

Задача №11-1

Очевидно, что **Б** является оксидом. Общую формулу **Б** можно записать как $\text{Э}_2\text{O}_x$. Тогда массовая доля кислорода в **Б** будет равна:

$$\omega(\text{O}) = A_r(\text{O}) \cdot n / M_r(\text{Э}_2\text{O}_x) = 16x / (2y + 16x) = 0,2133,$$

где y – атомная масса элемента Э

$$16x = 0,4266y + 3,4128x$$

$$y = 29,5x$$

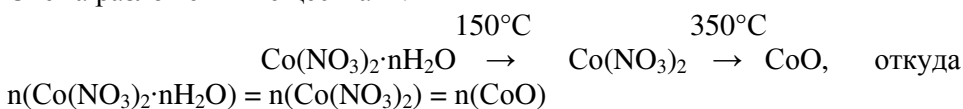
При $x = 1$ получим $y = 29,5$ – не подходит

При $x = 2$ получим $y = 59$ – кобальт, то есть оксид **Б** = **CoO**

То, что это именно оксид кобальта подтверждается цветом соли и оксида, а также реакциями 3-4 – получением сульфида и гидроксида кобальта.

Газ бурого цвета – это NO_2 , он может выделяться при разложении нитратов, значит, вещество **А** – кристаллогидрат нитрата кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Схема разложения вещества **А**:



По условию задачи, $n(\text{CoO}) = m/M = 0,75/75 = 0,01$ моль

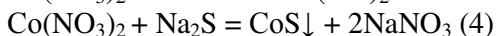
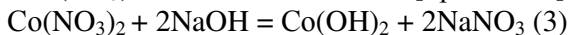
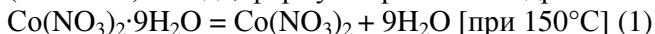
$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = m/M = 1,83/183 = 0,01 \text{ моль},$$

что подтверждает наши предположения

Тогда можем найти молярную массу кристаллогидрата:

$$M(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = m/n = 3,45/0,01 = 345 \text{ г/моль}$$

На воду приходится $345 - 183 = 162$ единицы массы, что соответствует 9 молекулам ($162/18=9$). Тогда, формула кристаллогидрата **А** - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$



В 200 г раствора с массовой долей $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ равной 9,45% содержится:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = 200 \cdot 0,0945 = 18,9 \text{ г}$$

Найденная масса нитрата кобальта содержится в:

$$m(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 345 \times 18,9 / 183 = 35,6 \text{ г}$$

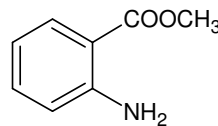
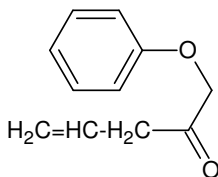
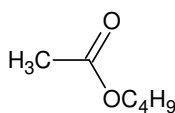
$$\text{Тогда масса необходимой воды } m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 35,6 = 164,4 \text{ г}$$

Разбалловка

Определение вещества А , Б *	2x2 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Расчет масс воды и вещества А для приготовления раствора	2 б.
ИТОГО	10 б.

* за определение веществ без проведения расчетов баллы снижают на половину (по 1 б. за **А** и **Б**). Если участник высказывает предположение о формуле соединения, а затем подтверждает его расчетом, то баллы не снижаются.

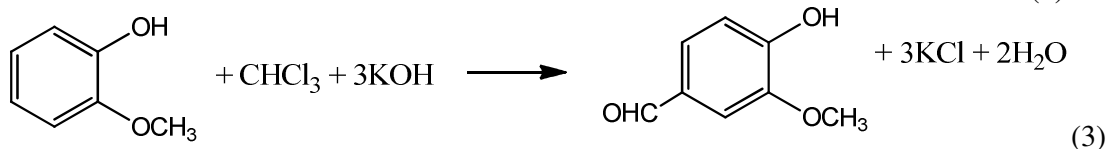
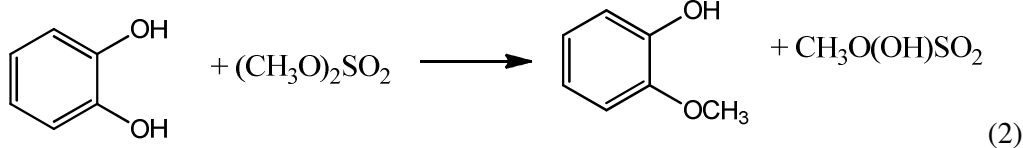
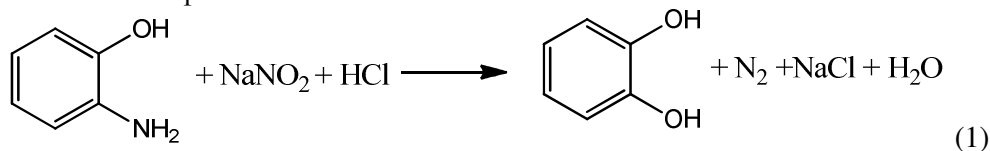
Задача №11-2



