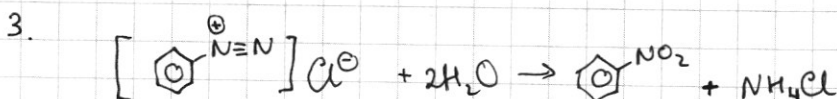
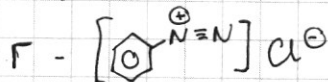
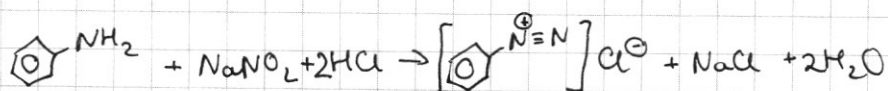
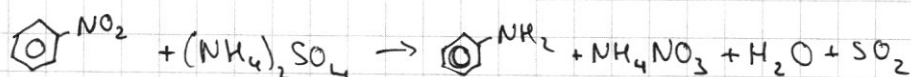
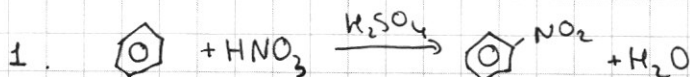
He содержит



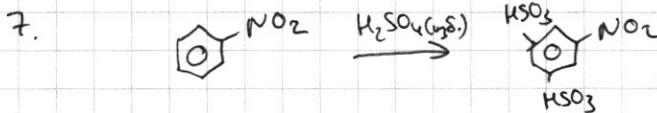
$$x:y:z = 6:7:1$$



Б -  используется HNO_3 и H_2SO_4 ,
при этом H_2SO_4 не расходуется



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$N \equiv 4$

жидких простых в-в на много, Hg, Br_2 .

Скорее всего это Br_2 .

Тогда $A - NaBr$

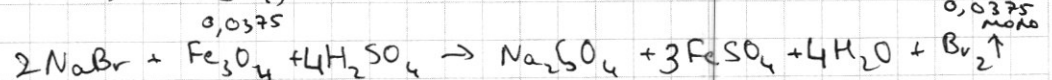
$$\nu(NaBr) = \frac{20,6}{103} = 0,2 \text{ моль}$$

Будет мелкодисперсный порошок скорее всего Fe_3O_4 .

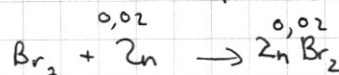
$$\nu(Fe_3O_4) = \frac{8,7}{232} = 0,0375 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{19,6}{98} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(NaBr) : \nu(Fe_3O_4) : \nu(H_2SO_4) = 16 : 3 : 16$$

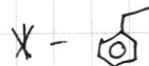


$$\nu(Br_2) = \frac{3,2}{160} = 0,02$$

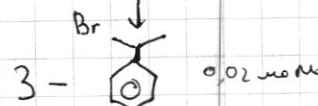
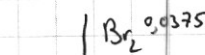
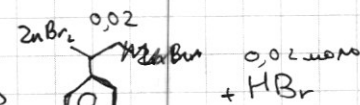
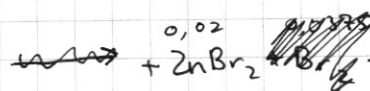


$$\nu(2n) = \frac{1,3}{65} = 0,02 \text{ моль}$$

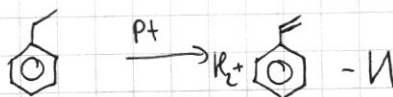
В полимеризации используют c1ccccc1, поливинилхлорид

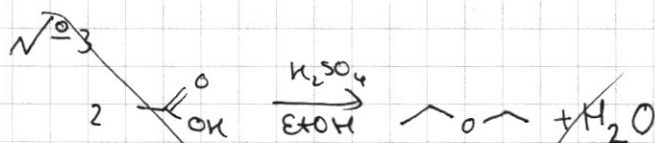
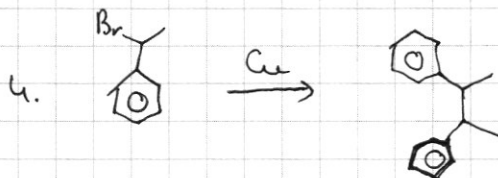
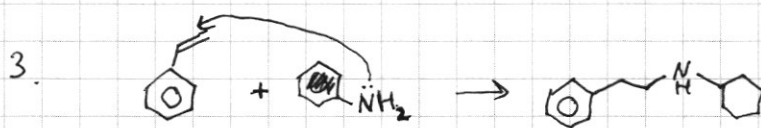
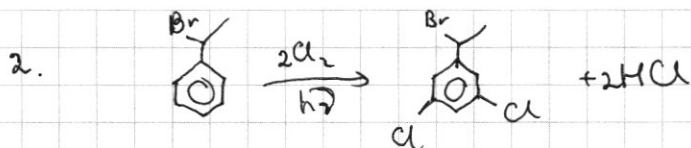


$$\nu(C_8H_{10}) = \frac{8,72}{106} = 0,08226 \text{ моль}$$



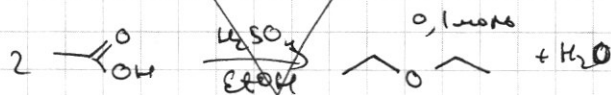
$$m(\text{C}_6\text{H}_5Br) = 3,7 \cdot 0,85 = 3,1452$$





