

Наименование олимпиады школьников: Многопредметная олимпиада «Юные таланты»

Предмет (комплекс предметов): Химия

Порядковый номер олимпиады в Перечне (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 ноября 2012 г. № 916): 20

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	2
1.1 Задания Теоретического тура	2
1.1.1 Задания 9 класса	2
1.1.2. Задания 10 класса	5
1.1.3. Задания 11 класса	7
1.2 . Задания экспериментального тура	9
1.2.1. Задание 9 класса	9
1.2.2. Задание 10 класса	10
1.2.3. Задание 11 класса	10
2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	12
2.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура	12
2.1.1. Задания 9 класса	12
2.1.2. Задания 10 класса	16
2.1.3. Задания 11 класса	21
2.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура	28
2.2.1. Задание 9 класса	28
2.2.2. Задание 10 класса	28
2.2.3. Задание 11 класса	29
3. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА	30
3.1 Задания итогового тура	30
3.1.1 Задания 9 класса	30
3.1.2. Задания 10 класса	31
3.1.3. Задания 11 класса	33
3.2. Критерии оценки заданий итогового тура	35
3.2.1. Задания 9 класса	35
3.2.2. Задания 10 класса	38
3.2.3. Задания 11 класса	41

3.3 Задания зачетного тура	46
3.3.1. Задания 9 класса	46
3.3.2 Задания 10 класса	49
3.3.3 Задания 11 класса	52
3.4 Критерии оценки заданий зачетного тура	55
3.4.1 Задания 9 класса	55
3.4.2 Задания 10 класса	56
3.4.3 Задания 11 класса	57

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1 Задания Теоретического тура

1.1.1 Задания 9 класса

Задача № 9-1

Металлы обладают рядом физических свойств, по которым их можно отличить от неметаллов. Кроме того, у многих металлов имеются признаки, позволяющие однозначно идентифицировать данный металл из ряда других.

1. Расположите металлы Cr, Cu, Hg, Na, Au, Ag, W в ряд со следующими физическими характеристиками: очень мягкий, режется ножом; желтого цвета; самый твердый металл (царапает стекло); самый тугоплавкий; жидкий при комнатной температуре; красного цвета; обладает самой высокой электропроводностью.

2. Привести электронные конфигурации атомов данных металлов. К каким семействам они относятся?

3. 1,39 г каждого из приведенных металлов поместили в стакан с 120 мл воды. Один из металлов растворился. Определите массовую долю образовавшегося вещества.

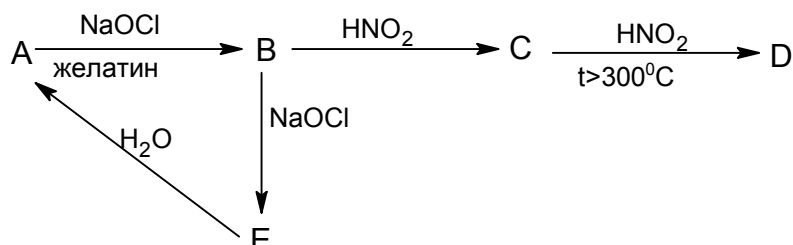
4. Один из этих металлов растворяется только в «царской водке». Составить уравнение реакции.

5. Определите выход реакции получения 4-го металла в полученном ряду методом аллюминотермии, если из 33,14 г концентрата руды, содержащей MeO_3 и невосстанавливающиеся примеси (массовая доля примесей 0,3) было получено 12,72 г металла?

6. Вычислить объем, приходящийся на 1 атом третьего в вашем ряду металла в кристаллической решетке, если плотность металла равна $7,19 \text{ г/см}^3$.

Задача № 9-2

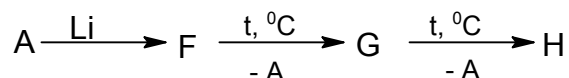
Азот образует большое количество соединений, в которых его степень окисления меньше нуля. Ниже приведены превращения соединений азота подобного вида.



Соединение	Описание
A	Газообразное вещество с резким запахом, хорошо растворимо в воде. Содержит 82,35% азота.
B	Бесцветная жидкость, хорошо растворима в воде. Содержит 87,5% азота.
C	Бесцветная жидкость с характерным запахом, растворяется в воде, сильный окислитель. Содержит 97,70% азота.
E	Бесцветная маслообразная жидкость, разлагается водой. Азота 27,18%
D	Газ без цвета и запаха, нерастворим в воде, чрезвычайно инертен.

1. Установите формулы соединений A – E и напишите уравнения реакций.

2. Литий при нагревании в атмосфере соединения A образует вещество F, которое при нагревании видоизменяется:



Установите формулы соединений F – H и напишите уравнения реакций

3. Какие из соединений A – E обладают свойствами кислоты? Напишите уравнения, доказывающие ваше предположение.

Задача № 9-3

Идентифицируйте следующие вещества. Напишите все уравнения реакций указанные в тексте.

1. Вещество **A** – бесцветный ядовитый газ; хорошо горит на воздухе синим пламенем; восстанавливает оксид меди (II) до металла; реагирует с хлором образуя другой ядовитый газ; при нагревании с расплавом щелочи под давлением образует соль, при обработке которой концентрированной серной кислотой выделяется газ **A**.

2. Вещество **B** – соль желтого цвета, хорошо растворимая в воде, окрашивающая пламя в фиолетовый цвет. При добавлении в раствор соли разбавленной соляной кислоты окраска меняется на оранжево-красную. После нейтрализации раствора концентрированной щелочью окраска раствора вновь становится желтой. При взаимодействии кристаллической соли **B** с концентрированной соляной кислотой при нагревании выделяется газ желтого цвета, реагирующий с горячим раствором щелочи с образованием двух солей.

3. **C** – металл, который до конца XIX века оставался очень дорогим металлом и использовался в основном для изготовления ювелирных изделий (как «серебро из глины»). При взаимодействии с нитратом калия в концентрированном растворе гидроксида калия образуется газ **D** и соль **E**. Газ **D** обладает слабовыраженными основными свойствами.

При пропускании через раствор соли **E** углекислого газа выпадает осадок и образуется другая соль **F**, разлагающаяся при нагревании с образованием газа **G**, при пропускании которого через раствор известковой воды выпадает осадок.

4. Вещество **H** представляет собой тригидрат некоторой соли. При нагревании вещества **H** удаляется кристаллизационная вода, а затем соль разлагается с образованием веществ: **I** – твердое, черный цвет, **K** – газ бесцветный и **L** – газ бурого цвета. При восстановлении вещества **I** водородом образуется вещество **M** красного цвета

Задача № 9-4

Медную пластинку массой 18,2 г опустили в 230 г раствора хлорида железа (III) с массовой долей соли 0,1. После некоторого выдерживания пластинки в растворе ее вынули, при этом оказалось, что массовая доля хлорида железа (III) стала равной массовой доле образовавшейся соли меди (II).

1. Определите массу пластинки после того, как ее вынули из раствора;
2. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе;
3. Рассчитайте объем раствора азотной кислоты с массовой долей 5% и плотностью 1,026 г/мл, который потребуется для растворения исходной пластинки;
4. Как будет изменяться масса пластинки при опускании ее в раствор хлорида железа (II).

Задача № 9-5

Бесцветное кристаллическое вещество X, окрашивающее пламя в фиолетовый цвет, хорошо растворимо в воде. При добавлении к его раствору хлорида бария образуется белый кристаллический осадок, не растворимый в кислотах. При добавлении раствора аммиака к раствору X образуется белый аморфный осадок, который растворим в избытке щелочи. Известно, что массовая доля серы в веществе X – 13,5%, а кислорода – 67,5%.

Определите формулу вещества X. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

1.1.2. Задания 10 класса

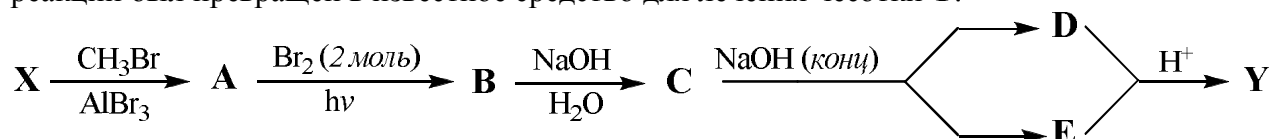
Задача № 10-1

Молекулярный азот является инертным веществом, однако его соединения широко используются в различных отраслях промышленности. Одна из главных проблем производства азотсодержащих продуктов – проблема связывания азота. Какие методы связывания атмосферного азота в химические соединения Вы знаете? Приведите уравнения соответствующих химических реакций.

В лабораторной практике иногда возникает необходимость получить азот высокой чистоты. Это можно осуществить несколькими способами: термическим разложением азиды натрия (1), окислением водного раствора аммиака водным раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой (2), пропусканием воздуха через нагретые до 750°C железные опилки (3), окислением солянокислого гидразина пероксидом водорода (4) или солянокислого гидроксиламина хлором (5) и некоторыми другими. Напишите уравнения предложенных реакций получения азота и мотивированно выберите способ, при котором образуется наиболее чистый азот.

Задача № 10-2

Углеводород X, содержащий 7,7% водорода (масс.), в ходе ряда последовательных реакций был превращен в известное средство для лечения чесотки Y:



Перед проведением последней реакции (D + E) щелочной раствор нейтрализовали.

1. Расшифруйте предложенную схему, установите строение всех веществ.
2. Предложите схему синтеза X, исходя из карбоната кальция, если в Вашем распоряжении есть только неорганические реагенты.

Задача № 10-3

Ниже приведены способы получения трех комплексных соединений двухвалентой платины, имеющих одинаковый качественный состав.

Хлорид первого основания Рейзе: При кипячении раствора тетрахлороплатиновой кислоты с большим избытком концентрированного аммиака образуется соль, которая дает белый осадок с раствором нитрата серебра. Массовая доля платины в соединении 58,4%.

Хлорид второго основания Рейзе: При нагревании выше 250°C хлорид первого основания переходит в желтый порошок, похожий на серу, плохо растворимый в холодной воде и хорошо в горячей. Раствор полученной соли не дает осадка с AgNO_3 . Массовая доля платины 65,00%.

Соль Пейроне: При добавлении аммиака к холодному раствору тетрахлороплатиновой кислоты образуется соль, которая труднее растворима в горячей воде и легче в холодной. Полученная соль является цис-изомером одного из оснований Рейзе.

1. Напишите структурные формулы и назовите три полученные соли. Приведите реакции их получения. Приведите расчеты и рассуждения.

2. Тетрахлороплатиновая кислота существует только в растворе, для ее получения металлическую платину растворяют в царской водке и восстанавливают полученный раствор дихлоридом гидразина. Напишите уравнения приведенных реакций.

3. При действии хлорида первого основания Рейзе на тетрахлороплатиновую кислоту образуются темно-зеленые кристаллы комплексной соли, которую называют солью Магнуса. Напишите уравнение реакции и назовите полученную соль. Массовая доля платины в продукте реакции 65,00%

Задача № 10-4

Медную пластинку массой 18,2 г опустили в 230 г раствора хлорида железа (III) с массовой долей соли 0,1. После некоторого выдерживания пластинки в растворе ее вынули, при этом оказалось, что массовая доля хлорида железа (III) стала равной массовой доле образовавшейся соли меди (II).

1. Определите массу пластинки после того, как ее вынули из раствора;
2. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе;
3. Рассчитайте объем раствора азотной кислоты с массовой долей 5% и плотностью 1,026 г/мл, который потребуется для растворения исходной пластинки;
4. Как будет изменяться масса медной пластинки при опускании ее в раствор хлорида железа (II)?

Задача № 10-5

Краун-эфирами называют продукты циклической поликонденсации соединения А. Соединение А имеет молекулярную массу 62 и при сгорании образует только воду и оксид углерода (IV). Эти уникальные соединения способны растворять соли щелочных металлов в органических растворителях за счет включения катионов металлов в полость молекулы, построенную так, что все атомы кислорода направлены внутрь молекулы.

1. Назовите соединение А.
2. Определите состав Краун-эфира Б, если массовая доля калия в комплексе включения хлорида калия в этот краун-эфир составляет 11,52 %.

1.1.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1

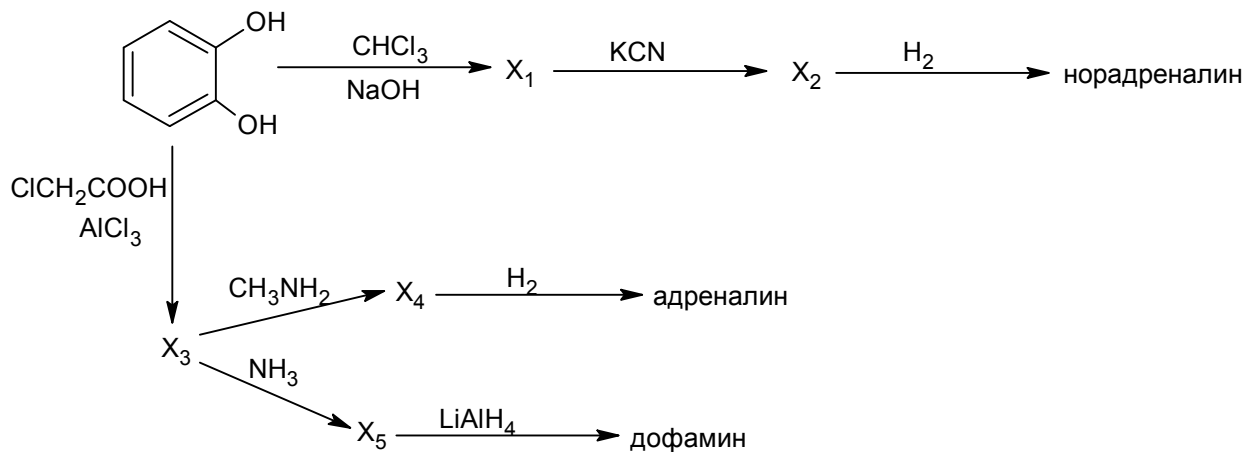
При взаимодействии водных растворов сульфата меди (II) и сульфита натрия выпадает осадок так называемой соли Шевреля. Длительное выдерживание 3,867 г этого вещества X в эксикаторе над оксидом фосфора (V) приводит к уменьшению массы X на 9,3%. Если 3,867 г вещества X растворить в 25%-ном водном аммиаке и пропустить через полученный темно-синий раствор избыток ацетилена, то образуется 1,51 г кирпично-красного осадка, содержащего 84,15% меди, и раствор, который после подкисления соляной кислотой не дает осадка с раствором хлорида бария. При нагревании 3,867 г соли X с избытком концентрированной серной кислоты происходит полное растворение соли X и выделяется 0,672 л (0°C , 1 атм) индивидуального газа Y, обесцвечивающего подкисленный раствор перманганата калия. Из раствора, полученного после обработки соли X концентрированной серной кислотой, можно выделить 7,5 г медного купороса.

Установите формулу соли Шевреля (X), назовите её и напишите уравнения ее получения, если известно, что для получения соли Шевреля был использован значительный избыток раствора сульфита натрия. Напишите также уравнение растворения соли Шевреля в концентрированной серной кислоте и уравнение взаимодействия газа Y с подкисленным раствором перманганата калия

Задача № 11-2

Адреналин – гормон надпочечников. Он содержит 2-(N-метиламино)этильный заместитель в бензольном кольце, а его предшественники (норадреналин и дофамин) – первичную аминогруппу.

Все эти соединения в промышленности получают из пирокатехина (1,2-дигидроксibenзола):



1. Напишите структурные формулы соединений $\text{X}_1 - \text{X}_5$ и конечных продуктов синтеза (адреналина, норадреналина и дофамина)

2. Какую биологическую роль имеет адреналин в живом организме?

3. В лекарственных целях применяют предшественники адреналина. Через какие стадии происходит образование адреналина в организме после попадания в него норадреналина и дофамина?

Задача № 11-3

Злоумышленнику Федору удивительнейшим образом посчастливилось похитить одну тонну медного купороса. Он решил путем электролиза выделить медь и сдать ее в пункт приема цветных металлов. Электролизер с рабочим током 0,1 А он устроил у себя дома в ванной. Он уже мысленно подсчитывал выручку от сданной меди, но дело шло не так быстро, как ему хотелось бы. При этом Федор особенно неуважительно вспоминал некоего Майкла Фарадея, открывшего основные количественные законы электролиза.

1. Напишите уравнения электролиза и укажите, какие процессы протекают на электродах;

2. Определите сколько меди злоумышленник может получить максимально и сколько времени у него это займет?

3. Почему Федор так неуважительно вспоминал Фарадея, число которого 96500?

4. Что останется в ванной после завершения процесса?

Задача № 11-4

При окислении 1 моля неизвестного органического вещества водным раствором перманганата калия образовались 46,0 г карбоната калия, 66,7 г гидрокарбоната калия, 116,0 г оксида марганца (IV) и вода.

1. Какое вещество подверглось окислению?

2. Напишите уравнения реакций окисления этого вещества раствором перманганата калия в нейтральной и кислой средах.

3. Рассчитайте массу одной молекулы данного вещества (в граммах).

4. Напишите два уравнения реакций получения данного соединения.

5. Какой объем газа выделится при обработке данного соединения массой 3 г кислым раствором перманганата калия при температуре 27⁰С и давлении 100 кПа?

Задача № 11-5

Ниже приведены способы получения трех комплексных соединений двухвалентой платины, имеющих одинаковый качественный состав.