Бутилацетат аллилфеноксиацетат метилантранилат

Так как вещество **Д** реагирует с хлоридом железа (III), то оно содержит фенольную группу и еще одну в положении 2. Если мы предположим, что фенольная группа неизменна до соединения **А**, то $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 - \text{C}_6\text{H}_6\text{O} = \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$. Из данной формулы можно получить функциональные группы только заимствованием водорода из бензольного кольца, т.е. все группы находятся в разных положениях бензольного кольца, т.е. $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 - \text{C}_6\text{H}_4\text{O} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. Данную формулу можно разбить на альдегидную и метокси-группы.

Вещество **D** должно вступать в реакцию диазотирования, таким образом предположим, что вещество **D** – 2-аминофенол.



A – 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид (Ванилин)

B – 2-метоксифенол

C – 2-гидроксифенол (пирокатехин)

D – 2-аминофенол

Разбалловка

Написание структурных формул ароматизаторов	3x1б. = 3 б.
Определение веществ А – D и их названия	4x1 б. = 4 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

Выведем формулу комплексного соединения сурьмы и элемента X:

Вскрытие соляной кислотой и осаждение хлоридом сурьмы указывает, что в комплекс входит хлор:

$$\frac{100 - 41,45 - 25,35}{35,5} : \frac{41,45}{A} : \frac{25,35}{122},$$

где A – атомная масса неизвестного элемента X

Тогда молярное отношение Cl: Sb = 0,94:0,207 = 9:2

Рассмотрим возможные соотношения Cl:Sb:X

При 9:2:1 x = 400,5 (невозможно)

При 9:2:2 x = 200,3 (Hg)

При 9:2:3 x = 133,5 (Cs)

При 9:2:4 x = 100,1 (Ru?)

При 9:2:5 x = 80,1 нет

При 9:2:6 x = 66,7 нет

При 9:2:7 x = 57,2 нет

При 9:2:8 x = 50,0 (V?)

При 9:2:9 x = 44,5 (Sc?)

При 9:2:10 x = 40,0 (Ca?)

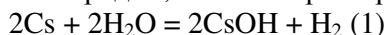
Однако заряд комплексного иона можно просчитать: $[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]^{3+}$. Следовательно, слишком большие значения x невозможны из соображений электронейтральности (например, 10 ионов кальция не компенсируются анионом)

Единственное разумное сочетание атомной массы и заряда - Cs

Таким образом, комплексное соединение имеет формулу – $\text{Cs}_3[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]$.

Название цезий происходит от латинского слова «голубой», что связано с наличием синих линий в атомном спектре элемента.

Для получения металлического цезия необходим электролиз расплава соли в инертной атмосфере. Полученное простое вещество очень трудно хранится, при контакте с воздухом мгновенно со взрывом реагирует с кислородом, способно реагировать даже со льдом:



Формула квасцов – $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. или $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Массовая доля цезия в квасцах равна – 23,4%.

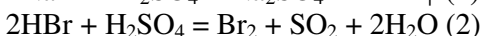
Цезий широко используется для производства фотоэлементов. Они эффективны из-за крайне низкой работы выхода электрона у цезия, что связано с ярко выраженными металлическими свойствами цезия.

