

Материалы заданий олимпиады 2016-2017 учебного года

Наименование олимпиады школьников: Многопредметная олимпиада «Юные таланты»

Предмет (комплекс предметов): Химия

Порядковый номер олимпиады в Перечне (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 1118 от 30 августа 2016 г.): 38

СОДЕРЖАНИЕ

1.1 Задания Отборочного теоретического тура.....	3
1.1.1 Задания 9 класса.....	3
1.1.2. Задания 10 класса.....	4
1.1.3. Задания 11 класса.....	6
1.2 Задания Теоретического тура.....	8
1.2.1 Задания 9 класса.....	8
1.2.2. Задания 10 класса.....	10
1.2.3. Задания 11 класса.....	13
1.3. Задания Экспериментального тура	16
1.3.1. Задание 9 класса.....	16
1.3.2. Задание 10 класса.....	16
1.2.3. Задание 11 класса.....	17
2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ	17
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	18
3.1. Критерии оценивания заданий Отборочного теоретического тура	18
3.1.1. Задания 9 класса.....	18
3.1.2. Задания 10 класса.....	21
4.1.3. Задания 11 класса.....	24
3.2. Критерии оценивания заданий Теоретического тура.....	28
3.2.1. Задания 9 класса.....	28
3.2.2. Задания 10 класса.....	31
4.2.3. Задания 11 класса.....	36
3.3. Критерии оценивания заданий Экспериментального тура	41
3.3.1. Задание 9 класса.....	41
3.3.2. Задание 10 класса.....	42
3.3.3. Задание 11 класса.....	42
4. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА	45
4.1 Задания Интернет-тура (первая волна).....	45
4.1.1. Задания 9 класса.....	45

4.1.2 Задания 10 класса.....	48
4.1.3 Задания 11 класса.....	52
4.2 Критерии оценки заданий Интернет-тура (первая волна)	56
4.2.1 Задания 9 класса.....	56
4.2.2 Задания 10 класса.....	57
4.2.3 Задания 11 класса.....	57

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1 Задания Отборочного теоретического тура

1.1.1 Задания 9 класса

Задача №9-1

Образец латуни, представляющей собой сплав меди с цинком, растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом выделилось 13,8 г газа с относительной плотностью по воздуху равной 1,586.

Второй образец такой же массы растворили при нагревании в растворе хлороводородной кислоты, при этом выделилось 2,24 л газа, измеренного при н.у.

1. Напишите уравнения реакций, описанных в тексте
2. Определите содержание меди и цинка в латуни (в мас. %)

Задача №9-2

Взрывоопасное вещество

Однажды Юный Химик нашел в лаборатории старую банку без этикетки, на которой остался только значок «взрывоопасно!». Приняв все меры предосторожности, он приступил к исследованию обнаруженного вещества.

Содержимое банки представляло собой белый кристаллический порошок – вещество **X**. При нагревании 4,90 г **X** (реакция 1) был получен кислород, кроме того, осталось 2,98 г белого кристаллического вещества **Y**. Если к **Y** прилить концентрированной серной кислоты, то выделяется газ **Z** с резким запахом (реакция 2) и вызывающий покраснение смоченной водой лакмусовой бумажки. Раствор вещества **Y** образует белый творожистый осадок при действии нитрата серебра (реакция 3), а электролиз водного раствора **Y** (реакция 4) приводит к выделению на аноде желто-зеленого газа **W**. Газ **W** в 2,45 раз тяжелее воздуха, и при его пропускании через горячий раствор гидроксида калия (реакция 5) образуется смесь веществ **X** и **Y**.

1. Установите формулы веществ **W** – **Z**, ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций 1-5.



Задача №9-3

Оксид алюминия встречается в природе в виде минерала корунда. Замещением атомов алюминия в корунде на хром образуется рубин – прозрачный красный драгоценный камень и синий сапфир, при замещении алюминия на таллий и железо. Высокая прочность связи Al-O-Al и плотная кристаллическая структура определяет большую теплоту образования, высокую температуру плавления и высокую твердость оксида алюминия.

Экспериментально определено, что сгорание 1,5 моль алюминия сопровождается выделением 1256,25 кДж тепла.

1. Вычислите стандартную теплоту и энтальпию образования оксида алюминия.
2. Вычислите какой объём воздуха (взятый при н. у.) необходим для получения из простых веществ 306 г оксида алюминия и какое количество тепла при этом выделится.
3. Укажите области применения оксида алюминия.