Хлорид первого основания Рейзе: При кипячении раствора тетрахлороплатиновой кислоты с большим избытком концентрированного аммиака образуется соль, которая дает белый осадок с раствором нитрата серебра. Массовая доля платины в соединении 58,4%.

Хлорид второго основания Рейзе: При нагревании выше 250⁰С хлорид первого основания переходит в желтый порошок, похожий на серу, плохо растворимый в

холодной воде и хорошо в горячей. Раствор полученной соли не дает осадка с AgNO_3 . Массовая доля платины 65,00%.

Соль Пейроне: При добавлении аммиака к холодному раствору тетрахлороплатиновой кислоты образуется соль, которая труднее растворима в горячей воде и легче в холодной. Полученная соль является цис-изомером одного из оснований Рейзе.

1. Напишите структурные формулы и назовите три полученные соли. Приведите реакции их получения. Приведите расчеты и рассуждения.

2. Тетрахлороплатиновая кислота существует только в растворе, для ее получения металлическую платину растворяют в царской водке и восстанавливают полученный раствор дихлоридом гидразина. Напишите уравнения приведенных реакций.

3. При действии хлорида первого основания Рейзе на тетрахлороплатиновую кислоту образуются темно-зеленые кристаллы комплексной соли, которую называют солью Магнуса. Напишите уравнение реакции и назовите полученную соль. Массовая доля платины в продукте реакции 65,00%

1.2 . Задания экспериментального тура

1.2.1. Задание 9 класса

Вам предлагается работа по получения соединений ванадия в степенях окисления +4,+3,+2 и исследование кислотно-основных свойств этих соединений. Прежде чем приступить к выполнению работы, внимательно прочитайте текст задания до конца.

В колбу емкостью 50 мл налейте 10 мл раствора ванадата натрия (NaVO_3), подкислите 10%-ым раствором серной кислоты, положите 4-5 кусочков гранулированного цинка. Закройте колбу резиновой пробкой с клапаном Бунзена. Добейтесь интенсивного выделения водорода.

При подкислении бесцветного раствора ванадата натрия появляется желтая или оранжевая (в зависимости от концентрации раствора и pH среды) окраска, обусловленная полимеризацией ванадат-ионов. В уравнениях реакций можно использовать формулу исходного ванадата натрия и уравнений реакции полимеризации не записывать.

Наблюдайте изменение окраски по мере протекания процесса восстановления. Присутствию в растворе соединений ванадия (IV), ванадия (III) и ванадия (II) отвечает синяя, зеленая и фиолетовая окраска соответственно. Учтите, что образование зеленой окраски в начале опыта является результатом смешения цветов (зеленый = синий + желтый) и не свидетельствует о полном восстановлении ванадат-ионов.

По мере появления новой окраски (начиная с синей) отливайте по 1-2 мл раствора в пробирки. К растворам в пробирках быстро прилейте 10%-ный раствор гидроксида натрия. Исследуйте отношение полученных гидроксидов к кислотам и щелочам. Для этого осадки разделите на две порции и добавьте к одной раствор серной кислоты, а к другой – концентрированный раствор гидроксида натрия.

Напишите уравнения всех протекающих реакций (процессы восстановления, образования гидроксидов, растворения гидроксидов в кислотах и(или) щелочах). При написании уравнений реакций учтите, что V(IV) в кислой среде присутствует в виде иона

ванадила (VO^{2+}), образующего при подщелачивании гидроксид $\text{VO}(\text{OH})_2$, а в сильно щелочной среде V(IV) присутствует в форме ванадат(IV)-анионов (VO_3^{2-} и др.).

Укажите кислотно-основные свойства гидратов оксидов ванадия в степенях окисления +4, +3 и +2.

1.2.2. Задание 10 класса

Известно, что многие фруктовые напитки, соки, нектары содержат аскорбиновую кислоту (витамин С), приблизительное содержание которой часто указывается на упаковке. Сегодня Вам предлагается определить содержание аскорбиновой кислоты, используя следующие реактивы и посуду.

Реактивы:

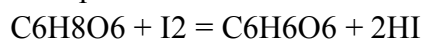
Раствор йода, раствор тиосульфата натрия с известной концентрацией 0,005 моль/л, раствор серной кислоты 1 моль/л, 1%-ный раствор крахмала, дистиллированная вода.

Посуда:

Бюретка на 25 мл,
пипетки на 10 мл (2 шт.),
мерная пробирка,
колбы для титрования на 100 мл с пробкой.

Определение содержания аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота легко окисляется иодом согласно уравнению реакции



1. В коническую колбу внесите 10 мл напитка, мерной пробиркой добавьте 4 мл раствора серной кислоты.
2. Другой пипеткой добавьте в колбу 10 мл раствора йода. Закройте колбу пробкой и оставьте на 5 минут для завершения реакции.
3. Оттитруйте раствором тиосульфата натрия до перехода окраски от бурой до желтой, добавьте несколько капель крахмала и продолжите титрование до перехода окраски от темной сине-зеленой до бледно-желтой. Запишите израсходованный объем тиосульфата V (мл). Титрование повторите не менее трех раз.
4. Проведите контрольный опыт, взяв 10 мл воды вместо напитка и повторив титрование, как описано выше. Запишите объем тиосульфата V_0 (мл).

Вопросы и задания

1. Приведите структурную формулу аскорбиновой кислоты и продукта ее окисления.
2. Приведите уравнение реакции, описывающее титрование раствором тиосульфата натрия. Зачем добавляется раствор крахмала в конце титрования?
3. Запишите формулу для расчета содержания аскорбиновой кислоты в анализируемом напитке в мг/л и рассчитайте его.

1.2.3. Задание 11 класса

Области применения органических красителей очень многочисленны и разнообразны. Так, их применяют для окрашивания пряжи и ткани самого различного вида: льняных, шерстяных, хлопчатобумажных, шелковых, из искусственных и синтетических волокон. Лакокрасочные материалы, художественные краски, цветные

карандаши, типографские краски и чернила получают на основе этих красителей. В настоящее время известно около 10000 видов синтетических красителей, и число их непрерывно растёт. Каждый год появляется большое число новых все более прочных, ярких и удобных в применении красителей, которые заменяют устаревшие.

Сегодня Вам предлагается получить в лабораторных условиях из предложенных реактивов один из очень популярных красителей, известный под множеством торговых названий и широко используемый в производстве текстиля, кожи, продуктов питания, косметики и т.д.

Методика синтеза.

Реактивы: сульфаниловая кислота -1.3г; нитрит натрия – 0.5г; β -нафтол – 1г; гидроксид натрия, 2н раствор; соляная кислота 4н раствор; хлорид натрия – 6г.

Посуда и оборудование: стакан на 100 мл -2 шт.; стеклянная палочка, термометр, колба Вюрца, воронка Шотта.

В стакане растворяют 1.3 г сульфаниловой кислоты в 33мл 2н раствора гидроксида натрия и к полученному раствору соли прибавляют раствор 0.5г нитрита натрия в 6 мл воды. Затем реакционную смесь охлаждают до 5°C и при перемешивании постепенно вносят в стакан 4н раствор соляной кислоты до прекращения образования осадка. Полученную взвесь при комнатной температуре быстро при перемешивании, приливают к щелочному раствору β -нафтола (1г в 13 мл 2н гидроксида натрия). Через несколько минут начинается кристаллизация оранжево-желтых листочков красителя (натриевой соли). Для уменьшения растворимости красителя прибавляют 6 г хлорида натрия. Смесь охлаждают и фильтруют под вакуумом водоструйного насоса. Продукт реакции на фильтре промывают холодной водой, высушивают (продукт помещают на фильтровальную бумагу и хорошо отжимают) и взвешивают.

Теоретические вопросы

1. Рассчитайте выход продукта в процентах от теоретического.
2. Напишите уравнение проведенной Вами реакции. Что это за реакция? Назовите полученный продукт.
3. Важным фактором проведения данной реакции является рН среды. Как Вы думаете, почему?
4. Предложите метод определения качества полученного красителя.

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

2.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура

2.1.1. Задания 9 класса

Задача № 9 – 1

1) Na Au Cr W Hg Cu Ag

2) Na $3s^1$ (s-элемент)

Au $5d^{10}6s^1$ (d-элемент)

Cr $3d^54s^1$ (d-элемент)

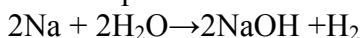
W $5d^46s^2$ (d-элемент)

Hg $5d^{10}6s^2$ (d-элемент)

Cu $3d^{10}4s^1$ (d-элемент)

Ag $4d^{10}5s^1$ (d-элемент)

3) Из всех перечисленных металлов с водой взаимодействует только натрий:



Найдем количество вещества натрия, по уравнению – количество вещества гидроксида натрия и водорода, а также их массы:

$n(\text{Na}) = 0,06$ моль, $n(\text{NaOH}) = 0,06$ моль, $m(\text{NaOH}) = 2,4$ г

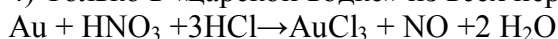
$n(\text{H}_2) = 0,03$ моль, $m(\text{H}_2) = 0,06$ г.

Найдем массу раствора: $m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2) = 121,33$ г

Найдем массовую долю щелочи в растворе:

$w(\text{NaOH}) = 2,4 \text{ г} / 121,33 = 0,0198 = 1,98\%$.

4) Только в «царской водке» из всех перечисленных металлов растворяется золото:



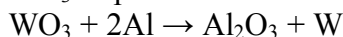
5) Определим массу (г) WO_3 в 33,14 г концентрата руды

$w(\text{WO}_3) = 1,0 - 0,3 = 0,7$

$m(\text{WO}_3) = w(\text{WO}_3) \cdot m_{\text{руды}} = 0,7 \cdot 33,14 = 23,2$ г

Определим теоретический выход вольфрама в результате восстановления 23,2 г

WO_3 порошком алюминия.



При восстановлении 232 г (1 г/моль) WO_3 образуется 187 г (1 г-моль) W,

а из 23,2 г WO_3 - X г W

$X = (23,2 \cdot 187) / 232 = 18,7$ г W

Рассчитаем практический выход вольфрама

18,7 г W - 100%

12,72 г W - Y%

$Y = (12,72 \cdot 100) / 18,7 = 68\%$

6) Масса одного моля хрома составляет 52 г. Объем одного моля хрома равен:

$V_m = m/\rho = 52 / 7,19 = 7,23 \text{ см}^3$.

Один моль любого вещества содержит $6 \cdot 10^{23}$ частиц, следовательно, объем, приходящийся на один атом хрома равен: $7,23 / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$.

Разбалловка

Написание ряда металлов	$6 \cdot 0,25 \text{ б.} = 1,5 \text{ б.}$
Написание электронной конфигурации и семейства	$6 \cdot 0,25 \text{ б.} = 1,5 \text{ б.}$
Написание реакции золота с царской водкой	1 б.
Расчет массовой доли NaOH	1 б.

Выход вольфрама	3 б.
Объем атома хрома	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9 – 2

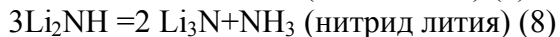
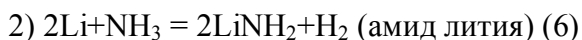
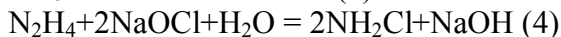
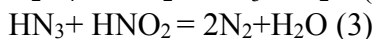
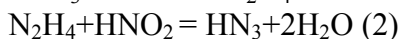
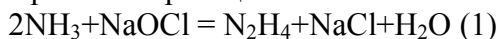
1) При первом рассмотрении таблицы с описаниями можно предположить, что соединение D это молекулярный азот, а А – аммиак. Расчет доли азота в аммиаке подтверждает предположение ($w(N)=14/17*100=82,35\%$).

Соединение В содержит почти 90 процентов азота, предположим, что вторым элементом в соединении является водород. Тогда, $N:H=87,5/14:12,5/1=6,25:12,5=1:2$. Соединения NH_2 не существует, но есть соединение N_2H_4 (гидразин).

Аналогичные рассуждения для соединения С дают HN_3 (азидоводород): $N:H=97,70/14:2,30/1=6,98:2,30=3:1$

Соединение Е содержит значительно меньше азота, поэтому кроме водорода в его состав может входить кислород или хлор (исходя из способа его получения). Соединение образуется в результате окисления гидразина ($NaOCl$ – сильный окислитель). Соответственно это может быть гидроксилламин (NH_2OH) или хлорамина (NH_2Cl). Подсчет массовой доли азота в обоих соединениях приводит к заключению о том, что соединение Е – хлорамин.

Уравнения реакций:



3) кислотой является азидоводород. В водных растворах он способен к диссоциации: $HN_3 = H^+ + N_3^-$

Азидоводород образует соли с металлами: $2Ag + 2HN_3 = 2AgN_3 + H_2$

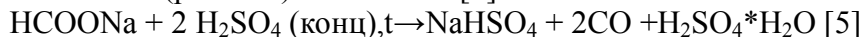
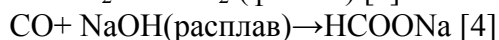
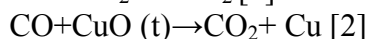
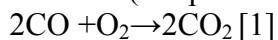
Кислотными свойствами в определенной мере обладает аммиак. Доказательство тому реакция образования амидов (6)

Разбалловка

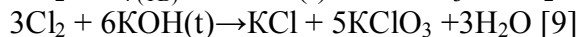
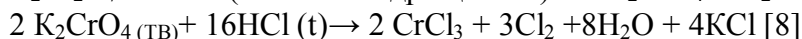
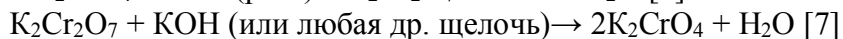
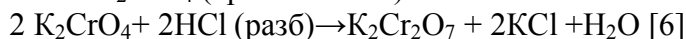
Определение соединений А - Н	$0,56 \cdot 8 = 4б.$
Написание уравнений реакций (1) – (3), (6) – (8)	$0,56 \cdot 6 = 3б.$
Написание уравнения реакций (4) и (5)	$1б \cdot 2 = 2б.$
Выбор аммиака и азидоводорода в качестве кислот	$0,56 \cdot 2 = 1б.$
ИТОГО	10б.

Задача № 9 – 3

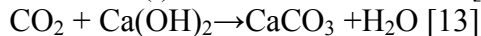
1. А-СО (Угарный газ)



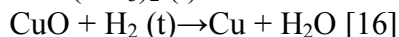
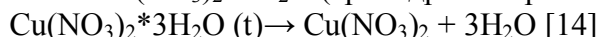
2. В – K_2CrO_4 (хромат калия)



3. С – Al (алюминий)



4. G – $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ (тригидрат нитрата меди)



Разбалловка

Определение веществ А, В, С, G	0,5 б. * 4 = 2 б.
Написание уравнений реакций	0,5 * 16 = 8 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9 – 4

Медь, находящаяся в ряду активности после железа, не сможет вытеснить его из раствора; металлическая медь восстанавливает ионы Fe^{3+} в ионы Fe^{2+} . Уравнение реакции:



1). По условию задачи $w(FeCl_3)_{\text{оставш.}} = w(CuCl_2)$, следовательно, их массы в конечном растворе также будут одинаковыми: $m(FeCl_3)_{\text{оставш.}} = m(CuCl_2)$

Найдем массу хлорида железа (III) в растворе:

$$m(FeCl_3) = 230 \text{ г} \cdot 0,1 = 23 \text{ г.}$$

Пусть масса прореагировавшего хлорида железа (III) равна (х) г, тогда в конечном растворе масса ($FeCl_3$) будет равна: $(23 - x)$ г.

Количество прореагировавшего ($FeCl_3$) = $(x / 162,5)$ моль.

По уравнению реакции количество прореагировавшего хлорида железа (III) относится к количеству образовавшейся соли меди (II) как 2:1, следовательно, количество образовавшейся соли меди (II) в два раза меньше, т.е. $(x / 325)$ моль. Масса хлорида меди (II) равна $0,415x$ (г).

Составляем уравнение:

$$23 - x = 0,415x, \quad x = 16,25 \text{ (это масса прореагировавшего хлорида железа (III))},$$

$$n(FeCl_3)_{\text{прореаг.}} = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению, количество вступившей в реакцию меди относится к количеству прореагировавшего хлорида железа (II) как 1:2, количество прореагировавшей меди в два раза меньше, т.е. 0,05 моль; масса прореагировавшей меди равна $0,05 \cdot 64 = 3,2$ г.

Масса пластинки после реакции составляет: $18,2 \text{ г} - 3,2 \text{ г} = 15 \text{ г.}$

2) В конечном растворе будут находиться: $FeCl_3$ (оставшаяся после реакции), $FeCl_2$ и $CuCl_2$.

$$m(FeCl_3) = m(CuCl_2) = 23 - 16,25 = 6,75 \text{ (г)} \text{ (по условию)}$$

$$n(FeCl_3) : n(FeCl_2) = 1:1, \quad n(FeCl_2) = 0,1 \text{ моль,} \quad m(FeCl_2) = 0,1 \cdot 127 = 12,7 \text{ (г).}$$

Масса конечного раствора увеличивается за счет массы перешедшей в раствор меди:

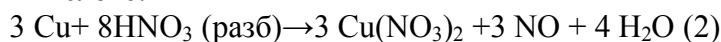
$$m(p\text{-ра}) = 230 + 3,2 = 233,2 \text{ (г).}$$

Найдем массовые доли всех солей:

$$w(\text{FeCl}_3)_{\text{оставш.}} = w(\text{CuCl}_2) = 6,75/233,2 = 0,029 = 2,9\%$$

$$w(\text{FeCl}_2) = 12,7/233,2 = 5,45\%.$$

3) Составим уравнение реакции растворения медной пластинки в разбавленной азотной кислоте:



$$n(\text{Cu}) = 18,2/64 = 0,284 \text{ моль}$$

Количество азотной кислоты составляет 0,757 моль.