Разбалловка

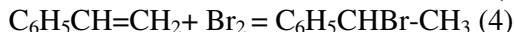
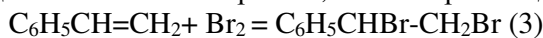
За установление элемента X и комплексного соединения: без проведения расчета	3 б. 1 б.
За ответы на вопросы 3 – 7	5x1 б. = 5 б.
За ответ на вопрос 8 баллов	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

Взаимодействие бромида натрия и концентрированной серной кислоты приводит к двум продуктам – бромоводороду и бром:



Стирол способен взаимодействовать как с бромом, так и с бромоводородом:



То есть реакционная смесь содержит 2 вещества:

1,2-дибром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за X

1-бром-1-фенилэтан, обозначим его массу в смеси за Y

Тогда масса реакционной смеси будет равна:

$$X+Y=18,73$$

Согласно уравнениям реакций (3), (4) количество молей стирола равно сумме количеств веществ продуктов реакций:

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}) = 264 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_3) = 185 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) = 104 \text{ г/ моль}$$

$$X/264 + Y/185=10,21/104$$

Решая систему уравнений:

$$\begin{cases} X+Y=18,73 \\ X/264 + Y/185=10,21/104 \end{cases}$$

Получим, что X = 1,9 г – масса $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$

Y = 16,83 г – масса $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_3$

Тогда массовые доли компонентов реакционной смеси будут равны:

$$w(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}) = 1,9/18,73 = 0,101 \quad (10,1\%)$$

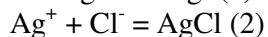
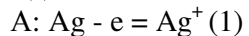
$$w(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_3) = 100 - 10,1 = 89,9\%$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Составление системы уравнений	2 б.
Расчет масс компонентов и их массовых долей	4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

На аноде протекает реакция его растворения с образованием ионов серебра, которые вступают в реакцию с хлоридами, осаждая их:



Конец реакции можно определить используя хромат калия. Хромат серебра будет образовываться только лишь после того, как все хлориды прореагируют.

По реакции (2) видно, что $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+)$, а количество полученного серебра определяется по закону электролиза Фарадея.

$$n(\text{Ag}^+) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,5 \cdot 19,93 \cdot 60}{1 \cdot 96485} = 6,197 \text{ ммоль}$$

$$m(\text{Cl}^-) = n(\text{Cl}^-) \cdot M(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+) \cdot M(\text{Cl}^-) = 6,197 \cdot 10^{-3} \cdot 35,5 = 220 \text{ мг}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1), (2)	2x2 б = 4 б.
Расчет количества образовавшихся ионов Ag^+	4 б.
Расчет массы хлоридов в воде	2 б.
ИТОГО	10 б.

4.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Определим вещество Д. Очевидно, что осадок, образующийся с нитратом серебра, является галогенидом:



$$n(\text{AgX}) = n(\text{HX})$$

$$14,35/M(\text{AgX}) = 0,1$$

$$M(\text{AgX}) = 14,35 \cdot 0,1 = 143,5 = 108 + M(\text{X})$$

$$M(\text{X}) = 143,5 - 108 = 35,5 \text{ г/моль, что соответствует хлору}$$

Соответственно, вещество Д – HCl.

Желтый осадок – ортофосфат серебра, следовательно Е – H₃PO₄:



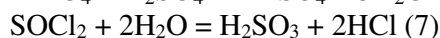
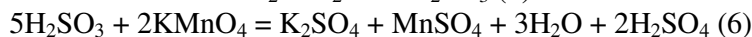
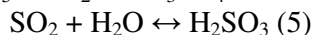
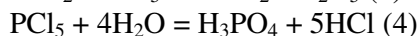
Фосфорная и хлороводородная кислота образуются при гидролизе хлорида или оксохлорида фосфора (V). Так как Б – бинарное вещество, то это PCl₅.

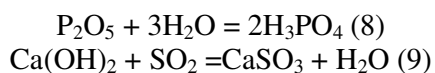
Газ А – это SO₂, о чем свидетельствует образование неустойчивой сернистой кислоты при взаимодействии с водой, восстановительные свойства соединений серы (+4) и помутнение раствора Ca(OH)₂.

Так как гидролиз В приводит к образованию ортофосфорной кислоты, то В – оксид фосфора (V).

При растворении Г в воде образуется хлороводородная и сернистая кислота, следовательно Г содержит хлор и серу в степени окисления +4, то есть Г – SOCl₂ (тионилхлорид).