Задача №9-4

Как-то раз юный химик нашел банку с полуистлевшей этикеткой, на которой можно было прочесть только слово «кристаллогидрат». Внутри банки оказались красные кристаллы вещества **A** не имеющие запаха и хорошо растворимые в воде.

Юный химик взвесил 3,45 г вещества **A** и стал осторожно нагревать на плитке при температуре 150°C. При этом наблюдалось выделение водяного пара и уменьшение вещества в объеме (*реакция 1*). Через 10 минут масса вещества перестала изменяться и стала равна 1,83 г. После увеличения температуры до 350°C начал выделяться бурый газ с резким запахом (*реакция 2*). Дождавшись окончания процесса, юный химик получил 0,75 г темно-зелёного, почти черного бинарного вещества **B**, содержащего 21,33 % кислорода.



Взяв еще немного вещества **A** из банки юный химик растворил его в воде и продолжил исследования. При добавлении раствора гидроксида натрия (*реакция 3*) был получен розовый аморфный осадок. При добавлении раствора сульфида натрия к раствору **A** (*реакция 4*) выпал серый осадок. Этих данных оказалось более чем достаточно для определения точной формулы **A**.

- 1) Определите формулы веществ **A** и **B**, ответы подтвердите расчетами.
- 2) Напишите уравнения реакций 1-4.
- 3) Рассчитайте массу вещества **A** и массу воды, которые нужно взять для приготовления 200 г раствора с массовой долей растворенного безводного вещества 9,45%.

Задача №9-5 Адский камень

В XVIII – XIX веках процесс получения металла **Г** описывали следующим образом:

«Раствор адского камня (**A**) действовал на поташ (**Б**) (*реакция 1*). Получился осадок (**В**), который отфильтровали и прокалили (*реакция 2*). Так выделили благородный металл (**Г**). Этот же металл образуется и при прокаливании самого адского камня, при этом появляется лисий хвост (**Д**) (*реакция 3*).» Если прокалить 17 г «адского камня» образуется 10,8 г металла и смесь двух газов с плотностью по водороду 31.

Другим способом получения благородного металла **Г** является прокаливание с углем осадка, образующегося при действии каустика (**Е**) на раствор адского камня (*реакции 4 – 5*).

1. Приведите формулы веществ **A – E**.
2. Напишите уравнения реакций (1) – (5).
3. Рассчитайте массу «адского камня», необходимого для получения 200 г благородного металла.

1.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Навеску смеси кремния и цинка растворили при кипячении в концентрированном растворе гидроксида натрия, при этом выделилось 8,96 л газа (при н.у.). Растворение навески такой же массы в концентрированной хлороводородной кислоте сопровождалось выделением 0,2 г газа.

1. Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.
2. Определите содержание компонентов в смеси (в мас. %).

Задача №10-2

Оксид алюминия встречается в природе в виде минерала корунда. Замещением атомов алюминия в корунде на хром образуется рубин – прозрачный красный драгоценный камень и синий сапфир, при замещении алюминия на таллий и железо. Высокая прочность связи Al-O-Al и плотная кристаллическая структура определяет большую теплоту образования, высокую температуру плавления и высокую твердость оксида алюминия.

Экспериментально определено, что сгорание 1,5 моль алюминия сопровождается выделением 1256,25 кДж тепла.

1. Вычислите стандартную теплоту и энтальпию образования оксида алюминия.
2. Вычислите какой объём воздуха (взятый при н. у.) необходим для получения из простых веществ 306 г оксида алюминия и какое количество тепла при этом выделится.
3. Укажите области применения оксида алюминия.

Задача №10-3

При получении молибдена из природного минерала молибденита (содержит 40,0% серы и молибден) используется следующая технологическая схема:

1. Проводят обжиг молибденовой руды для получения оксида (33,3% кислорода).
2. Полученный оксид молибдена реагирует с раствором аммиака с образованием парамолибдата аммония – $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.
3. Полученный на второй стадии раствор подкисляют и отделяют образовавшийся осадок.
4. Термолизом полученного на 3 стадии осадка в присутствии кислорода получают оксид молибдена (33,3% кислорода).
5. Проводят восстановление оксида водородом.
 1. Приведите уравнения реакций стадий 1–5.
 2. Почему для получения молибдена не используют продукт, образовавшийся на стадии 1?
 3. Зачем необходимо присутствие кислорода на стадии термолиза 4?
 4. Почему на стадии восстановления оксида используют именно водород, а не другие восстановители (C, Al и пр.)?
 5. Учитывая слоистое строение кристаллов молибденита (наподобие графита), объясните причину высокой загрязнённости природного молибденита примесями.
 6. Укажите основные области применения молибдена.