Масса азотной кислоты составляет 47,691 г. Масса раствора азотной кислоты составляет 953,8 г. Объем раствора составляет 929,65 мл.

4) Масса пластинки после погружения в раствор хлорида железа (II) изменяться не будет, так как медь стоит правее в электрохимическом ряду металлов и не вытесняет железо из растворов. Другие окислительно-восстановительные процессы так же не возможны.

Разбалловка

Уравнения реакций (1) и (2)	2*1 б. = 2 б.
Расчет количества (массы) прореагировавшего FeCl_3	2 б.
Нахождение массы пластинки после реакции	1 б.
Расчет массовых долей всех солей	2 б.
Расчет объема азотной кислоты	1 б.
Объяснение изменения массы пластинки в растворе FeCl_3	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9 – 5

В фиолетовый цвет окрашивают пламя соли калия.

$$\text{Мольное соотношение серы и кислорода в соединении } n(S) : n(O) = \frac{13,5}{32} : \frac{67,5}{16} = 1 : 10$$

Вещество содержит анионы SO_4^{2-} , так как образуется осадок при реакции с BaCl_2 , в котором

$$n(S) : n(O) = 1 : 4, \text{ т.е. остальной кислород входит в состав кристаллизационной воды } 6\text{H}_2\text{O}.$$

Масса сульфат-аниона и кристаллизационной воды ($\text{SO}_4^{2-} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) в 1 моль вещества X составляет $96 + 108 = 204$ г/моль.

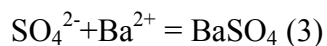
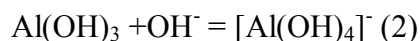
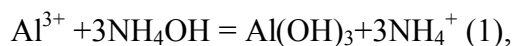
$$\text{Массовая доля водорода } w(H) = \frac{13,5}{32} \cdot 12 = 5,06\%$$

Массовая доля сульфат-аниона и кристаллизационной воды в соединении X равна $13,5 + 67,5 + 5,06 = 86,06\%$. Тогда молярная масса соединения $204/0,8606 = 237$ г/моль

Если считать, что нет других анионов кроме сульфата, масса катионов в 1 моль X должна составлять $237 - 204 = 33$ г/моль < 39 г/моль (A(K)).

Найденное мольное соотношение $n(S) : n(O) : n(H) = 1 : 10 : 12$ сохраняется при удвоении количеств элементов $2 : 20 : 24$ ($(\text{SO}_4^{2-})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). Тогда молярная масса $237 \cdot 2 = 474$ г/моль, масса катионов $474 - 408 = 66$ г/моль. Из них один калий, второй имеет атомную массу $66 - 39 = 27$ г/моль, т.е. это Al

Вывод согласуется с данными задачи:



Ответ: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Разбалловка

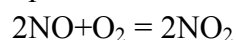
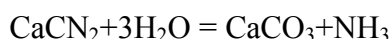
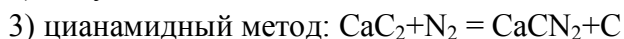
Вывод о наличии ионов калия	0,5 б.
Вывод о наличии сульфат-ионов	0,5 б.
Вывод о наличии кристаллизационной воды и расчет	1 б.
Расчет молекулярной массы соли	2 б.
Нахождение алюминия, как второго катиона	3 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	1*3 = 3б.
ИТОГО	10 б.

2.1.2. Задания 10 класса

Задача № 10 – 1

Методы связывания атмосферного азота:

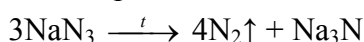
1) биохимический метод: основан на деятельности клубеньковых бактерий. При этом азот связывается в виде солей аммония.



Возможны другие варианты.

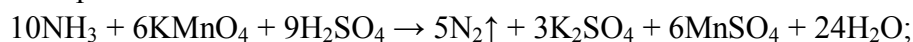
Методы получения молекулярного азота:

1) Термическое разложение азиды натрия:

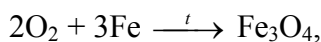


(иногда предлагается сомнительная схема $2\text{NaN}_3 \xrightarrow{t} 3\text{N}_2\uparrow + 2\text{Na}$);

2) Окисление водного раствора аммиака водным раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой:



3) Получение азота пропусканием воздуха через раскалённые железные опилки сводится к связыванию кислорода воздуха в смешанный оксид железа:



что приводит к получению на выходе азота;

4) Окисление хлорида гидразина (солянокислого гидразина) пероксидом водорода:



5) Окисление хлорида гидроксилamina (солянокислого гидроксилamina) хлором:



Исходя из приведённых уравнений реакций, можно прийти к заключению, что наиболее чистый азот получается (1) и (3) способами, так как в остальных случаях азот будет содержать пары воды, а в случаях (4) и (5) следы хлороводородной кислоты. Однако

чистота азота, получаемого способом (3), во многом зависит от чистоты используемого воздуха. Таким образом, наиболее подходящим является способ (1).

Разбалловка

Указание способов связывания азота (уравнения реакций, получаемый продукт) (По 1 баллу за способ, не более 3 баллов)	3*1 б = 3 б.
Составление уравнений реакций (1) – (5)	5*1б. = 5 б.
выбор способа, позволяющего получить наиболее чистый азот	2 б.
ИТОГО	10 б.

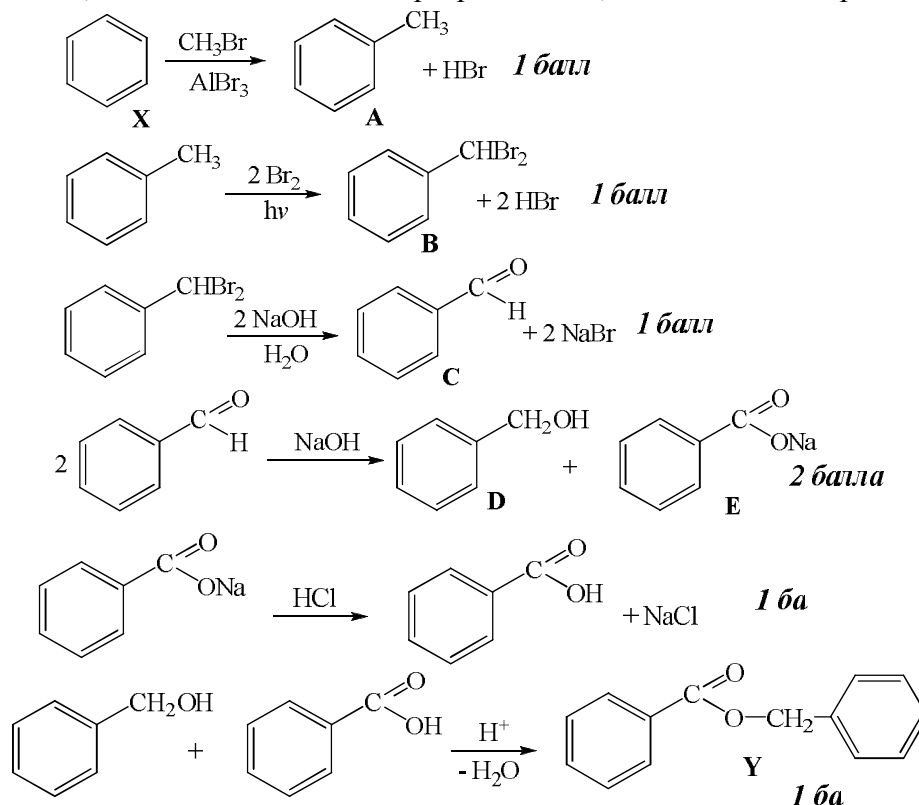
Задача № 10 – 2

Углеводород **X** – вероятно, бензол. Это подтверждается данными о составе:

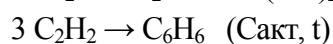
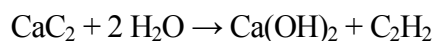
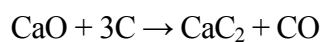
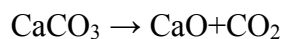
$$C : H = 92,3/12 : 7,7/1 = 1 : 1.$$

Простейшая формула CH . Этой формуле удовлетворяют только ацетилен, бензол, стирол и дифенилэтан

Однако, исходя из дальнейших превращений **X**, однозначно выбираем бензол **1 балл**.



Получение бензола из карбоната кальция:

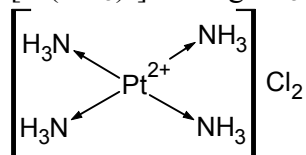
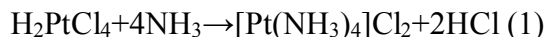


2 балла

ИТОГО: 10 баллов

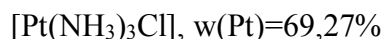
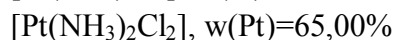
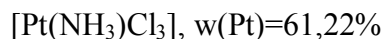
Задача № 10 – 3

1. При действии аммиака на H_2PtCl_4 образуется комплексная соль, в которой хлорид-ионы находятся во внешней сфере, поэтому возможна реакция с AgNO_3 :

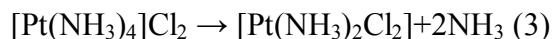


Хлорид тетрахлороплатины (II) [1]

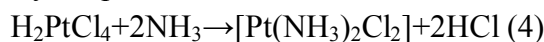
Раствор хлорида второго основания не дает осадка с AgNO_3 , следовательно хлорид ионы входят во внутреннюю сферу. Перечислим варианты соединений, зная их качественный состав: Pt, NH_3 и Cl:



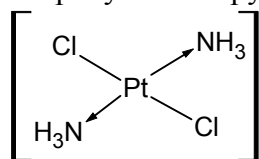
Следовательно, интересующая нас соль это $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$



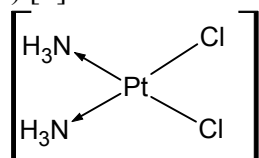
Соль Пейроне является геометрическим изомером одного из оснований Рейзе. Хлорид первого основания изомеров не имеет, следовательно Соль Пейроне измерна хлориду второго основания.



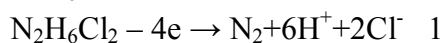
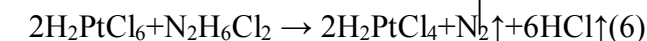
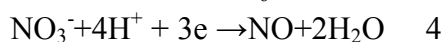
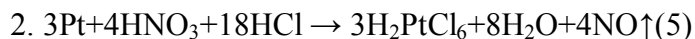
Нарисуем их структурные формулы:



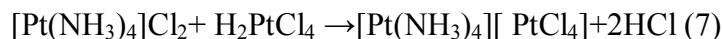
транс-дихлородиаминплатина (II) (хлорид второго основания Рейзе) [2]



цис-дихлородиаминплатина (II) (Соль Пейроне) [3]



3. Хлорид первого основания является солью. При действии кислоты на раствор соли возможно замещение аниона соли на анион кислоты:



$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$, $w(\text{Pt})=65,00\%$, Тетрахлороплатинат (II) тетраамминплатины(II). [4]

Разбалловка

Уравнения реакций (1) – (4)	0,5 б.*4 = 2 б.
Структурные формулы соединений [1] – [3]	0,5б.*3 =1,5 б.
Названия соединений [1] – [3]	0,5б.*3 =1,5 б.
Уравнения реакций (5) – (7)	1 б.*3=3б.
Название и формула соединения [4]	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10 – 4

Медь, находящаяся в ряду активности после железа, не сможет вытеснить его из раствора; металлическая медь восстанавливает ионы Fe^{3+} в ионы Fe^{2+} . Уравнение реакции:



1). По условию задачи $w(\text{FeCl}_3)_{\text{оставш.}} = w(\text{CuCl}_2)$, следовательно, их массы в конечном растворе также будут одинаковыми: $m(\text{FeCl}_3)_{\text{оставш.}} = m(\text{CuCl}_2)$

Найдем массу хлорида железа (III) в растворе:

$$m(\text{FeCl}_3) = 230 \text{ г} \cdot 0,1 = 23 \text{ г.}$$

Пусть масса прореагировавшего хлорида железа (III) равна (x) г, тогда в конечном растворе масса (FeCl_3) будет равна: (23-x) г.

Количество прореагировавшего (FeCl_3) = (x/162,5) моль.

По уравнению реакции количество прореагировавшего хлорида железа (III) относится к количеству образовавшейся соли меди (II) как 2:1, следовательно, количество образовавшейся соли меди (II) в два раза меньше, т.е. (x/325) моль. Масса хлорида меди (II) равна 0,415x (г).

Составляем уравнение:

$$23 - x = 0,415x, \quad x = 16,25 \text{ (это масса прореагировавшего хлорида железа (III))},$$

$$n(\text{FeCl}_3)_{\text{прореаг.}} = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению, количество вступившей в реакцию меди относится к количеству прореагировавшего хлорида железа (II) как 1:2, количество прореагировавшей меди в два раза меньше, т.е. 0,05 моль; масса прореагировавшей меди равна $0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ г.}$

Масса пластинки после реакции составляет: 18,2 г - 3,2 г = **15 г.**

2) В конечном растворе будут находиться: FeCl_3 (оставшаяся после реакции), FeCl_2 и CuCl_2 .

$$m(\text{FeCl}_3) = m(\text{CuCl}_2) = 23 - 16,25 = 6,75 \text{ (г)} \text{ (по условию)}$$

$$n(\text{FeCl}_3) : n(\text{FeCl}_2) = 1:1, \quad n(\text{FeCl}_2) = 0,1 \text{ моль,} \quad m(\text{FeCl}_2) = 0,1 \cdot 127 = 12,7 \text{ (г).}$$

Масса конечного раствора увеличивается за счет массы перешедшей в раствор меди:

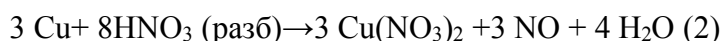
$$m(\text{р-ра}) = 230 + 3,2 = 233,2 \text{ (г).}$$

Найдем массовые доли всех солей:

$$w(\text{FeCl}_3)_{\text{оставш.}} = w(\text{CuCl}_2) = 6,75 / 233,2 = 0,029 = \mathbf{2,9\%}$$

$$w(\text{FeCl}_2) = 12,7 / 233,2 = \mathbf{5,45\%}.$$

3) Составим уравнение реакции растворения медной пластинки в разбавленной азотной кислоте:



$$n(\text{Cu}) = 18,2/64 = 0,284 \text{ моль}$$

Количество азотной кислоты составляет 0,757 моль.

Масса азотной кислоты составляет 47,691 г. Масса раствора азотной кислоты составляет 953,8 г. Объем раствора составляет 929,65 мл.

4) Масса пластинки после погружения в раствор хлорида железа (II) изменяться не будет, так как медь стоит правее в электрохимическом ряду металлов и не вытесняет железо из растворов. Другие окислительно-восстановительные процессы так же не возможны.

Разбалловка

Уравнения реакций (1) и (2)	2*1 б. = 2 б.
Расчет количества (массы) прореагировавшего FeCl_3	2 б.
Нахождение массы пластинки после реакции	1 б.
Расчет массовых долей всех солей	2 б.
Расчет объема азотной кислоты	1 б.
Объяснение изменения массы пластинки в растворе FeCl_3	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10 – 5

A. Соединение с молекулярной массой 62, которое, судя по продуктам сгорания, может быть образовано только образованное углеродом, водородом и кислородом будет иметь формулу: $\text{C}_n\text{H}_m\text{O}_k$.

1 балл

B. Если $k = 0$, то при любых m не существует углеводорода, удовлетворяющего требованию по молярной массе

1 балл

C. Если $k = 1$, то на углерод и водород приходится $62 - 16 = 48$ – нет такого углеводорода

1 балл

D. Если $k = 2$, то $62 - 32 = 30$ $n = 2$, $m = 6$ – получаем соединение $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$, для которого известна устойчивая форма

HO-CH₂-CH₂-OH–этиленгликоль

2 балла

E. Это соединение может ступать в поликонденсацию, включая циклическую, образуя продукты общей формулы:

$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$

2 балла

F. Комплекс краун-эфира с хлоридом калия будет иметь формулу: $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n \text{KCl}$

1 балл

G. Расчет состава комплекса:

$$39/(44*n+39+35,5) = 0.1152, \text{ откуда } n = 6$$

2 балла

ИТОГО: 10 баллов

2.1.3. Задания 11 класса**Задача № 11 – 1**

1. Определение массы воды и утверждение о том, что соль Шевреля – гидрат: $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,867 \cdot 0,093 = 0,36 \text{ г}$ (0,02 моль)

масса безводной соли $3,867 - 0,36 = 3,507 \text{ г}$

1 балл

2. Кирпично-красный осадок – ацетиленид меди (I). Вероятно, в составе соли есть медь (I).

Масса меди в нем - $1,51 \cdot 0,8415 = 1,27 \text{ г}$

1 балл

3. 1,27 г меди в ацетилениде меди составляет 0,02 моль.

Медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ из той же навески соли получается $7,5/250 = 0,03$ моль.

Очевидно, в состав соли входит еще и медь (II).

По-видимому, молярное соотношение $\text{Cu(I)}:\text{Cu(II)} - 2:1$

1 балл

4. Установление отсутствия сульфатов в аммиачном растворе соли после образования ацетиленида и подкисления (нет осадка с хлоридом бария)

1 балл

5. Тогда единственный возможный анион соли – сульфит (вводимый при синтезе). В этом случае при взаимодействии соли с кислотой может выделяться оксид серы (IV). Этот газ обесцвечивает раствор перманганата калия. Однако следует учесть, что концентрированная серная кислота также способна восстановиться этого газа при окислении меди (I).

Количество вещества выделившегося оксида серы:

$0,672/22,4 = 0,03$ моль

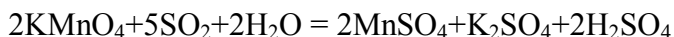
1 балл

6. Установление формулы соли по соотношению количеств веществ компонентов, ее название:

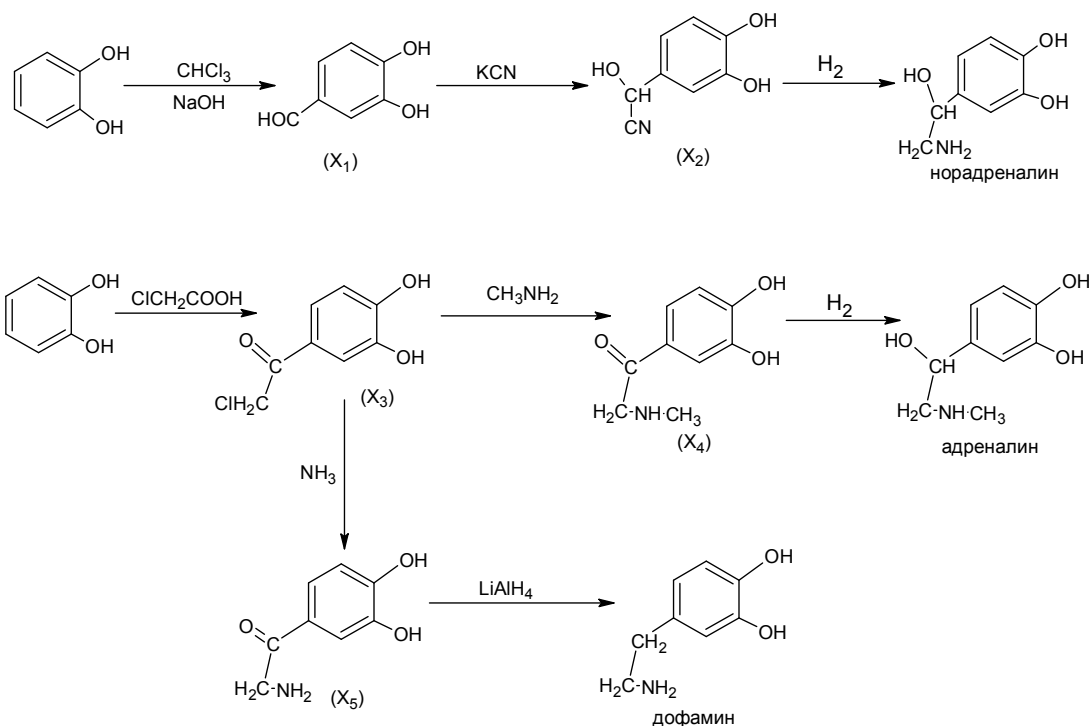
$\text{Cu}_2\text{SO}_3 \square \text{CuSO}_3 \square 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Cu}_2\text{O} \square \text{CuO} \square 2\text{SO}_2 \square 2\text{H}_2\text{O}$) - дигидрат сульфита меди (I) – меди (II).

2 балла

Уравнения:

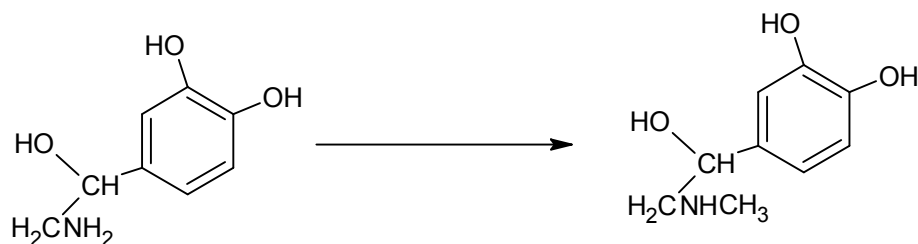
**3 балла****ИТОГО: 10 баллов**

Задача № 11 – 2

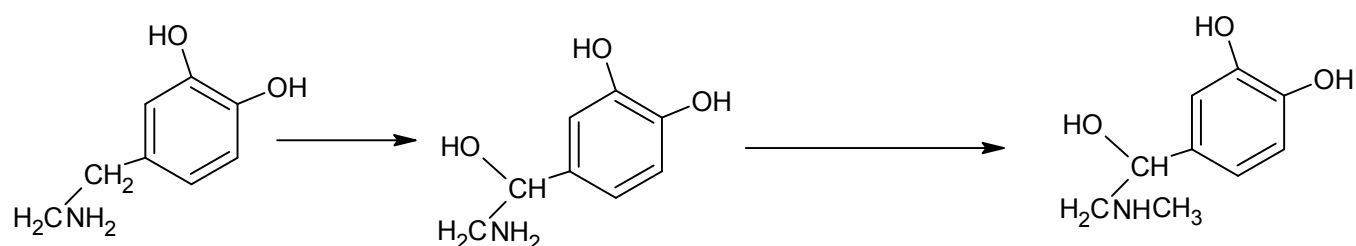


Биологическая роль: Адреналин вырабатывается в стрессовых ситуациях (ощущение опасности, болевой шок, страх) и вызывает сужение кровеносных сосудов организма, но расширяет сосуды головного мозга. Адреналин повышает артериальное давление и стимулирует нервную систему. Гормон активизирует обмен веществ, повышает уровень сахара в крови, таким образом, подготавливая организм к встрече с неблагоприятным фактором.

Для получения адреналина из норадреналина необходимо метилирование предшественника по азоту:



В случае дофамина требуется две стадии: окисление до норадреналина и метилирование:



Разбалловка

Определение строения X ₁ – X ₅	5*1 = 5 б.
Определение строения адреналина и предшественников	3*1 = 3 б.
Биологическая роль	1 б.
Превращения предшественников	2*0,5 = 1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11 – 3

Уравнения процессов:

Катод: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$ (восстановление меди)

Анод: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ (Окисление воды)

Суммарно: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$

2 балла

В 1 тонне медного купороса $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ содержится $10^6/250 = 4 \times 10^3$ моль меди или $4 \times 10^3 \times 63,5 = 254000 \text{ г} = 254 \text{ кг}$

2 балл.

Однако, согласно закону Фарадея потребуется $t = m \times n \times F / (M \times I) = 244,7$ лет

2 балла

Разумеется, если бы число Фарадея было поменьше, Федор бы управился гораздо быстрее, чем за 244,7 лет, которые понадобятся ему и его потомкам, чтобы выделить всю медь на катоде.

2 балла

На аноде при этом идет процесс окисления воды, в результате чего в ванной останется крепкий раствор серной кислоты

2 балла.

ИТОГО: 10 баллов.

Задача № 11 – 4

1. Найдем количества образовавшихся веществ:

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = m/M = 46 \text{ г} / 138 \text{ г/моль} = 0,333 \text{ моль}$$

$$n(\text{KHCO}_3) = m/M = 66,7 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,667 \text{ моль}$$

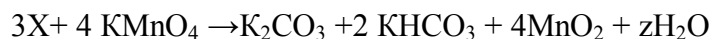
$$n(\text{MnO}_2) = m/M = 116 \text{ г} / 87 \text{ г/моль} = 1,333 \text{ моль}.$$

С учетом того, что в реакцию вступило 1 моль органического вещества X, находим:

$$n(\text{X}): n(\text{K}_2\text{CO}_3): n(\text{KHCO}_3): n(\text{MnO}_2) = 1: 0,333: 0,667: 1,333 \quad /0,333$$

$$n(\text{X}): n(\text{K}_2\text{CO}_3): n(\text{KHCO}_3): n(\text{MnO}_2) = 3: 1: 2: 4$$

Составляем уравнение реакции:



Из этого уравнения следует, что вещество содержит 1 атом углерода. Пусть его молекулярная формула CH_xO_y

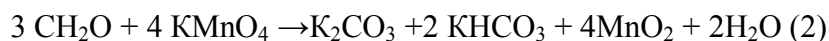
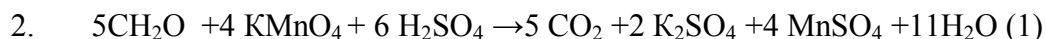
Подсчитаем число атомов водорода и кислорода в обеих частях уравнения:

$$(\text{O}) \quad 3y + 16 = 3 + 6 + 8 + z$$

$$(\text{H}) \quad 3x = 2 + 2z$$

Решая эту систему, получаем:

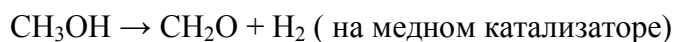
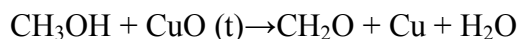
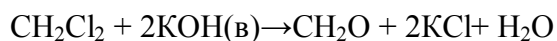
$$x = 2y \quad \text{При } y = 1, \quad x = 2, \text{ что соответствует формуле формальдегида: } \text{CH}_2\text{O}.$$



$$3. \quad n(\text{CH}_2\text{O}) = N/N_a = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 0,166 \cdot 10^{-23} \quad \overset{25}{\text{моль}}$$

$$m(\text{CH}_2\text{O}) = M \cdot n = 0,166 \cdot 10^{-23} \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль} = 4,98 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

4. Возможны реакции:



Каталитическое окисление метана.

5. Находим количество вещества формальдегида:

$$n(\text{CH}_2\text{O}) = m/M = 3 \text{ г} / 30 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению (1) составим соотношение между количеством вещества формальдегида и углекислым газом:

$$n(\text{CH}_2\text{O}) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1, \quad n(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона найдем объем углекислого газа при заданных условиях:

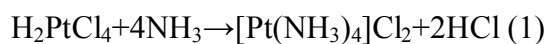
$$PV = nRT \quad V = nRT/P \quad V = 2,5 \text{ л.}$$

Разбалловка

Определение вещества которое окислили (с расчетом)	4 б.
Уравнения реакций (1) и (2)	1*2 б. = 2 б.
Расчет массы одной молекулы	1 б.
Уравнения получения формальдегида	2*1 б. = 2 б.
Расчет объема выделившегося CO ₂	1 б.
ИТОГО	10 б.

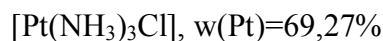
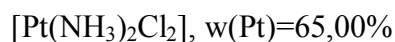
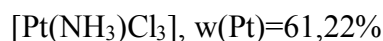
Задача № 11 – 5

1. При действии аммиака на H₂PtCl₄ образуется комплексная соль, в которой хлорид-ионы находятся во внешней сфере, поэтому возможна реакция с AgNO₃:

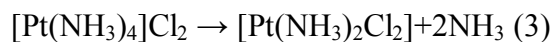




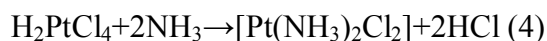
Раствор хлорида второго основания не дает осадка с AgNO_3 , следовательно хлорид ионы входят во внутреннюю сферу. Перечислим варианты соединений, зная их качественный состав: Pt, NH_3 и Cl:



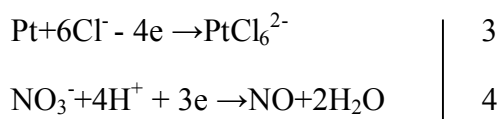
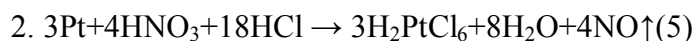
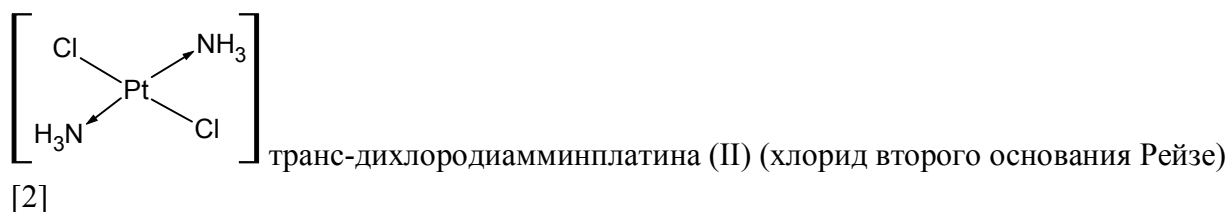
Следовательно, интересующая нас соль это $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

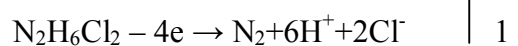
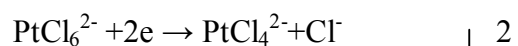
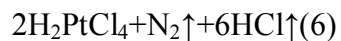


Соль Пейроне является геометрическим изомером одного из оснований Рейзе. Хлорид первого основания изомеров не имеет, следовательно Соль Пейроне измерна хлориду второго основания.

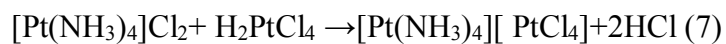


Нарисуем их структурные формулы:





3. Хлорид первого основания является солью. При действии кислоты на раствор соли возможно замещение аниона соли на анион кислоты:



$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$, $w(\text{Pt})=65,00\%$, Тетрахлороплатинат (II) тетраамминплатины(II). [4]

Разбалловка

Уравнения реакций (1) – (4)	0,5 б.*4 = 2 б.
Структурные формулы соединений [1] – [3]	0,5 б.*3 = 1,5 б.
Названия соединений [1] – [3]	0,5 б.*3 = 1,5 б.
Уравнения реакций (5) – (7)	1 б.*3 = 3 б.
Название и формула соединения [4]	2 б.
ИТОГО	10 б.

2.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура

2.2.1. Задание 9 класса

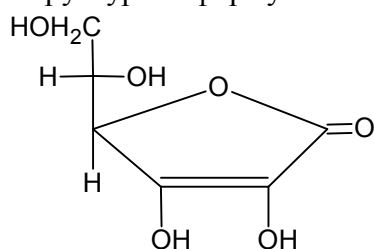
Разбалловка:

$2\text{NaVO}_3 + \text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{VOSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$	2 балла
$2\text{VOSO}_4 + \text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{V}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балла
$\text{V}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Zn} = 2\text{VSO}_4 + \text{ZnSO}_4$	2 балла
$\text{VOSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{VO}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{V}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{V}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{VSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{V}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{VO}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{VOSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{VO}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{VO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$2\text{V}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{V}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{V}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{реакция не идет}$	1 балл
$\text{V}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{VSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{V}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} = \text{реакция не идет}$	1 балл
$\text{V(V)} \text{ HVO}_3$ – амфотерные свойства с сильным преобладанием кислотных	2 балла
$\text{V(IV)} \text{ VO}(\text{OH})_2$ – амфотерные свойства с преобладанием основных	1 балл
$\text{V(III)} \text{ V}(\text{OH})_3$ – основные свойства	1 балл
$\text{V(II)} \text{ V}(\text{OH})_2$ – основные свойства	1 балл
ИТОГО	20 баллов

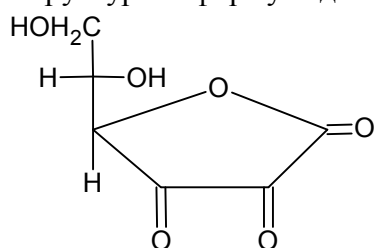
2.2.2. Задание 10 класса

Разбалловка

Структурная формула аскорбиновой кислоты – 3 балла



Структурная формула дегидроаскорбиновой кислоты – 3 балла



Уравнение реакции $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ – 2 балла

Указание на синюю окраску комплекса иода с крахмалом – 1 балл

Формула для расчета содержания аскорбиновой кислоты – 3 балла

x – концентрация аскорбиновой кислоты в анализируемом напитке, мг/л

$C_{Na_2S_2O_3}$ – концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/л

V – объем раствора, пошедшего на титрование напитка, мл

V_0 – объем раствора, пошедшего на титрование контрольного опыта, мл

$V_{ал}$ – объем аликвоты (анализируемого напитка взятого для анализа), мл

Результат – максимум 6 баллов (при расхождении результата с истинным не более 3%), далее 4 балла (5%), 2 балла (10%).