А	SO ₂	Д	HCl
Б	PCl ₅	Е	H ₃ PO ₄
В	P ₂ O ₅	Ж	H ₂ SO ₃
Г	SOCl ₂		



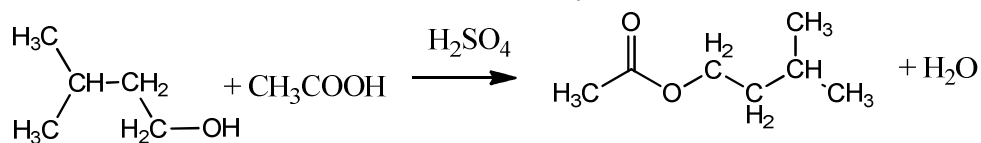
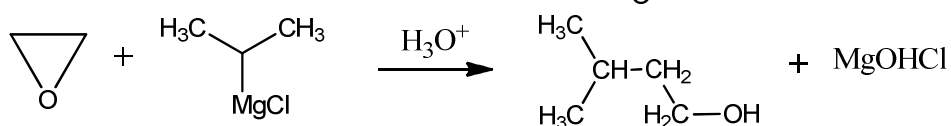
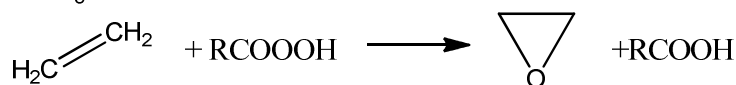
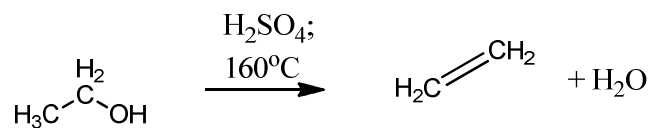
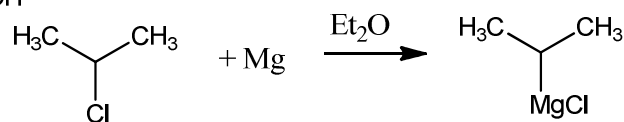
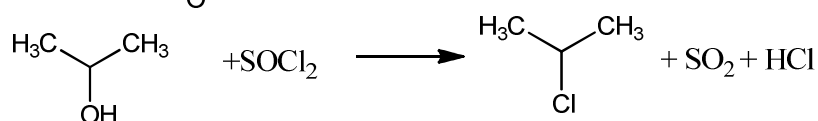
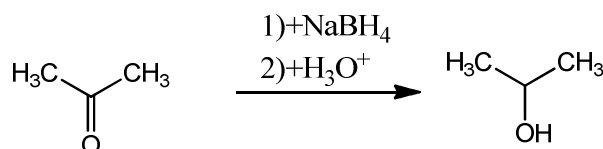
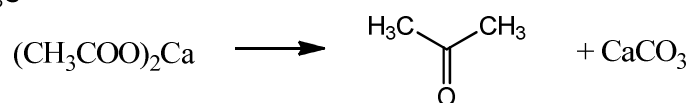
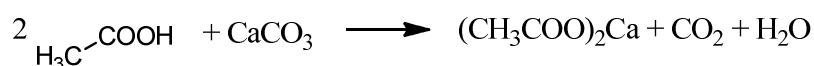
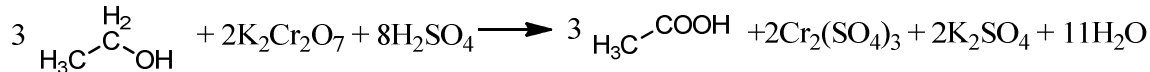


Разбалловка

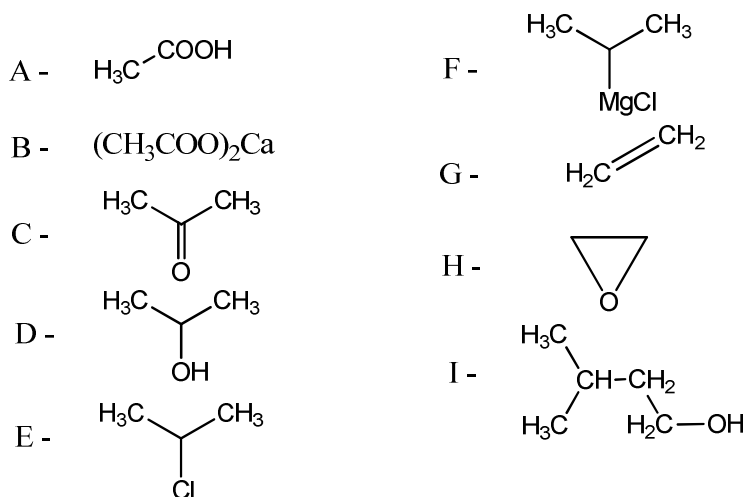
Определение веществ А – Ж	7x0,5б. = 3,5 б.
Подтверждение вещества Д расчетом	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (9)	9x0,5б. = 4,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2