~~$$\gamma(CH_3COOH) = \frac{800 \cdot 0,0225}{60} = 0,3 \text{ моля}$$~~

~~При 40°C~~



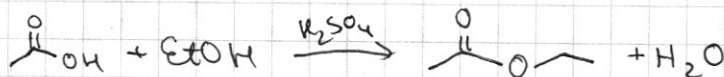
~~$$\gamma(CH_3COOH) = 0,3 - 2 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ моля}$$~~

~~$$K_p = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{0,1}{0,01} = 10$$~~

~~$$5 = \frac{x^2}{(0,3-2x)^2}$$~~

~~$$x = 0,08486 \text{ моля}$$~~

$\sqrt{0.3}$



$$\gamma(CH_3COOH) = \frac{800 \cdot 0,0225}{60} = 0,3 \text{ моля}$$

При 40°C:

$$5 = \frac{c(CH_3COOH) \cdot k_1}{c(H_2O) \cdot k_{-1}} = \frac{0,2 \cdot k_1}{0,01 \cdot k_{-1}} = 20 \frac{k_1}{k_{-1}}$$

$$\frac{k_1}{k_{-1}} = 0,25 = K_p$$

~~Кислоты~~

~~не реагируют~~

$$\frac{k_{140^\circ C}}{k_{10^\circ C}} = \frac{k_{140^\circ C} \cdot \gamma_{10-40}}{k_{140^\circ C}} = 9$$

Продолжение на стр. 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{k_{-1, 60^\circ\text{C}}}{k_{-1, 40^\circ\text{C}}} = \frac{k_{-1, 40^\circ\text{C}} \cdot \gamma_2^{\frac{60-40}{10}}}{k_{-1, 40^\circ\text{C}}} = 6,0025$$

$$\frac{g k_1}{6,0025 k_{-1}} = \frac{g}{6,0025} K_p \approx 1,5 K_p$$

$$K_{p60^\circ\text{C}} = 0,25 \cdot 1,5 = 0,375$$

$$0,375 = \frac{x^2}{0,3-x}$$

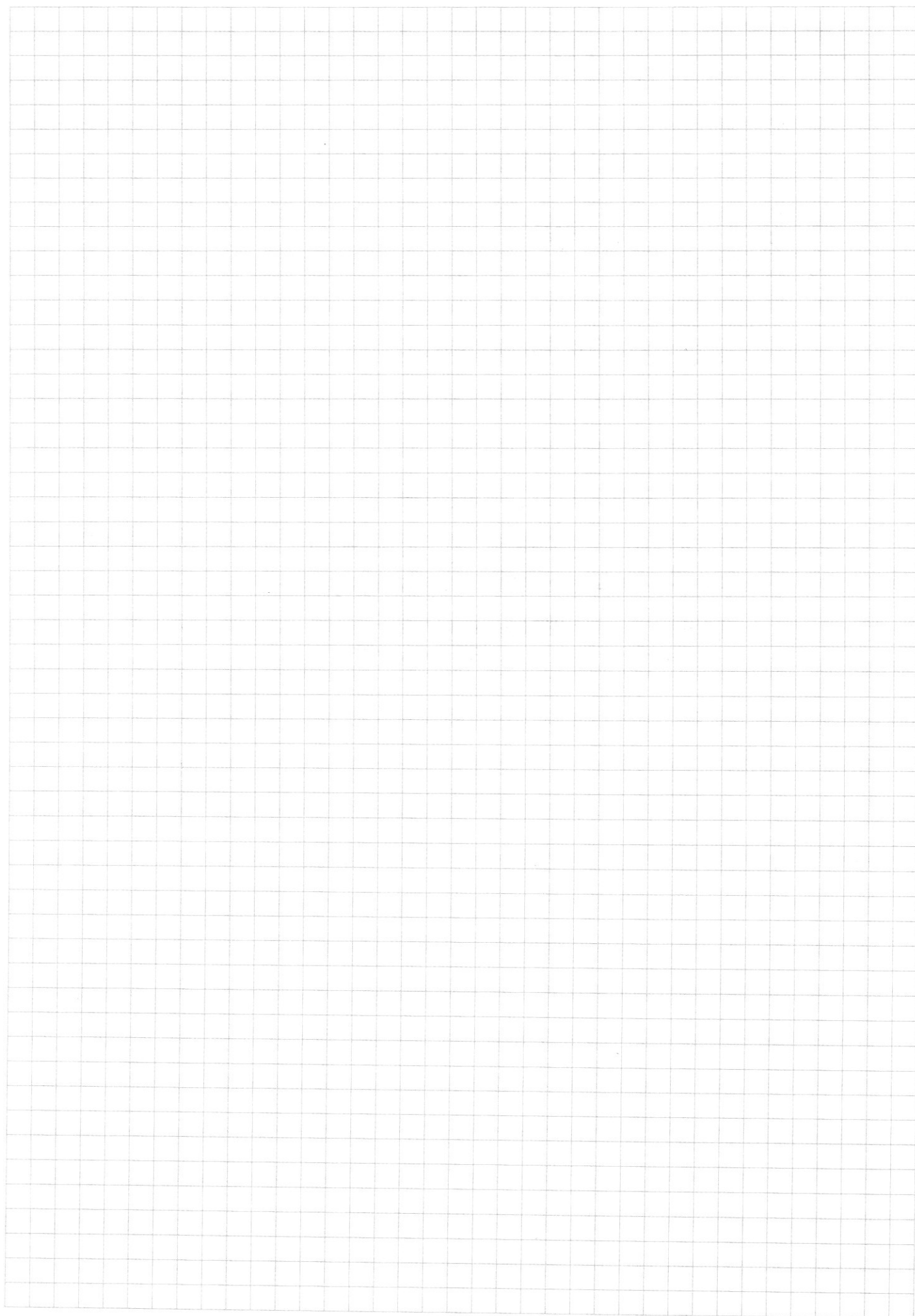
$$x = 0,19676 \text{ моль} \approx 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\text{Ответ: } c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad (0,10324 \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad (0,19676 \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad (0,19676 \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$