Техника выполнения эксперимента – 2 балла

ИТОГО: 20 баллов

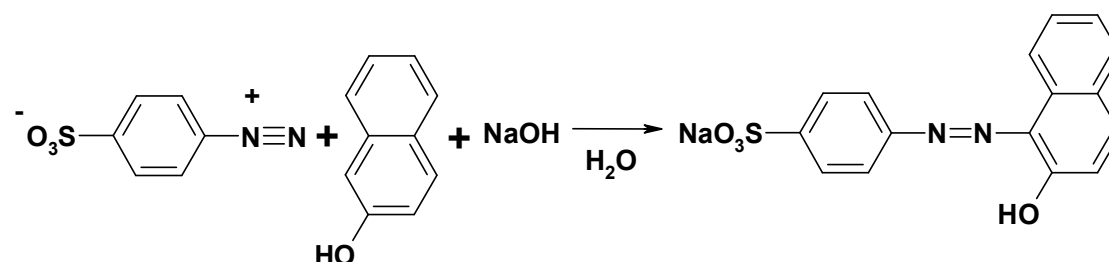
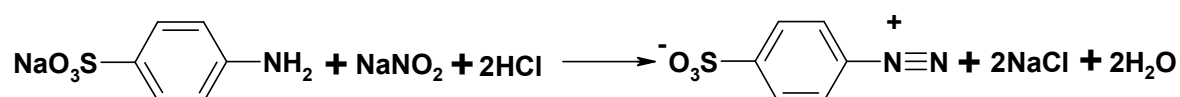
2.2.3. Задание 11 класса

1. **Расчет выхода продукта – 1 балл;**

2. **Описание реакции – 2 балла;**

Взаимодействие диазосоединений с ароматическими аминами и фенолами, сопровождающееся образованием веществ, содержащих азогруппу $-N=N-$, связанную с двумя ароматическими радикалами, называют азосочетанием. Диазосоединения получили название диазосоставляющей азосочетания, а амины или фенолы – азосоставляющей.

3. **Уравнения проведенной реакции – 2 балла;**



4. **Названия полученного продукта – 2 балла;**

4-[2-(2-гидрокси-1-нафтил)дiazенил]бензосульфат натрия

β-нафтоловый оранжевый

Кислотный Оранжевый II

Персидский оранжевый и т.д.

5. **Влияние pH среды – 2 балла;**

а) Реакцию диазотирования проводят в сильно кислой среде. Кислота необходима, во-первых, для выделения азотистой кислоты из нитритов, во-вторых, для получения активного нитрозирующего агента, в-третьих, для предотвращения побочных реакций.

б) В зависимости от природы азосоставляющего компонента создают слабокислую среду для аминопроизводных и слабощелочную для соединений, содержащих гидроксид-, карбокси-, и сульфогруппы. Этот прием необходим, чтобы перевести азокомпонент в раствор и, таким образом, провести сочетание в гомогенных условиях.

6. **Определение качества красителя – 2 балла;**

Качество красителя может быть определено УФ-видимой спектроскопией (в водном растворе у β-нафтолового оранжевого $I_{max} = 487 \text{ нм.}$)

7. Экспериментальная часть:

1. Техника взвешивания (умение пользоваться весами) – **1 балл**;
2. умение пользоваться мерной посудой – **2 балла**;
3. умение пользоваться термометром – **1 балл**;
4. техника фильтрования под вакуумом – **2 балла**;
5. Оценка проведенной работы:
 - а) полученный выход и качество продукта – **1 балл**;
 - б) темп работы – **1 балл**;
 - в) оформление результатов проведенной работы - **1 балл**.

Итого

20 баллов.**3. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА**

Для проведения тренировочного тура олимпиады использовали задания прошлых лет

3.1 Задания итогового тура**3.1.1 Задания 9 класса****Задача № 9-1**

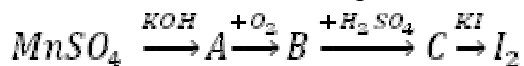
В 11,2 л газа (н.у.), являющегося простым веществом, находится $7,224 \cdot 10^{24}$ протонов. Установите формулу газа. Как он называется? Напишите уравнение реакции получения этого газа, укажите условия.

Задача № 9-2

Приведите все возможные уравнения реакции азотной кислоты с цинком, расположив их в порядке уменьшения концентрации окислителя.

Задача № 9-3

Для определения растворенного кислорода в воде широко используют метод, основанный на реакции кислорода со свежесажженным гидроксидом марганца (II), с последующим определением образовавшихся соединений марганца иодометрическим методом. Последовательность реакций можно изобразить в виде схемы:



Выделившийся в результате реакций иод определяют титрованием тиосульфатом натрия.

1. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при выполнении определения.
2. Определите растворимость кислорода воздуха в дистиллированной воде (мг/л) при температуре 30°C и нормальном давлении, если растворимость воздуха при 20°C и нормальном давлении равна 22,6 мг/л (объемная доля кислорода в воздухе 20%).

3. Какой минимальный объем раствора KI (15%-ный раствор) следует ввести в анализируемый образец воды (250 мл), соответствующий условиям задания 2, для точного определения растворенного кислорода предложенным методом.

Задача № 9-4

В состав сплава входят алюминий, кремний, медь и цинк. При действии на 1 г сплава соляной кислоты получается 843 мл водорода (н.у.) и 170 мг нерастворившегося остатка. При обработке сплава массой 500 мг раствором NaOH получается 517 мл водорода (н.у.) и нерастворившийся остаток.

Напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов сплава с соляной кислотой и раствором NaOH. Определите состав сплава (содержание компонентов сплава укажите в массовых процентах).

Задача № 9-5

Для количественного определения пероксида водорода в аналитической химии можно использовать реакцию окисления пероксида перманганатом калия в кислой среде. Какое из приведенных уравнений правильно описывает указанную реакцию?

- а) $2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
- б) $6\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{MnSO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} + 8\text{O}_2$
- в) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$

Напишите уравнения реакций окисления пероксида водорода перманганатом калия в нейтральной и щелочной средах

Какие побочные процессы могут протекать в указанных системах?

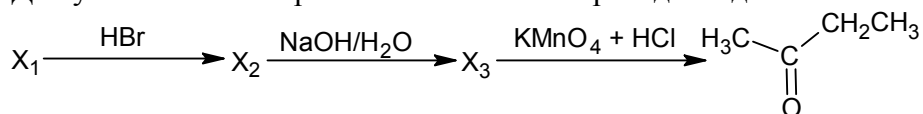
3.1.2. Задания 10 класса

Задача № 10-1

Приготовлена смесь алкена и алкина, содержащих одинаковое число атомов углерода. При обработке 15,5 г смеси аммиачным раствором серебра образуется 16,1 грамм осадка.

Другая порция смеси, той же массой, присоединяет 59,2 грамм брома.

Для установления строения алкена были проведены дополнительные исследования:



1. определите массовые доли углеводородов в смеси.
2. определите строение углеводородов, входящих в смесь. Дайте им названия.

Задача № 10-2

С древнейших времен человечество использовало минеральные краски – сначала те, которые можно было найти в окружающей природе, затем синтетические. Красные, желтые, белые, коричневые краски не были редкостью, но особенно много известно зеленых красителей.

Один из самых красивых зеленых красителей - зелень Гинье, изумрудная зелень — представляет собой тригидрат оксида хрома(III).

Дегидратация при температурах до 200 °С не влияет на цвет пигмента, при более высоких температурах пигмент теряет остаток воды с образованием безводного оксида хрома оливково-зеленого цвета.

Производится две разновидности пигмента:

1 - аморфная изумрудная зелень с относительно крупными частицами размером 1-10 мкм, которая применяется для изготовления полиграфических и художественных красок для работы по белой подложке или грунту. Её получают прокаливанием при 550—600 °С смеси дихромата калия и борной кислоты с последующим выщелачиванием плава водой, сушкой и размолот остатка.

2 - кристаллическая мелкодисперсная изумрудная зелень, которая применяется для изготовления покровных красок и эмалей. Её получают восстановлением водного раствора дихромата калия водородом при 300 °С и 200—350 МПа.

Напишите формулу изумрудной зелени.

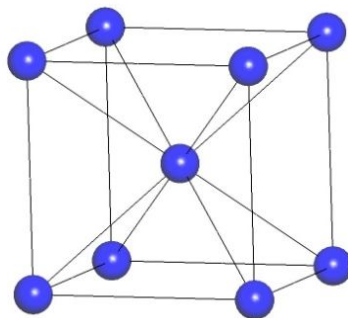
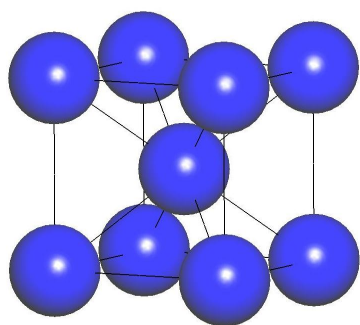
Напишите уравнения реакций дегидратации зелени Гинье и получения двух разновидностей пигмента. Где необходимо, расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Какое вещество, кроме оксида хрома, будет в значительных количествах содержаться в аморфном пигменте? Если дихромат калия и борная кислота взяты в соотношении 27:1 по массе, каково будет процентное содержание этого дополнительного вещества в готовом продукте?

Назовите две других известных Вам минеральных краски, их цвета и приведите их химический и/или минеральный состав.

Задача № 10-3

Натрий кристаллизуется в структурном типе α -Fe (кубическая объемноцентрированная элементарная ячейка) (см. рис.). Плотность натрия составляет 0.968 г/см³. Выведите формулу, связывающую плотность вещества (в г/см³) и объем элементарной ячейки (в Å³) и определите атомный радиус натрия (атомный радиус – половина кратчайшего межатомного расстояния в структуре простого вещества). Необходимо учесть, что объем элементарной ячейки равен сумме объемов атомов, находящихся в этой ячейки, при этом атомы находящиеся в вершинах ячейки принадлежит ей не полностью т.к. являются общими для соседних ячеек).

Замечание: на рисунках представлены две модели: в первой атомы представлены в виде точек, во второй в виде шариков. Реальным кристаллам отвечает вторая модель.



Задача № 10-4

Гидроксид неизвестного металла смешали с раствором соединения калия.

В полученном растворе единственным катионом является K^+ . В части раствора объемом 50 мл калий осадил в виде K_2PtCl_6 . Масса получившегося осадка равна 1,48 граммам.

Другую часть раствора объемом 100 мл обработали 50 мл концентрированной соляной кислоты. Для осаждения образовавшегося катиона X^{n+} потребовалось 40 мл Na_3PO_4 концентрацией 0,1 моль/л, при этом образовалось 0,49 г осадка.

1. Определите состав образующегося при смешении растворов соединения. Назовите это соединение.

2. Какие еще соединения могут образовываться в полученном растворе

Задача № 10-5

Соль X получают следующим способом: через колонку, заполненную твердым гидрокарбонатом натрия, пропускают SO_2 до тех пор, пока газ не перестанет поглощаться. Содержимое колонки высыпают и прокаливают. Прокаливание заканчивают, когда растворенная соль начнет давать с $AgNO_3$ чисто белый осадок.

Полученная соль X при хранении на воздухе поглощает кислород и выделяет сернистый ангидрид. При нагревании раствора соли выше $65^\circ C$ раствор выделяет SO_2 .

1. Напишите уравнения реакций получения соли X
2. Напишите реакцию взаимодействия раствора соли X с раствором $AgNO_3$
3. Напишите уравнения реакций протекающих при хранении соли и нагревании раствора.

4. Известно, что раствор соли X растворяет серу. Напишите уравнение реакции.

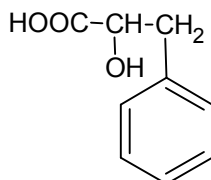
5. Как называется соль X? Почему она носит такое название? Приведите примеры известных вам солей, подобных соли X.

3.1.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1

Каждое органическое соединение можно получить из некоторого небольшого числа исходных органических соединений.

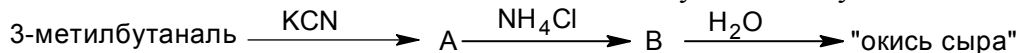
Используя лишь метан и неорганические вещества получите соединение представленное на рисунке:



Задача № 11-2

Жозеф Луи Пруст из испорченного сыра выделил прозрачное кристаллическое вещество, которое он назвал «окисью сыра» (способ 1).

Позднее это же вещество было получено искусственным путем (способ 2):



1. Напишите формулу и назовите по номенклатуре ИЮПАК «окись сыра». К какому классу соединений она относится?
2. Воспроизведите современный метод получения «окиси сыра».
3. Чем «окись сыра» полученная способом 1 отличается от полученной способом 2?
4. «Окись сыра» обладает амфотерными свойствами. Какие равновесия устанавливаются в её водном растворе?
5. Какие соединения могут получиться при нагревании «окиси сыра»?

Задача №11-3

Гидроксид неизвестного металла смешали с раствором соединения калия.

В полученном растворе единственным катионом является K^+ . В части раствора объемом 50 мл калий осадили в виде K_2PtCl_6 . Масса полученного осадка равна 1,48 граммам.

Другую часть раствора объемом 100 мл обработали 50 мл концентрированной соляной кислоты. Для осаждения образовавшегося катиона X^{n+} потребовалось 40 мл Na_3PO_4 концентрацией 0,1 моль/л, при этом образовалось 0,49 г осадка.

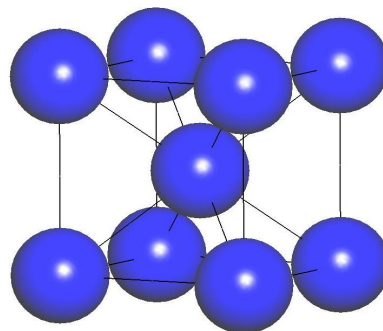
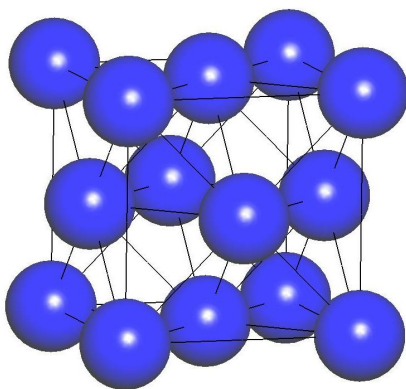
1. Определите состав образующегося при смешении растворов соединения. Назовите это соединение.

2. Какие еще соединения могут образовываться в полученном растворе

Задача № 11-4

В классической кристаллохимии структура кристалла рассматривается как трехмерно-периодическая упаковка "жестких" шаров-атомов. Любая упаковка характеризуется коэффициентом упаковки, равным отношению объема пространства, заключенного внутри соприкасающихся шаров, содержащихся в одной элементарной ячейке к объему этой элементарной ячейки. Другими словами, коэффициент упаковки показывает, какая доля кристаллического пространства занята атомами-шарами.

Многие металлы кристаллизуются в объемноцентрированной кубической (ОЦК) или гранецентрированной кубической (ГЦК) решетках (рис.). Определите плотность упаковки для ОЦК и ГЦК решеток. Как, по Вашему мнению, меняется структура металла при повышении давления: ОЦК→ГЦК или ГЦК→ОЦК? Для определения плотности упаковки следует выразить объем элементарной ячейки через радиус атома. При вычислении суммарного объема атомов, находящихся в ячейке, необходимо учесть, что только атом, лежащий внутри ячейки, принадлежит ей полностью, атомы же, лежащие в вершинах и на гранях, являются общими с соседними ячейками. Также следует помнить, что радиус атома-шара равен половине кратчайшего межатомного расстояния.

**Задача №11-5**

Рассчитайте количества, массы и массовые доли продуктов, образующихся при электролизе расплава хлорида скандия в течение 2 часов и 47 минут, если 59,881 % времени электролиза ток составлял 12 А, 35,929 % времени – 10 А, а в заключительный период – 3 А. Не забудьте написать уравнения протекающих на электродах реакций и суммарное уравнение процесса.

3.2. Критерии оценки заданий итогового тура

3.2.1. Задания 9 класса

Задача № 9-1

Количество газа $n=11,2/22,4=0,5$ моль. Число молекул $N=0,5 \times 6,02 \times 10^{23}$

Число электронов в одной молекуле $7,224 \cdot 10^{24} / (0,5 \times 6,02 \times 10^{23}) = 24$.

Газ не одноатомный, т.к. элемент №24 – хром.

Газ не может быть двухатомным, так как тогда в каждом атоме должно быть $24/2=12$ протонов, что соответствует магнию.

В предположении, что газ трехатомный, число протонов в каждом атоме $24/3=8$, т.е. образован элементом №8 – О. Следовательно газ – O_3 , озон.

Допускаются иные варианты решения, приводящие к такому же результату.

Разбалловка

Расчет количества газа и числа электронов в одной молекуле	2 б.
Обоснованный вывод, что искомый элемент – кислород, а газ – O_3	5 б.
Название газа	1 б.
Уравнение образования озона из кислорода	1 б.
Указание условий (электрический разряд)	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-2

- $4HNO_3 + Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$;
- $6HNO_3 + 2Zn \rightarrow 2Zn(NO_3)_2 + NO\uparrow + NO_2\uparrow + 3H_2O$; (возможен вариант N_2O_3 с последующим разложением)
- $8HNO_3 + 3Zn \rightarrow 3Zn(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$;
- $10HNO_3 + 4Zn \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$;
- $12HNO_3 + 5Zn \rightarrow 5Zn(NO_3)_2 + N_2\uparrow + 6H_2O$;
- $8HNO_3 + 3Zn \rightarrow 3Zn(NO_3)_2 + NH_3(OH)NO_3$ (нитрат гидроксиламиния) + $2H_2O$;
- $18HNO_3 + 7Zn \rightarrow 7Zn(NO_3)_2 + N_2H_6(NO_3)_2$ (нитрат гидразиния) + $6H_2O$;
- $10HNO_3 + 4Zn \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$.