Уравнения реакций:



Вещества:



Разбалловка

Написание уравнений реакций	10x0,5б. = 5 б.
Определение форму А – I и изоамилацетата	10x0,5б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3



$$\text{ПП} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+]^2,$$

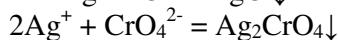
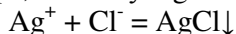
$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{ПП}} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$



$$\text{ПП} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{Ag}^+]^2 \cdot (0,5[\text{Ag}^+]) = 0,5[\text{Ag}^+]^3$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt[3]{2\text{ПП}} = \sqrt[3]{2 \cdot 1,1 \cdot 10^{-13}} = 6,03 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Так как концентрация ионов серебра в насыщенном растворе хромата серебра выше, чем в насыщенном растворе хлорида серебра, поэтому AgCl осаждается в первую очередь.



$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Cl}^-) = 0,1065/35,5 = 0,003 \text{ моль}$$

$$V(\text{AgNO}_3) = 0,003/0,1 = 0,03 \text{ л (30 мл)}$$

Определим состав раствора в точке эквивалентности. В насыщенном растворе хлорида серебра содержится:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Рассчитаем концентрацию хромат-ионов в растворе. При расчете пренебрежем изменением объема вследствие осаждения хлорида серебра.

$$V(\text{р-ра}) = 100 + 1 + 30 = 131 \text{ мл}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{0,131} = 7,63 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

Рассчитаем концентрацию ионов-серебра необходимую для начала осаждения хромата серебра в данных условиях:

$$\text{ПП} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{\text{ПП}}{[\text{CrO}_4^{2-}]}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-13}}{7,63 \cdot 10^{-3}}} = 3,79 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

Следовательно, концентрация ионов серебра в точке эквивалентности достаточна, для начала осаждения хромата серебра.

Исходя из величины ПР хромата серебра и равновесной концентрации ионов серебра в точке эквивалентности определим концентрацию хромат-ионов достаточную для осаждения Ag_2CrO_4 :

$$\begin{aligned} \text{ПР} &= [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] \\ [\text{CrO}_4^{2-}] &= \text{ПР} / [\text{Ag}^+]^2 = 1,1 \cdot 10^{-13} / (1,33 \cdot 10^{-5})^2 = 6,22 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \\ n(\text{CrO}_4^{2-}) &= 6,22 \cdot 10^{-4} \cdot (0,130+x) \text{ моль,} \end{aligned}$$

где 0,130 – объем раствора в точке эквивалентности, л;

x – объем добавленного раствора хромата калия, л.

$$V(\text{K}_2\text{CrO}_4) = \frac{n(\text{CrO}_4^{2-})}{C(\text{K}_2\text{CrO}_4)}$$

$$x = \frac{6,22 \cdot 10^{-4} (0,13 + x)}{1} = 8,09 \cdot 10^{-5} + 6,22 \cdot 10^{-4} x$$

$$x = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ л (0,081 мл)}$$

Разбалловка

Написание выражений для ПР хлорида и хромата серебра	2x0,5б. = 1 б.
Расчет $[\text{Ag}^+]$ для AgCl и Ag_2CrO_4	2x1б. = 2 б.
Объяснение того, что первым осаждается AgCl	1 б.
Расчет объема раствора AgNO_3	2 б.
Подтверждение расчетом, что в точке эквивалентности начнется осаждение Ag_2CrO_4	2 б.
Расчет объема раствора K_2CrO_4	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

1. Как видно из рисунка элементарная ячейка содержит 6 атомов меди, каждый из которых принадлежащих элементарной ячейке на 1/2 и 8 атомов золота, принадлежащих ячейке на 1/8. Следовательно состав ячейки и формула ИМС – Cu_3Au .