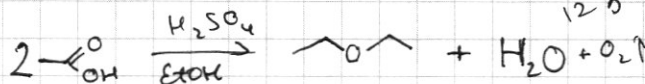
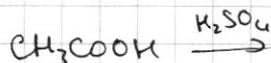
$$c(\text{EtOH}) = 16,80324 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad (16,8 \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№3



$$\begin{array}{r} 12 \times 2 \\ + 24 \\ \hline 152 \end{array}$$

$$64 + 32$$

32 кислорода

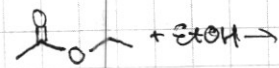
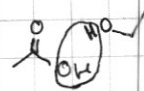
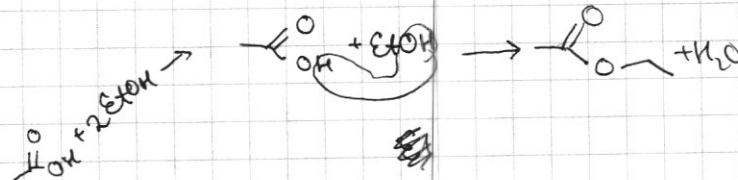
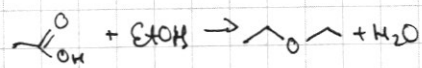
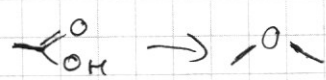
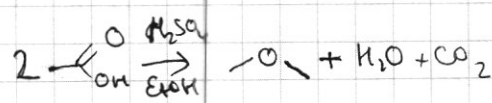
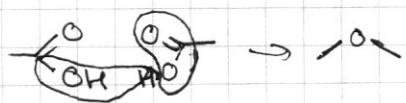
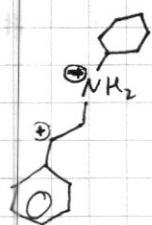
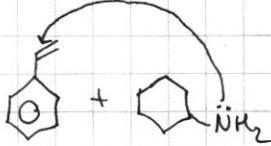
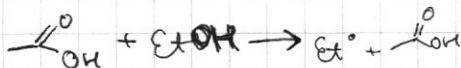
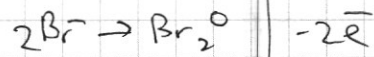
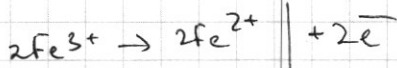
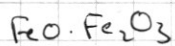
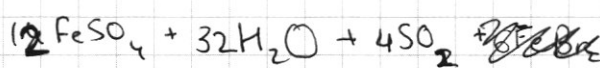
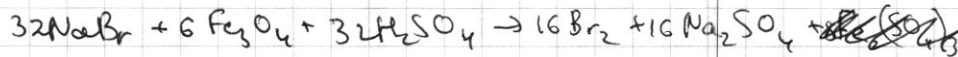
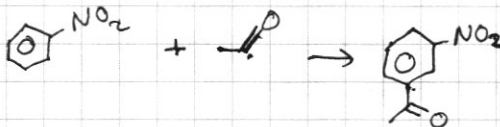
$$96 + 48 = 144 \text{ 2 кислорода}$$