Разбалловка

Уравнения 1), 2), 3), 4), 5), 8)	$6 \cdot 1 \text{ б.} = 6 \text{ б.}$
Уравнения 6), 7)	$2 \cdot 2 \text{ б.} = 4 \text{ б.}$
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-3

- $MnSO_4 + 2KOH = Mn(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$
- $2Mn(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 2Mn(OH)_4$
- $Mn(OH)_4 + 2H_2SO_4 = Mn(SO_4)_2 + 4H_2O$
- $Mn(SO_4)_2 + 2KI = MnSO_4 + K_2SO_4 + I_2$
- $I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$

Зная среднюю молярную массу воздуха, мы можем определить объем воздуха, который растворится при $30^\circ C$:

$$pV=nRT, \quad \text{откуда}$$

$$V = \frac{mRT}{pM} = \frac{0,0226 \cdot 8,314 \cdot 303}{101325 \cdot 29} = 1,94 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Соответственно в 1 литре воды растворяется 19,4 мл воздуха. Найдем объем растворенного кислорода: $V(\text{O}_2) = 19,4 \cdot 0,2 = 3,88 \text{ мл}$.

Теперь найдем массу кислорода, соответствующую этому объему:

$$m(\text{O}_2) = \frac{pVM}{RT} = \frac{101325 \cdot 3,88 \cdot 10^{-6} \cdot 32}{8,314 \cdot 303} = 0,00499 \text{ г}$$

Таким образом, растворимость кислорода составляет 4,99 мг/л (для удобства в дальнейших расчетах примем эту величину за 5 мг/л)

Соответственно в 250 мл воды содержится $5/4 = 1,25 \text{ мг}$ кислорода.

$$n(\text{O}_2) = 1,25 \cdot 10^{-3} / 32 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

Согласно уравнению реакции (2): $n[\text{Mn}(\text{OH})_4] = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 8 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$

Согласно уравнениям (3) и (4): $n(\text{KI}) = 2 \cdot n[\text{Mn}(\text{SO}_4)_2] = 2 \cdot n[\text{Mn}(\text{OH})_4] = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$

$$m(\text{KI}) = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 166 = 0,027 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{KI}) / w(\text{KI}) = 0,027 / 0,15 = 0,18 \text{ г}$$

Для полного восстановления Mn (IV) требуется 0,18 г раствора KI. Плотность раствора KI больше плотности воды, следовательно, объем занимаемый 0,18 г раствора будет меньше 0,18 мл. При проведении анализа всегда необходим некий избыток реагента, поэтому если взять 0,2 мл раствора KI, то его масса будет больше 0,2 грамм.

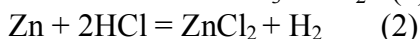
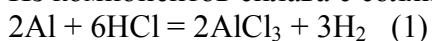
Для определения кислорода в представленном образце потребуется 0,2 мл 15% раствора KI

Разбалловка

Написание уравнений реакций	5*0,5 б.=2,5 б.
Определение растворимости кислорода в воде при 30°C	4 б.
Нахождение массы раствора KI	3 б.
Объяснение перехода от массы раствора к объему	0,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-4

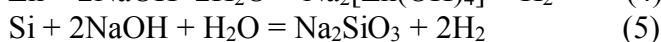
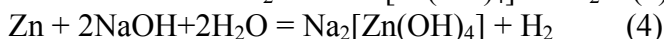
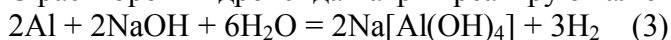
Из компонентов сплава с соляной кислотой реагируют алюминий и цинк:



Количество водорода, выделившегося при обработке 1 г сплава равно:

$$n_1(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_m = 0,843 / 22,4 = 0,0376 \text{ моль.}$$

С раствором гидроксида натрия реагируют алюминий, цинк и кремний:



Полученное при этом количество водорода в расчете на 1 г сплава составляет:

$$n_2(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,517 / 22,4 = 0,0462 \text{ моль.}$$

Стехиометрические количества водорода, получаемые при химическом растворении алюминия в кислоте и щелочи, одинаковы. Равны также количества водорода, получаемые при реакции цинка с кислотой и щелочью. Следовательно, количество водорода, выделяющееся при взаимодействии кремния со щелочью, находим из разности:

$$\Delta n(\text{H}_2) = 0,0462 - 0,0376 = 0,0086 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению взаимодействия кремния с гидроксидом натрия это количество водорода соответствует количеству кремния, равному:

$$n(\text{Si}) = 0,0086 / 2 = 0,0043 \text{ моль.}$$

Отсюда вычисляем массу и массовую долю кремния в сплаве:

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,0043 \cdot 28 = 0,1204 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Si}) = m(\text{Si}) \cdot 100 / m(\text{сплава}) = 0,1204 \cdot 100 / 1 = 12,04 \%$$

Нерастворимый остаток после обработки сплава кислотой содержит кремний и медь.

Масса кремния в образце известна, следовательно, содержание меди в сплаве равно:

$$m(\text{Si} + \text{Cu}) = 0,17 \text{ г}; m(\text{Cu}) = 0,17 - 0,1204 = 0,0496 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) \cdot 100 / m(\text{сплава}) = 0,0496 \cdot 100 / 1 = 4,96 \%$$

Разность масс образца сплава и остатка при обработке кислотой равна массе прореагировавших алюминия и цинка:

$$m(\text{Al} + \text{Zn}) = 1 - 0,17 = 0,83 \text{ г.}$$

Обозначим массу алюминия через X г, тогда масса цинка будет равна $(0,83 - X)$ г. Исходя из стехиометрии уравнений реакций взаимодействия алюминия и цинка с кислотой, выразим количества вещества водорода, соответствующие израсходованным металлам:

$$n(\text{H}_2) = 3X / (2 \cdot M(\text{Al})) = 3X / (2 \cdot 27) = 3X / 54 \text{ моль;}$$

$$n(\text{H}_2) = (0,83 - X) / M(\text{Zn}) = (0,83 - X) / 65,4 \text{ моль.}$$

Суммарное количество водорода, полученное при взаимодействии сплава с кислотой, равно:

$$3X / 54 + (0,83 - X) / 65,5 = 0,0376 \rightarrow X = 0,6186 \text{ г.}$$

Таким образом, в 1 г сплава содержится:

$$m(\text{Al}) = 0,6186 \text{ г}; m(\text{Zn}) = 0,2114 \text{ г.}$$

Массовые доли алюминия и цинка в сплаве составляют:

$$\omega(\text{Al}) = 0,6186 \cdot 100 / 1 = 61,86\%$$

$$\omega(\text{Zn}) = 0,2114 \cdot 100 / 1 = 21,14\%$$

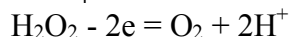
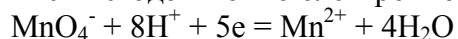
Ответ: $\omega(\text{Al}) = 61,86\%$, $\omega(\text{Si}) = 12,04 \%$, $\omega(\text{Cu}) = 4,96 \%$, $\omega(\text{Zn}) = 21,14\%$.

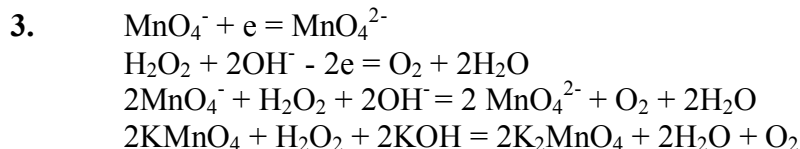
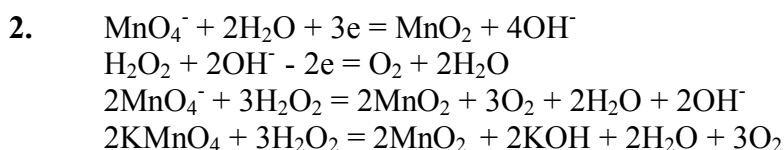
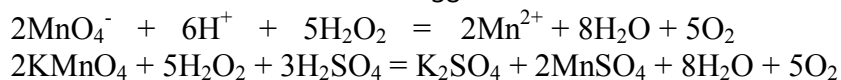
Разбалловка:

Уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу	5 · 1 = 5 баллов
Массовые проценты компонентов сплава по 1 баллу	4 · 1 = 4 балла
Расчет количества водорода, выделяющегося при взаимодействии кремния со щелочью	1 балл
Итого	10 баллов

Задача № 9-5

1. Несмотря на наличие материального баланса во всех трех уравнениях, правильно описывает реакцию только уравнение в). Правильный вариант в) можно получить, воспользовавшись методом ионно-электронного баланса.





За уравнивание реакций методом электронного баланса баллы рекомендуется не снижать.

Разбалловка

Уравнивание реакции 1 и вывод о правильном уравнении	2 б.
Определение продуктов реакций 2 и 3	2*2 б.=4 б.
Уравнивание реакций 2 и 3	2*1.5 б.=3 б.
Указаны любые побочные процессы, например разложение H_2O_2	1 б.
ИТОГО	10 б.

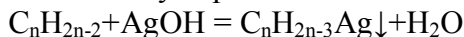
3.2.2. Задания 10 класса

Задача № 10-1

Пусть x – количество алкена в смеси (моль), y – количество алкина в смеси (моль)

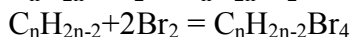
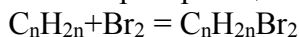
Тогда: $x/14n + y/(14n-2) = 15,5$, где n – число атомов углерода в молекуле углеводородов.

Образование осадка с аммиачным раствором серебра характерно для алкинов с тройной связью у первого атома:



$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{Ag}) \text{ или } y = \frac{16,1}{14n + 105}$$

Рассмотрим реакции с бромом:

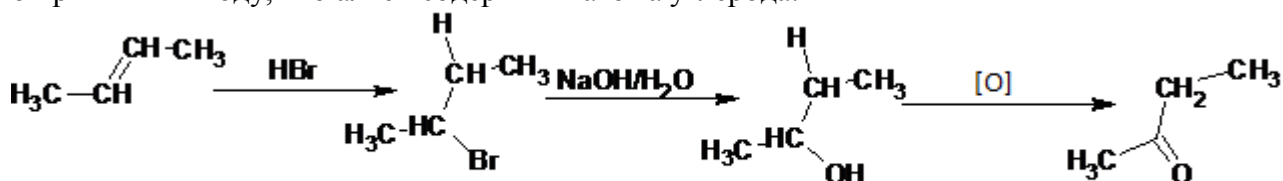


$$n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) + 2n(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) \text{ или } x + 2y = 60,85/160 = 0,38$$

получаем систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} 14nx + (14n-2)y = 15,5 \\ y = \frac{16,1}{14n + 105} \\ x + 2y = 0,38 \end{cases}$$

Если проследить превращения, использованные для определения строения алкена, то можно прийти к выводу, что алкен содержит 4 атома углерода:



Таким образом алкен – это бутен-1 или бутен-2

Перепишем систему уравнений с учетом $n=4$:

$$\begin{cases} 56x+54y=15,5 \\ y=0,1 \\ x+2y=0,38 \end{cases}$$

Решая полученную систему находим: $y = 0,1$; $x = 0,18$

Находим массу компонентов: $m(C_4H_8)=0,18 \cdot 56=10,1$ г

$$m(C_4H_6)=0,1 \cdot 54=5,4$$

Находим массовые доли: $w(C_4H_8)=10,1/15,5=0,6516$ (65,16%)

$$w(C_4H_6)=5,4/15,5=0,3484$$
 (34,84%).

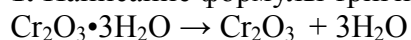
Осталось определить строение алкина: так как алкин реагирует с аммиачным раствором серебра, следовательно тройная связь находится у первого атома углерода. Соответственно существует единственный вариант данного алкина – бутин-1: $HC \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$

Разбалловка

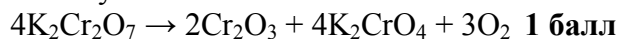
Определение количества атомов в молекуле алкена и алкина	2 б.
Определение массовой доли алкена и алкина	4 б.
Установление строения алкена	2 б.
Установление строения алкина	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-2

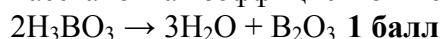
1. Написание формулы тригидрата и уравнения дегидратации - **1 балл**



2. Получение пигмента 1:



Расстановка коэффициентов методом электронного баланса – **1 балл**

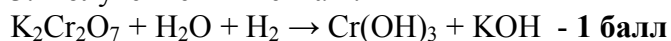


При выщелачивании в воде растворится хромат калия. Оксид бора останется, он и есть «дополнительное» вещество - **1 балл**.

Подтвержденный расчетом по уравнениям ответ 7,5% оксида бора при заданном соотношении - **2 балла**.

(Если учащийся указывает, что точный расчет невозможен из-за некоторой растворимости B_2O_3 , добавлять те же баллы, что и за расчет.)

3. Получение пигмента 2:



Расстановка коэффициентов методом электронного баланса – **1 балл**

4. **По 0,5 балла** – за каждый полный ответ о других минеральных красках.

Задача № 10-3

При решении задачи следует воспользоваться формулой $\rho = \frac{1,66 \cdot M \cdot z}{V}$, где ρ – плотность кристаллического вещества, г/см³; M – молярная масса вещества, г/моль; Z – число формульных единиц (или число «квазимолекул»), содержащихся в одной элементарной ячейке; V – объем элементарной ячейки, Å³. Данное соотношение легко получить из следующих соображений. Рассмотрим кристалл некоторого вещества с молярной массой M г/моль и плотностью ρ г/см³. Объем одного моля вещества равен M/ρ

см³, а объем одной формульной единицы равен $\frac{M}{\rho \cdot N_A}$ см³. Учитывая, что в одной элементарной ячейке содержится Z формульных единиц вещества, объем элементарной ячейки составит $V = \frac{M \cdot Z}{\rho \cdot N_A}$ см³. Принимая во внимание значение постоянной Авогадро и соотношение между сантиметром и ангстремом ($1 \text{ см} = 10^8 \text{ Å}$), получим окончательное выражение $\rho = \frac{1.66 \cdot M \cdot Z}{V}$. Следует помнить, что в последней формуле объем элементарной ячейки выражен в кубических ангстремах, а плотность вещества – в г/см³.

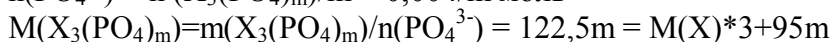
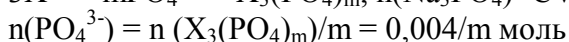
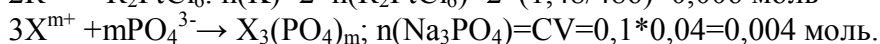
Число формульных единиц (или число атомов натрия), принадлежащих одной ячейке, определяем исходя из того, что атом, находящийся в вершине ячейки принадлежит ей на 1/8 (т.к. является общим для 8 ячеек), а атом, лежащий внутри ячейки – на 1. $Z = 8 \cdot 1/8 + 1 = 2$. Объем элементарной ячейки равен $V = \frac{1.66 \cdot M \cdot Z}{\rho} = \frac{1.66 \cdot 22.99 \cdot 2}{0.968} = 78.85 \text{ Å}^3$. Параметр a элементарной ячейки $a = \sqrt[3]{V} = 4.288 \text{ Å}$. Кратчайшее расстояние $r(\text{Na-Na})$ равно половине телесной диагонали ячейки $\frac{a\sqrt{3}}{2}$. Атомный радиус – половина кратчайшего межатомного расстояния в структуре простого вещества, $R(\text{Na}) = \frac{a\sqrt{3}}{4} = 1.857 \text{ Å}$.

Разбалловка

Определение Z	2 б.
Вывод формулы	4 б.
Расчет атомного радиуса	4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-4

Начнем с определения соотношения $K:X$



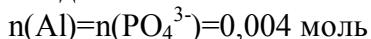
Откуда: $27,5m = 3M(X)$ или $M(X) = 9,167m$, где m – заряд катиона

При $m=1$, $M(X)=9,167$ это бериллий, но одновалентным катионом он быть не может

При $m=2$, $M(X)=18,33$, такого элемента нет

При $m=3$, $M(X)=27,5$, это алюминий.

Следовательно искомый металл – алюминий, соль $Al(OH)_3$



$n(K):n(Al) = 0,006 \cdot 2 : 0,004 = 3:1$ (количество калия увеличили в два раза, так как объем использованного раствора в два раза меньше чем для определения алюминия).

Единственным соединением калия в котором растворяется гидроксид алюминия является КОН. Проверим предположение.

При взаимодействии хлорида алюминия с раствором КОН происходит образование комплексных гидроксокомплексов алюминия: $K_x[Al(OH)_y]$.

Соотношение $K:Al = 1:3$ говорит о том, что комплексный анион $[Al(OH)_y]^{x-}$ имеет заряд минус 3. Исходя из этого, приходим к конечной формуле комплекса:

$K_3[Al(OH)_6]$ – гексагидроксоалюминат калия

Помимо данного комплексного соединения в растворе могут находиться и другие комплексы алюминия: $K[Al(OH)_4]$ или $K[Al(OH)_4(H_2O)_2]$

Разбалловка

Определение количества калия	2 б.
Определение неизвестного металла	3 б.
Определение количества алюминия	2 б.
Определение состава соединения и его названия	2 б.
Написание других возможных комплексных соединений	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-5

- (1) $NaHCO_3 + SO_2 = NaHSO_3 + CO_2 \uparrow$
- (2) $NaHSO_3 = H_2O + Na_2S_2O_5$ (при нагревании)
- (3) $2AgNO_3 + Na_2S_2O_5 = Ag_2S_2O_5 \downarrow + 2NaNO_3$
- (4) $2Na_2S_2O_5 + O_2 = 2Na_2SO_4 + 2SO_2 \uparrow$
- (5) $2Na_2S_2O_5 = Na_2SO_3 + SO_2 \uparrow$ (при нагревании)
- (6) $2Na_2S_2O_5 + S = 2Na_2S_2O_3 + SO_2 \uparrow$

Соль называется – пиросульфит натрия. Ее название происходит от способа получения. Пирос – огонь, дословно можно перевести как нагретый или прокаленный сульфит.