2. Приняв, что плотность металла равна отношению массы атомов металла в элементарной ячейке (m) к объему элементарной ячейки ($V_{\text{эя}}$) получим:

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{эя}}}$$

Так как мы имеем дело с кубической элементарной ячейкой, то $V_{\text{эя}} = a^3$

Массу атомов в одной элементарной ячейке найдем как произведение количества формульных единиц (Z) на массу одной формульной единицы, определив ее как отношение молярной массы металла (M) к числу Авогадро (то есть отношение массы 1 моля металла к числу атомов металла в 1 моле):

$$m = Z \frac{M}{N_A}$$

$$\rho = \frac{ZM}{N_A a^3} \left[\frac{\text{г/моль}}{1/\text{моль} \cdot \text{см}^3} = \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$$

Отсюда параметр элементарной ячейки равен:

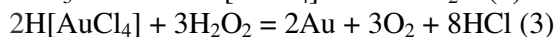
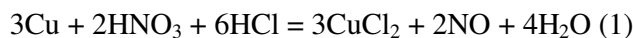
$$a = \sqrt[3]{\frac{ZM}{N_A \rho}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 387,5}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 12,2}} = 3,75 \cdot 10^{-8} = 3,75 \text{ \AA}$$

Кратчайшее межатомное расстояние равно расстоянию между атомами меди и золота, то есть половине гипотенузы равнобедренного прямоугольного треугольника образованного тремя

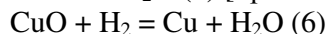
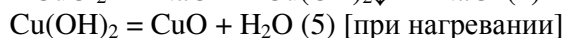
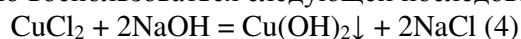
атомами золота, лежащими в на одной из граней куба. Вычислим кратчайшее межатомное расстояние (r) используя теорему Пифагора:

$$(2r)^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$$

$$r = \frac{\sqrt{2a^2}}{2} = \frac{\sqrt{2 \cdot (3,75)^2}}{2} = 2,65 \text{ \AA}$$



Для выделения меди можно воспользоваться следующей последовательностью действий:

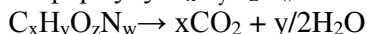


Разбалловка

Определение формулы ИМС	2 б.
Расчет параметра элементарной ячейки	3 б.
Расчет кратчайшего межатомного расстояния	1 б.
Написание уравнений (1) – (3)	3х1б. = 3 б.
Способ выделения меди из раствора	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

Допустим, что соединение **A** имеет формулу $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_w$



$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,18/18 = 0,01$ моль, тогда в веществе **A** $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,02$ моль

$n(\text{CO}_2) = 0,22/44 = 0,005$ моль, в веществе **A**: $n(\text{C}) = 0,005$ моль



$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) = 0,2 \text{ моль/л} \cdot 0,05 \text{ л} = 0,01$ моль



$n(\text{N}) = 0,01$ моль

Вычислим количество моль кислорода в веществе **A**:

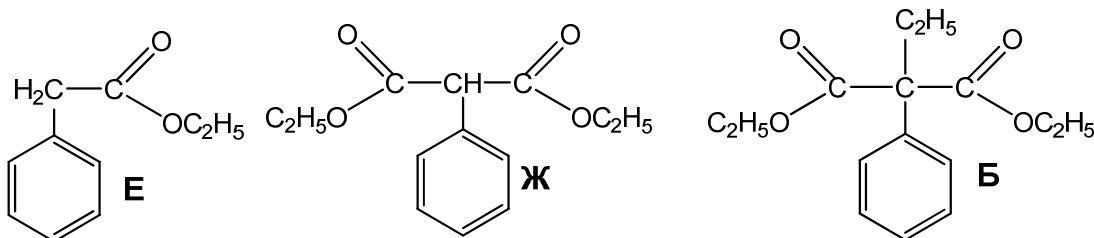
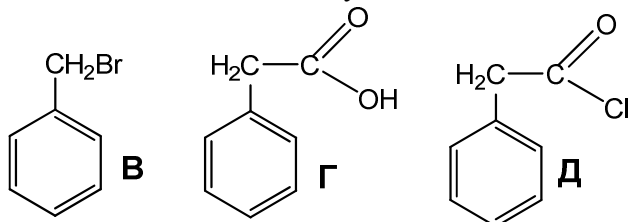
$$m(\text{O}) = 0,30 - 0,005 \cdot 12 - 0,02 \cdot 1 - 0,01 \cdot 14 = 0,08 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 0,08/16 = 0,005 \text{ моль}$$

$$x : y : z : w = 0,005 : 0,02 : 0,005 : 0,01 = 1 : 4 : 1 : 2$$

Формула вещества **A** – CH_4ON_2 . Так как вещество **A** обнаружено в моче, то разумно предположить, что это мочевины (NH_2)₂CO.