$$\begin{array}{r} 32 \times 4 \\ \hline 128 \end{array}$$

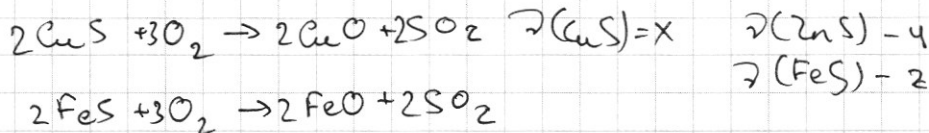
$$24 +$$

$$\begin{array}{r} 50 \times 2 \\ 20 \\ 4 \\ 20 \\ 12 \end{array}$$

№4



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

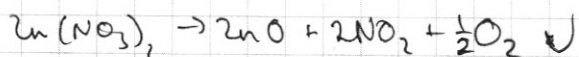
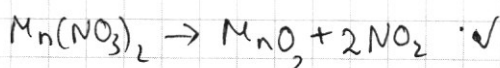
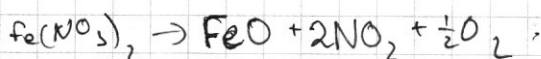
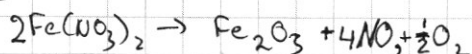
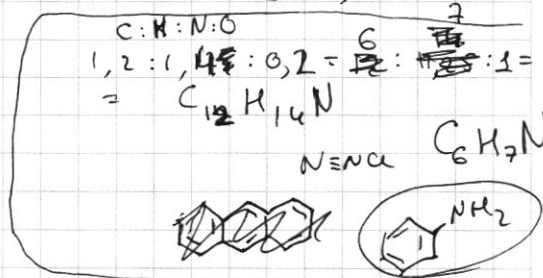
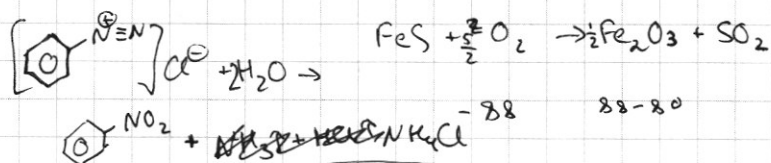
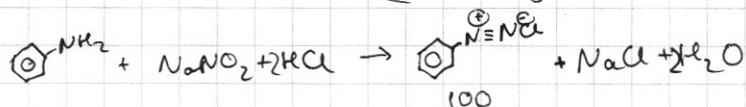


$$\Delta m = 14,4$$

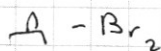
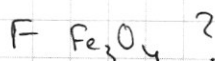
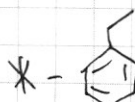
~~86x + 16y + 8z = 14,4~~

$$\begin{cases} 406x + 221,5y + 608z = 354,15 \\ \frac{16}{100}x + \frac{16}{100}y + \frac{8}{100}z = 14,4 \\ x + y + z = 1 \end{cases}$$

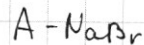
$$\begin{aligned} x &= 0,3 \text{ моль} \\ y &= 0,5 \text{ моль} \\ z &= 0,2 \text{ моль} \end{aligned}$$



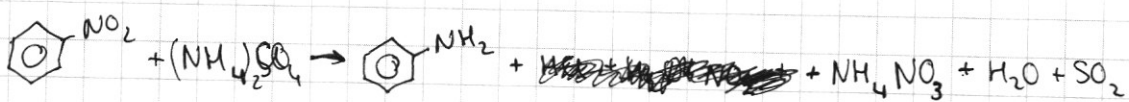
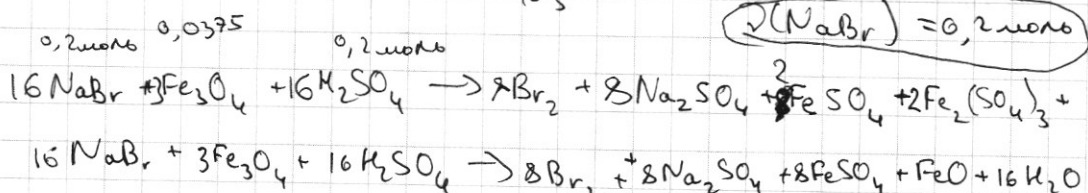
96 - CuS
97 - ZnS
88 - FeS



$$\rightarrow (\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,0375 \text{ моль}$$



$$\rightarrow (\text{NaBr}) = 0,2 \text{ моль}$$





ШИФР (заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

--