Другими примерами подобных солей являются:

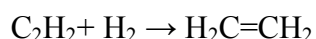
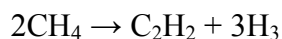
- Пиросульфат калия: $K_2S_2O_7$
- Пирофосфат натрия: $Na_4P_2O_7$

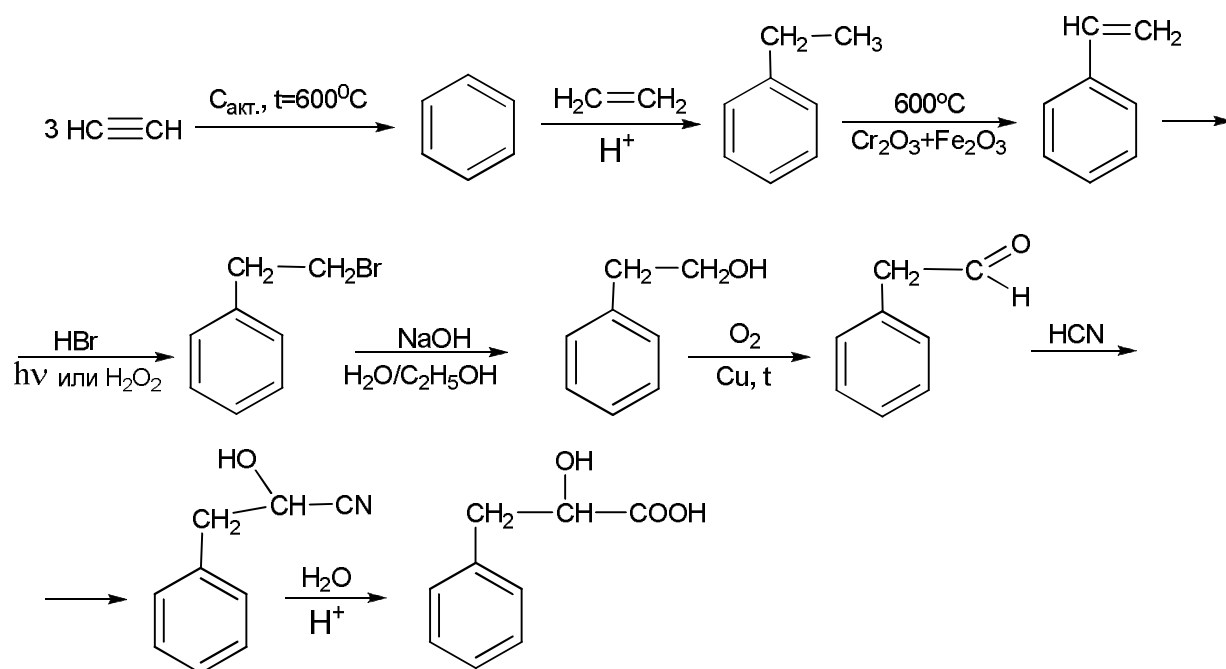
Разбалловка

Написание уравнений реакций	6*1 б.=6 б.
Название соли X	1 б.
Объяснение происхождения названия	1 б.
Примеры подобных солей	2 б.
ИТОГО	10 б.

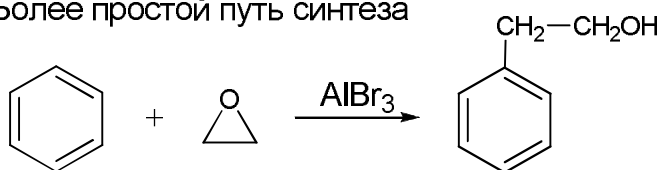
3.2.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1





Более простой путь синтеза

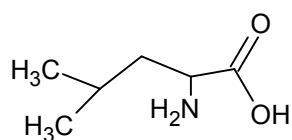


Разбалловка

Написание уравнений с указанием реагентов и условий	1 б.*10 = 10 б.
ИТОГО	10 б.

Возможны другие варианты решения задачи не противоречащие условию.

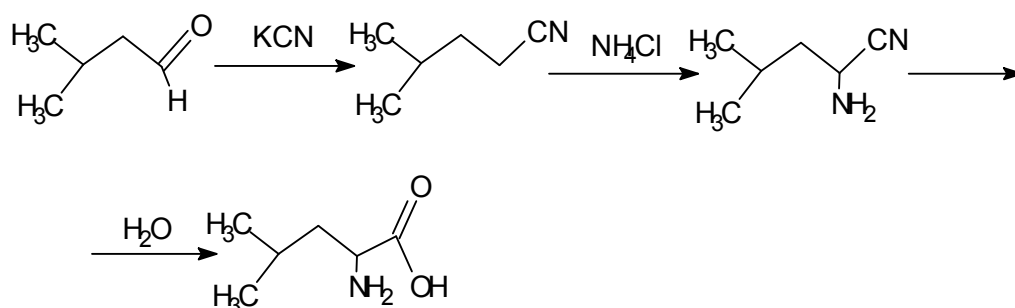
Задача № 11-2



Лейцин (4-метил-2-аминопентановая кислота)

Класс: аминокислоты.

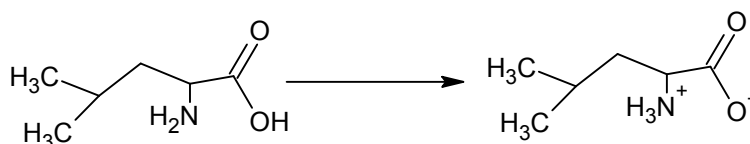
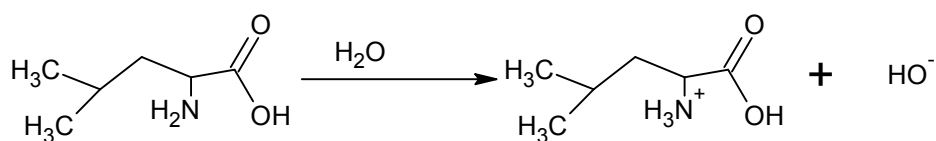
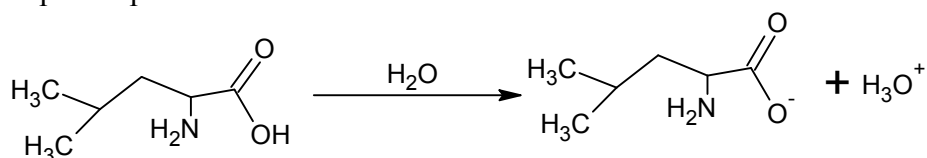
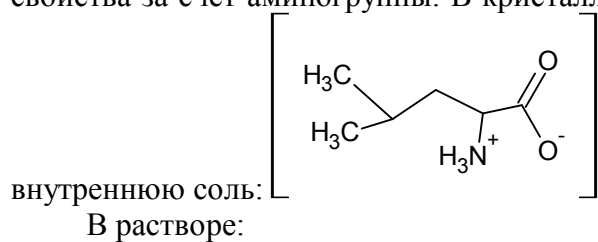
Современный метод получения:



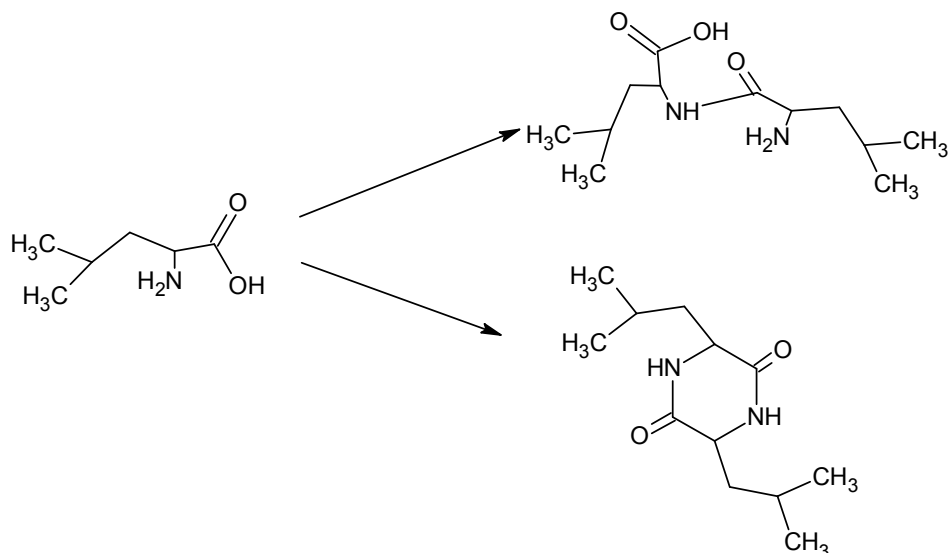
«Окись сыра» полученная способом 1 является левовращающей, т. е. это L- лейцин. Аминокислоты, встречающиеся в природе, всегда относятся к L-ряду.

«Окись сыра» полученная способом 2 является рацемической смесью L- и R-изомеров.

Лейцин проявляет кислотные свойства за счет карбонильной группы и основные свойства за счёт аминогруппы. В кристаллическом состоянии лейцин представляет собой



При нагревании α-аминокислот происходит их дегидратация:



Разбалловка.

Формула и название	16.
Класс соединения	16.
Современный способ получения	26.
Указание на рацемат и L-изомер	16.
Водные равновесия	1x3=36.
Дегидратация кислоты	1x2=26.
ИТОГО	106.

Задача №11-3

Начнем с определения соотношения K:X

$2K^+ \rightarrow K_2PtCl_6$. $n(K)=2 \cdot n(K_2PtCl_6)=2 \cdot (1,48/486)=0,006$ моль

$3X^{m+} + mPO_4^{3-} \rightarrow X_3(PO_4)_m$; $n(Na_3PO_4)=CV=0,1 \cdot 0,04=0,004$ моль.

$n(PO_4^{3-}) = n(X_3(PO_4)_m)/m = 0,004/m$ моль

$M(X_3(PO_4)_m) = m(X_3(PO_4)_m)/n(PO_4^{3-}) = 122,5m = M(X) \cdot 3 + 95m$

Откуда: $27,5m = 3M(X)$ или $M(X) = 9,167m$, где m – заряд катиона

При m=1, $M(X)=9,167$ это бериллий, но одновалентным катионом он быть не может

При m=2, $M(X)=18,33$, такого элемента нет

При m=3, $M(X)=27,5$, это алюминий.

Следовательно искомым металлом – алюминий, соль $Al(OH)_3$

$n(Al)=n(PO_4^{3-})=0,004$ моль

$n(K):n(Al)=0,006 \cdot 2:0,004=3:1$ (количество калия увеличили в два раза, так как объем использованного раствора в два раза меньше чем для определения алюминия).

Единственным соединением калия в котором растворяется гидроксид алюминия является КОН. Проверим предположение.

При взаимодействии хлорида алюминия с раствором КОН происходит образование комплексных гидроксокомплексов алюминия: $K_x[Al(OH)_y]$.

Соотношение K:Al = 1:3 говорит о том, что комплексный анион $[Al(OH)_y]^{x-}$ имеет заряд минус 3. Исходя из этого, приходим к конечной формуле комплекса:

$K_3[Al(OH)_6]$ – гексагидроксоалюминат калия

Помимо данного комплексного соединения в растворе могут находиться и другие комплексы алюминия: $K[Al(OH)_4]$ или $K[Al(OH)_4(H_2O)_2]$

Разбалловка

Определение количества калия	2 б.
Определение неизвестного металла	3 б.
Определение количества алюминия	2 б.
Определение состава соединения и его названия	2 б.
Написание других возможных комплексных соединений	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-4

В ОЦК ячейке содержится $n = 2$ атома (атом, находящийся в вершине ячейки принадлежит ей на $1/8$, а атом, лежащий внутри ячейки – на 1). Кратчайшее межатомное расстояние соответствует половине телесной диагонали куба с ребром a , радиус атома (R)

- половина кратчайшего расстояния, т.е. $a = \frac{4R}{\sqrt{3}}$. Объем элементарной ячейки

$V = a^3 = \frac{64R^3}{3\sqrt{3}}$. Объем атомов $V_A = n \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{8}{3} \pi R^3$. Коэффициент упаковки

$$K = \frac{V_A}{V} = 0.68.$$

В ГЦК ячейке содержится $n = 4$ атома (атом, находящийся в вершине ячейки принадлежит ей на $1/8$, а атом, лежащий на грани – на $1/2$, $n = (1/8) \cdot 8 + (1/2) \cdot 6 = 4$). Кратчайшее межатомное расстояние соответствует половине диагонали грани куба с

ребром a , радиус атома (R) - половина кратчайшего расстояния, т.е. $a = \frac{4R}{\sqrt{2}}$. Объем

элементарной ячейки $V = a^3 = \frac{64R^3}{2\sqrt{2}}$. Объем атомов $V_A = n \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{16}{3} \pi R^3$. Коэффициент

$$\text{упаковки } K = \frac{V_A}{V} = 0.74.$$

Повышение давления должно приводить к росту коэффициента упаковки, т.е. фазовому переходу ОЦК→ГЦК (на самом деле это часто не выполняется).

Разбалловка

Определение числа атомов в ячейках	2*1 б. = 2 б.
Расчет коэффициентов упаковки	2*3 б. = 6 б.
Вывод о переходе ОЦК→ГЦК	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

1) Реакции, протекающие на электродах

на катоде: $Sc^{3+} + 3e^- = Sc$,

на аноде: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$,

суммарное уравнение процесса: $2ScCl_3 \rightarrow 2Sc + 3Cl_2 \uparrow$.

2) Используя законы Фарадея, а также, учитывая длительность периодов с определёнными значениями тока, вычислим количества Sc и Cl₂, образовавшихся за 2 часа 47 мин (или 10020 с):

$$n(\text{Sc}) = (I_1 \cdot \tau_1)/(n_e F) + (I_2 \cdot \tau_2)/(n_e F) + (I_3 \cdot \tau_3)/(n_e F) = (12 \cdot 6000)/(3 \cdot 96485) + (10 \cdot 3600)/(3 \cdot 96485) + (3 \cdot 420)/(3 \cdot 96485) = 0,2487 + 0,1244 + 0,00435 = \mathbf{0,37745 \text{ моль.}}$$

$$n(\text{Cl}_2) = (I_1 \cdot \tau_1)/(n_e F) + (I_2 \cdot \tau_2)/(n_e F) + (I_3 \cdot \tau_3)/(n_e F) = (12 \cdot 6000)/(2 \cdot 96485) + (10 \cdot 3600)/(2 \cdot 96485) + (3 \cdot 420)/(2 \cdot 96485) = 0,373 + 0,1866 + 0,00653 = \mathbf{0,5661 \text{ моль.}}$$

3) Массы продуктов составят

$$m(\text{Sc}) = n(\text{Sc}) \cdot M(\text{Sc}) = 0,37745 \cdot 44,956 = \mathbf{16,9686 \text{ г.}}$$

$$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,5661 \cdot 71 = \mathbf{40,1931 \text{ г.}}$$

4) Массовые доли продуктов

$$\omega(\text{Sc}) = m(\text{Sc}) \cdot 100\% / (m(\text{Sc}) + m(\text{Cl}_2)) = 16,9686 \cdot 100 / 57,1617 = \mathbf{29,6852 \%}.$$

$$\omega(\text{Cl}_2) = m(\text{Cl}_2) \cdot 100\% / (m(\text{Sc}) + m(\text{Cl}_2)) = 40,1931 \cdot 100 / 57,1617 = \mathbf{70,3147 \%}.$$

Разбалловка

Запись уравнений реакций, протекающих на электроде и суммарного процесса	2 б.
Расчёт количеств	4 б.
Расчёт масс продуктов	2 б.
Расчёт массовых долей продуктов	2 б.
ИТОГО	10 б.

3.3 Задания зачетного тура

Зачетный тур проходил в режиме on-line с использованием электронной площадки e-olymp Российского Совета олимпиад школьников. Время выполнения заданий – 3 часа.

3.3.1. Задания 9 класса

1. При диссоциации 1 моль каких веществ образуется наибольшее количество (в молях) ионов?

- A. Сульфат натрия
- B. Хлорид железа (III)
- C. Фосфат натрия
- D. Нитрат кобальта (II)

2. Укажите соединения, в которых атомы связаны общей электронной парой, смещенной к одному из атомов.