Вещества, отвечающие схеме получения **Б**:



Разбалловка

Определение вещества А (без расчетов – 1 балл)	4 б.
Определение веществ Б – Ж	6х1б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

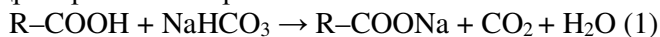
3.3.3. Задание 11 класса

Задача 1

Предложенный набор веществ включает органические соединения различных классов: карбоновые кислоты, их производные, многоатомный спирт, моносахарид, амин. Некоторые соединения содержат несколько различных функциональных групп (глицин, глюкоза, винная кислота). Поэтому начать анализ следует с определения групп веществ, содержащих какую-либо функциональную группу, например, карбоксильную группу. Рассмотрим следующий вариант:

1. Определим вещества, содержащие карбоксильную группу.

а) Проведем качественную реакцию на карбоксильную группу с гидрокарбонатом натрия. Карбоновые кислоты, будучи более сильными кислотами чем угольная, вытесняют углекислый газ из гидрокарбоната натрия.



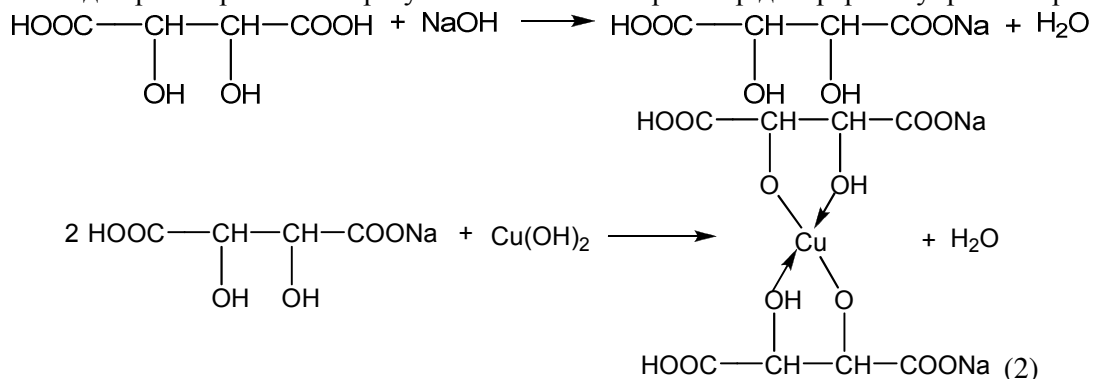
В трёх пробирках наблюдается выделение углекислого газа. Это глицин, уксусная и винная кислоты.

б) Затем растворы проверяем универсальной индикаторной бумагой.

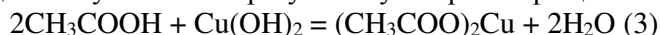
В двух пробирках наблюдаем покраснение. Это растворы винной и янтарной кислот. В одной пробирке посинение - это раствор ацетата натрия. В остальных среда нейтральная.

На основании проделанных опытов можем определить глицин (нейтральная среда и выделение CO_2 при взаимодействии с $NaHCO_3$) и ацетат натрия (щелочная среда раствора).

Для того чтобы идентифицировать винную кислоту используем реакцию с гидроксидом меди. При добавлении к свежеприготовленному осадку $Cu(OH)_2$ раствора виннокислого натрия осадок растворяется и образуется тёмно-синий раствор дитартратокупрата натрия:

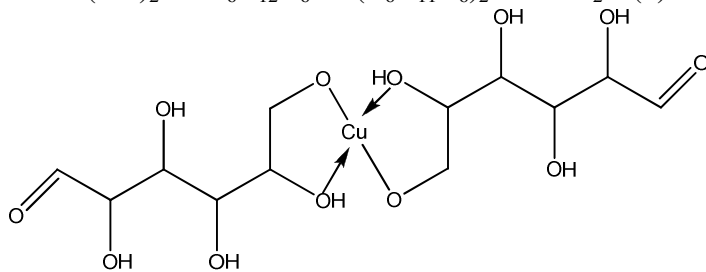
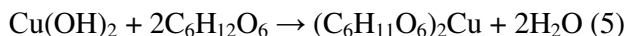
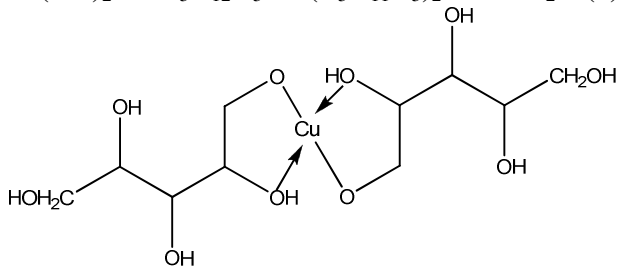
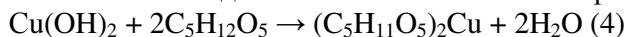


Уксусная кислота в данных условиях образует голубой раствор ацетата меди (II):



3. Для идентификации веществ, водные растворы которых имеют нейтральную реакцию среды, исследуем их отношение к свежеприготовленному гидроксиду меди (II):

При добавлении к $Cu(OH)_2$ раствора глюкозы или ксилита осадок растворяется и образуется тёмно-синий раствор комплексного соединения. С мочевиной такая реакция не идет.

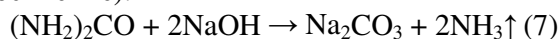


При нагревании пробирки с глюкозой синяя окраска исчезает и выпадает оранжевый осадок Cu_2O :



Таким образом? определяем ксилит и глюкозу, а методом исключения мочевины.

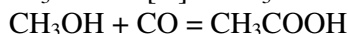
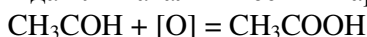
Кроме того, подтвердить наличие мочевины можно с помощью щелочного гидролиза: В пробирку наливаем 1 мл раствора определяемого вещества, прилить ~ 1 мл гидроксида натрия и нагреваем. Выделение аммиака определяем по запаху или с помощью влажной индикаторной бумаги (посинение):



	NaHCO_3	Индикатор	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2, \text{t}$	NaOH, t
Глицин	$\text{CO}_2\uparrow (1)$	желтый	Голубой раствор	-	-
Уксусная кислота	$\text{CO}_2\uparrow (1)$	красный	Голубой раствор (3)	-	-
Винная кислота	$\text{CO}_2\uparrow (1)$	красный	Синий раствор (2)	-	-
Ксилит	-	желтый	Синий раствор (4)	-	-
Глюкоза	-	желтый	Синий раствор (5)	Оранжевый осадок (6)	-
Ацетат натрия	-	синий	-	-	-
Мочевина	-	желтый	-	-	$\text{NH}_3\uparrow (7)$

Задача 2

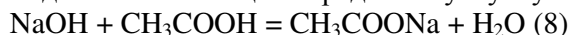
Основные свойства столового уксуса определяет уксусная кислота. В промышленности её получают окислением ацетальдегида или каталитическим карбонилированием метанола:



Уксусную кислоту, предназначенную для использования в пищевой промышленности, получают путем микробиологического окисления этанола:



В задаче представлена методика позволяющая определить уксусную кислоту по реакции:



Рассчитаем массовую долю уксусной кислоты в столовом уксусе, исходя из результатов титрования. По уравнению реакции (8):

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 10^{-3} \text{ (моль)},$$

где $V(\text{NaOH})$ – объем раствора NaOH , ушедшего на титрование (мл).

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$m_{\text{p-ра}} = V_{\text{p-ра}} \cdot \rho$$

$$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot 100 / m_{\text{p-ра}}$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (8)	8x0,5б. = 4 б.
Указание вещества, определяющего свойства уксуса	1 б.
Способы получения уксусной кислоты (2 и более)	1 б.
Приведение расчетов, позволяющих определить массу уксусной кислоты (без учета точности результатов)	2 б.
Определение соответствия номера пробирки и вещества (задача 1) – по 1 баллу за каждое вещество	7x1б. = 7 б.
Количественная характеристика точности (задача 2): относительная ошибка менее 5 % каждые дополнительные 5% ошибки – снижение на 2 балла	5 б.
ИТОГО	20 б.