- A. LiNO₃
- B. H₂S
- C. Cl₂
- D. NO

3. Наибольшая массовая доля кислорода в молекуле:

- A. Диоксида серы
- B. Оксида кремния

- C. Гидроксида натрия
D. Оксиде углерода (II)
4. Какие из веществ не могут существовать в водном растворе?
A. Сульфид алюминия
B. Силикат калия
C. Карбонат аммония
D. Гидросульфат магния
5. В растворе NaOH взаимодействуют:
A. $\text{Zn}(\text{OH})_2$
B. AgOH
C. NaH_2PO_4
D. Cl_2
6. Малахит – это основной карбонат:
A. Меди
B. Магния
C. Хрома
D. Железа
7. Оксид кремния взаимодействует с:
A. NaOH
B. Na_2CO_3
C. HCl
D. HF
8. Концентрированная серная кислота реагирует с:
A. S
B. Fe
C. CuO
D. SiO_2
9. Практически полностью протекают реакции в растворе между:
A. NH_4Br и AgNO_3
B. CuSO_4 и HCl
C. BaCl_2 и NaOH
D. Cu и NiSO_4
10. Степень окисления азота максимальна в соединении:
A. N_2H_4
B. NH_2OH
C. NH_3
D. N_3H

11. Для увеличения выхода продуктов реакции $C(т) + 2N_2O \leftrightarrow CO_2 + 2N_2 + Q$ можно воздействовать на равновесие:
- Повышением температуры
 - Понижением температуры
 - Повышением давления
 - Добавлением газа-реагента
12. Твердый K_2CrO_4 реагирует с горячей концентрированной соляной кислотой. В результате выделяется желто-зеленый газ и образуется раствор грязно-зеленого цвета. Напишите уравнение реакции и в ответе укажите сумму коэффициентов.
13. При нагревании нитрата какого (каких) металлов образуются нитриты?
- Магний
 - Натрий
 - Кальций
 - Железо
14. Кислую среду имеют растворы солей:
- $NaNO_3$
 - $FeCl_3$
 - $CuSO_4$
 - K_2CO_3
15. При электролизе раствора нитрата натрия на электродах выделяется:
- Na
 - NO_2
 - O_2
 - H_2
16. Для приготовления 4 растворов использовался 20 %-ный раствор хлорида калия ($\rho = 1,120$ г/мл). Определите массовые доли KCl (%) в полученных растворах.
- К 100 мл исходного раствора добавили 10 г твердого хлорида калия. Ответы округлите до десятых.
 - К исходному раствору объемом 100 мл добавили 300 мл воды. Ответы округлите до десятых.
 - 100 г раствора А смешали с 50 г раствора В. Ответы округлите до десятых.
 - 100 г исходного раствора нагрели и испарили его до массы 75 грамм. Ответы округлите до десятых.
17. Сера образует несколько различных кислот. Одна из кислот содержит 58,54% кислорода и 2,44% водорода.
- Укажите формулу неизвестной кислоты
 - Определите степень окисления серы в этой кислоте
 - При растворении какого оксида в воде получается эта кислота (укажите формулу)

D. Какая соль образуется при взаимодействии 1 моля данной кислоты с 56 г КОН

18. Этот металл образует два ряда соединений, отличающихся степенью окисления металла. При действии на металл разбавленной соляной кислоты образуется соль А. При действии щелочи на А, образуется труднорастворимое соединение зеленовато-коричневого цвета Б, которое при стоянии на воздухе полностью переходит в труднорастворимое соединение буро-коричневого цвета (Г).

При действии на металл разбавленной серной кислоты образуется соединение В, которое действием щелочи переводится в осадок состава Г.

В ответе укажите названия формулы соединений А, Б, В и Г

19. 100 мл 15 % раствора H_2SO_4 ($\rho=1,20$ г/мл) (раствор 1) смешали с раствором гидроксида натрия, приготовленном растворением 10,35 г Na в 300 мл воды (раствор 2). Был получен раствор 3

- A. Какова массовая доля (%) NaOH в растворе 2? Ответы округлите до десятых
- B. Какая соль образуется в растворе 3? Укажите ее формулу в ответе.
- C. Какова массовая доля полученной соли в растворе? Ответы округлите до десятых
- D. Какую массу твердых веществ можно получить при испарении раствора 3 (считая, что соли не образуют кристаллогидратов)?

20. Водород полученный действием 5 г Zn на избыток 10 % раствора соляной кислоты сожгли на воздухе.

- A. Какое количество (моль) водорода было получено?
- B. Какая масса воды получилась при сжигании выделившегося водорода?
- C. Какой объем (л) воздуха потребовался для сжигания выделившегося водорода при н. у.? (объемная доля кислорода 20%)
- D. Какая масса 10% кислоты нейтрализуется при действии 5 г Zn?

Ответы округлите до сотых.

3.3.2 Задания 10 класса

1. При растворении в воде 0,02 моль каких солей образуется 0,06 моль ионов?

- A. Нитрат бария
- B. Хлорид натрия
- C. Сульфат бария
- D. Бромид никеля (II)

2. В каких соединениях одинаковое число пи-связей?

- A. C_2H_2 , CO_2
- B. CO_2 , $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

- C. CH_4 , C_2H_2
- D. CH_3COOH , H_2SO_4

3. При сгорании 1 моль какого вещества образуется наименьшее количество воды?
- A. Бутадиен
 - B. Пропан
 - C. Уксусная кислота
 - D. Пропилен
4. Какие из веществ не могут существовать в водном растворе?
- A. Сульфид алюминия
 - B. Гидрид лития
 - C. Сульфат аммония
 - D. Гидросульфат магния
5. В растворе NaOH взаимодействуют:
- A. $\text{Zn}(\text{OH})_2$
 - B. AgOH
 - C. NaH_2PO_4
 - D. Cl_2
6. Тефлон – продукт полимеризации:
- A. Тетрахлорэтилена
 - B. Тетрафторэтилена
 - C. Тетрафторпропилена
 - D. Тетрахлорпропилена
7. Назовите газ, который является составной частью природного газа, бывает причиной взрывов в шахтах, образуется в результате разложения животных и растительных остатков без доступа воздуха:
- A. Сероводород
 - B. Болотный газ
 - C. Метан
 - D. Аммиак
8. В состав нефти входят углеводороды:
- A. Парафиновые
 - B. Непредельные
 - C. Ароматические
 - D. Циклопарафины
9. Среди перечисленных ниже процессов назовите тот, который идет с уменьшением числа атомов углерода в конечном продукте по сравнению с исходным:
- A. Дегидроциклизация
 - B. Крекинг
 - C. Дегидрирование
 - D. Риформинг
10. Реакция получения алканов из гомологов с меньшим числом атомов углерода носит имя ученого:
- A. Вюрца
 - B. Лебедева

С. Кучерова
D. Зелинского

11. Для увеличения выхода продуктов реакции $C_{(г)} + 2N_2O \leftrightarrow CO_2 + 2N_2 + Q$ можно воздействовать на равновесие:
- A. Повышением температуры
 - B. Понижением температуры
 - C. Повышением давления
 - D.....Д
обавлением газа-реагента
12. Твердый K_2CrO_4 реагирует с горячей концентрированной соляной кислотой. В результате выделяется желто-зеленый газ и образуется раствор грязно-зеленого цвета. Напишите уравнение реакции и в ответе укажите сумму коэффициентов.
13. При нагревании нитрата какого (каких) металлов выделяется кислород?
- A. Магний
 - B. Натрий
 - C. Кальций
 - D. Железо
14. Кислую среду имеют растворы солей:
- A. $NaNO_3$
 - B. $FeCl_3$
 - C. $CuSO_4$
 - D. K_2CO_3
15. При электролизе раствора нитрата меди на электродах выделяется:
- A. Cu
 - B. NO_2
 - C. O_2
 - D. H_2
16. Для приготовления 4 растворов использовался 20 %-ный раствор хлорида калия ($\rho = 1,120$ г/мл). Определите массовые доли KCl (%) в полученных растворах.
- A. К 100 мл исходного раствора добавили 10 г твердого хлорида калия. Ответы округлите до десятых.
 - B. К исходному раствору объемом 100 мл добавили 300 мл воды. Ответы округлите до десятых.
 - C. 100 г раствора А смешали с 50 г раствора В. Ответы округлите до десятых.
 - D. 100 г исходного раствора нагрели и испарили его до массы 75 грамм. Ответы округлите до десятых.
17. В желудях содержится многоатомный спирт квертит. Массовая доля кислорода в нем составляет 48,78%, а массовая доля углерода 43,90%.
- A. Укажите молекулярную формулу спирта
 - B. Дайте его химическое название
 - C. Рассчитайте молекулярную массу спирта
 - D. Укажите класс, к которому относится данный спирт
18. Этот металл образует два ряда соединений, отличающихся степенью окисления металла.

При действии на металл разбавленной соляной кислоты образуется соль А. При действии щелочи на А, образуется труднорастворимое соединение зеленовато-коричневого цвета Б, которое при стоянии на воздухе полностью переходит в труднорастворимое соединение буро-коричневого цвета (Г).

При действии на металл разбавленной серной кислоты образуется соединение В, которое действием щелочи переводится в осадок состава Г.

В ответе укажите названия формулы соединений А, Б, В и Г

19. 100 мл 15 % раствора H_2SO_4 ($\rho=1,20$ г/мл) (раствор 1) смешали с раствором гидроксида натрия, приготовленном растворением 10,35 г Na в 300 мл воды (раствор 2). Был получен раствор 3

- Какова массовая доля (%) NaOH в растворе 2? Ответы округлите до десятых
- Какая соль образуется в растворе 3? Укажите ее формулу в ответе.
- Какова массовая доля полученной соли в растворе? Ответы округлите до десятых
- Какую массу твердых веществ можно получить при испарении раствора 3 (считая, что соли не образуют кристаллогидратов)?

20. При действии на бензол концентрированной серной кислотой образуется соединение 1. При сплавлении полученного соединения с твердым KOH и последующим действием слабого раствора кислоты образуется соединение 2, обладающее слабыми кислотными свойствами.

- Укажите название соединения 1
- Укажите название соединения 2
- Для проведения превращений взяли 50 г бензола, а в результате получили 45 г соединения 2. Определите выход конечного продукта (%)
- Какое соединение образуется при действии раствора брома на соединение 2?

3.3.3 Задания 11 класса

1. При растворении в воде 0,02 моль каких солей образуется 0,06 моль ионов?

- Нитрат бария
- Хлорид натрия
- Сульфат бария
- Бромид никеля (II)

2. В каких соединениях одинаковое число π -связей?

- C_2H_2 , CO_2
- CO_2 , $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- CH_4 , C_2H_2
- CH_3COOH , H_2SO_4

3. Четыре углеводорода обработали эквимольным количеством хлора в соответствующих условиях. В производном какого углеводорода массовая доля хлора максимальная?

- Гексан
- Гексен
- Бензол
- Циклогексан

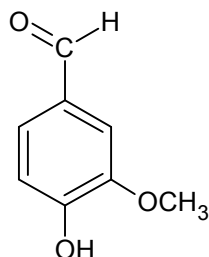
4. Какие из веществ не могут существовать в водном растворе?

- Сульфид алюминия
- Гидрид лития

- С. Гидрокарбонат аммония
 D. Сульфат бария
5. С водным раствором NaOH реагируют:
 A. Фенол
 B. Бензальдегид
 C. Пропиловый спирт
 D. Бутановая кислота

6. Тефлон – продукт полимеризации:
 A. Тетрахлорэтилена
 B. Тетрафторэтилена
 C. Тетрафторпропилена
 D. Тетрахлорпропилен

7. Ванилин имеет следующую формулу:



Его химическое название:

- A. 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид
 B. 3-метокси-4-гидроксибензальдегид
 C. 2-метокси-4-формилфенол
 D. п-гидрокси-м-метоксибензальдегид
8. В состав нефти входят углеводороды:
 A. Парафиновые
 B. Непредельные
 C. Ароматические
 D. Циклопарафины

9. Среди перечисленных ниже процессов назовите тот, который идет с уменьшением числа атомов углерода в конечном продукте по сравнению с исходным:

- A. Дегидроциклизация
 B. Крекинг
 C. Дегидрирование
 D. Риформинг

10. Способ получения бутадиена из этилового спирта носит имя ученого:

- A. Вюрца
 B. Лебедева
 C. Кучерова
 D. Зелинского

11. Процесс получения анилина из нитробензола протекает в две последовательные стадии. Какие это стадии?

- A. Восстановление

- В. Окисление
- С. Гидрирование
- Д. Гидролиз

12. Твердый K_2CrO_4 реагирует с горячей концентрированной соляной кислотой. В результате выделяется желто-зеленый газ и образуется раствор грязно-зеленого цвета. Напишите уравнение реакции и в ответе укажите сумму коэффициентов.

13. При нагревании нитрата какого (каких) металлов выделяется кислород?

- А. Магний
- В. Натрий
- С. Кальций
- Д. Железо

14. Кислую среду имеют растворы солей:

- А. $NaNO_2$
- В. $FeCl_3$
- С. $CuSO_4$
- Д. K_2CO_3

15. При электролизе расплава гидроксида натрия на электродах выделяется:

- А. Na
- В. NO_2
- С. O_2
- Д. H_2

16. Для приготовления 4 растворов использовался 20 %-ный раствор хлорида калия ($\rho=1,120$ г/мл). Определите массовые доли KCl (%) в полученных растворах.

- А. К 100 мл исходного раствора добавили 10 г твердого хлорида калия. Ответы округлите до десятых.
- В. К исходному раствору объемом 100 мл добавили 300 мл воды. Ответы округлите до десятых.
- С. 100 г раствора А смешали с 50 г раствора В. Ответы округлите до десятых.
- Д. 100 г исходного раствора нагрели и испарили его до массы 75 грамм. Ответы округлите до десятых.

17. В желудях содержится многоатомный спирт квертит. Массовая доля кислорода в нем составляет 48,78%, а массовая доля углерода 43,90%.

- А. Укажите молекулярную формулу спирта
- В. Дайте его химическое название
- С. Рассчитайте молекулярную массу спирта
- Д. Укажите класс, к которому относится данный спирт

18. При сплавлении натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты с гидроксидом натрия выделяется 11,2 л газа с плотностью 1,965 г/л

- А. Укажите формулу исходной натриевой соли
- В. Укажите название соли
- С. Укажите массу взятой соли

D. Назовите выделившийся газ

19. 100 мл 15 % раствора H_2SO_4 ($\rho=1,20$ г/мл) (раствор 1) смешали с раствором гидроксида натрия, приготовленном растворением 10,35 г Na в 300 мл воды (раствор 2). Был получен раствор 3

- Какова массовая доля (%) NaOH в растворе 2? Ответы округлите до десятых
- Какая соль образуется в растворе 3? Укажите ее формулу в ответе.
- Какова массовая доля полученной соли в растворе? Ответы округлите до десятых
- Какую массу твердых веществ можно получить при испарении раствора 3 (считая, что соли не образуют кристаллогидратов)?

20. При действии на бензол концентрированной серной кислотой образуется соединение 1. При сплавлении полученного соединения с твердым KOH и последующим действием слабого раствора кислоты образуется соединение 2, обладающее слабыми кислотными свойствами.

- Укажите название соединения 1
- Укажите название соединения 2
- Для проведения превращений взяли 50 г бензола, а в результате получили 45 г соединения 2. Определите выход конечного продукта (%)
- Какое соединение образуется при действии раствора брома на соединение 2

3.4 Критерии оценки заданий зачетного тура

3.4.1 Задания 9 класса

№	9 класс				Баллы
	A	B	C	D	
1		X	X		4
2		X	X		4
3				X	6
4	X		X		4
5	X		X	X	6
6	X				4
7	X	X		X	4
8	X		X		6
9	X				4
10				X	4
11		X		X	6
12	35				6
13		X	X		6
14		X	X		4
15			X	X	4
16	26,6	5,5	19,6	26,7	16
17	H_2SO_3	+4	SO_2	NaHSO_3	16
18	FeCl_2	Fe(OH)_2	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Fe(OH)_3	16
19	5,7	Na_2SO_4	6,3	29,4	16
20	0,08	1,44	8,96	58,40	16

3.4.2 Задания 10 класса

	10 класс				Баллы
	A	B	C	D	
1	X			X	4
2	X				4
3			X		6
4	X	X			4
5	X		X	X	6
6		X			4
7		X	X		4
8	X		X	X	6
9		X			4
10	X				4
11		X	X		6
12					6
13	X	X	X	X	6
14		X	X		4
15	X		X		4
16	26,6	5,5	19,6	26,7	16
17	$C_6H_{12}O_5$	1,2,3,4,5-пентагидроксикиклогексан	164	циклический многоатомный спирт	16
18	$FeCl_2$	$Fe(OH)_2$	$Fe_2(SO_4)_3$	$Fe(OH)_3$	16
19	5,7	Na_2SO_4	6,3	29,4	16
20	бензолсульфокислота	Фенол	74,6	2,4,6 – трибромфенол	16

3.4.3 Задания 11 класса

№	11 класс				Баллы
	A	B	C	D	
1	X			X	4
2	X				4
3		X			6
4	X	X			4
5	X			X	6
6		X			4
7	X				4
8	X		X	X	6
9		X			4
10		X			4
11	X			X	6
12	35				6
13	X	X	X	X	6
14		X	X		4
15	X		X	X	4
16	26,6	5,5	19,6	26,7	16
17	$C_6H_{12}O_5$	1,2,3,4,5-пентагидроксициклогексан	164	циклический многоатомный спирт	16
18	C_3H_7COOH	бутират натрия	55	пропан	16
19	5,7	Na_2SO_4	6,3	29,4	16
20	Бензолсульфо-кислота	фенол	74,6	2,4,6 – трибромфенол	16

Ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» председатель оргкомитета Многопредметной олимпиады «Юные таланты», д. физ.-мат. н.