Задача №10-4

Через 10,21 г стирола пропустили газ, образовавшийся при взаимодействии бромид натрия с концентрированной серной кислотой. В результате получили 18,73 г реакционной массы.

1. Напишите уравнения взаимодействия бромида натрия с серной кислотой и полученного газа со стиролом
2. Определите состав реакционной массы (в мас. %) и объясните полученный результат.

Задача №10-5

Цианотипия

Цианотипия – один из альтернативных способов печати фотографий, изобретенный Д. Гершелем в 1842 году. При таком способе печати не используется дорогостоящее серебро, а фотографии получаются насыщенно синими, что привлекает фотохудожников и в настоящее время. В интернете можно найти следующий рецепт для цианотипии:

«Для получения светочувствительного раствора необходимо смешать 20% раствор вещества А и 12% раствор вещества Б в объемном соотношении 1:1. Затем смесь немедленно нанести ровным слоем на лист бумаги и высушить ее в темном месте. На полученную бумагу накладывают негатив фотографии и выдерживают около 40 минут под УФ лампой. После этого изображение промывают в течение 10 минут в проточной воде».

Освещение смеси УФ-излучением приводит к разложению вещества А до вещества В с массовой долей железа 18,07% (реакция 1), и взаимодействию полученного вещества с веществом Б (реакция 2) с образованием соединения Г (36,48% Fe), придающего фотографиям синий цвет.

Известно, что вещество **A** можно получить при смешении 2,705 г галогенида железа с массовой долей железа 20,702% с 4,98 г оксалата калия растворенного в 20 мл воды (реакция 3), а вещество **B** (17,02% Fe), при добавлении соляной кислоты выделяет циановодород (реакция 4).

1. Определите вещества **A – Г**.
2. Напишите уравнения реакций **1 – 4**.

1.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Кристаллогидрат

Как-то раз юный химик нашел банку с полуистлевшей этикеткой, на которой можно было прочесть только слово «кристаллогидрат». Внутри банки оказались красные кристаллы вещества **A** не имеющие запаха и хорошо растворимые в воде.



Юный химик взвесил 3,45 г вещества **A** и стал осторожно нагревать на плитке при температуре 150°C. При этом наблюдалось выделение водяного пара и уменьшение вещества в объеме (реакция 1). Через 10 минут масса вещества перестала изменяться и стала равна 1,83 г. После увеличения температуры до 350°C начал выделяться бурый газ с резким запахом (реакция 2). Дождавшись окончания процесса, юный химик получил 0,75 г темно-зеленого, почти черного бинарного вещества **B**, содержащего 21,33 % кислорода.

Взяв еще немного вещества **A** из банки юный химик растворил его в воде и продолжил исследования. При добавлении раствора гидроксида натрия (реакция 3) был получен розовый аморфный осадок. При добавлении раствора сульфида натрия к раствору **A** (реакция 4) выпал серый осадок. Этих данных оказалось более чем достаточно для определения точной формулы **A**.

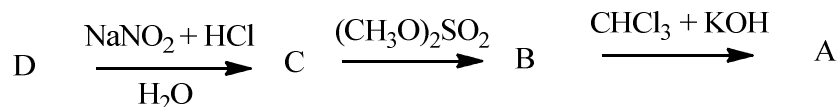
- 1) Определите формулы веществ **A** и **B**, ответы подтвердите расчетами.
- 2) Напишите уравнения реакций 1-4.
- 3) Рассчитайте массу вещества **A** и массу воды, которые нужно взять для приготовления 200 г раствора с массовой долей растворенного безводного вещества 9,45%.

Задача №11-2

Каждый день мы встречаемся с большим количеством химических веществ. Добавлением некоторых из них можно получить необходимый аромат пищевых продуктов. Например, с помощью бутилацетата создают запах дюшеса, аллилфеноксиацетата – ананаса, а метилантранилата – винограда. Подобные вещества называют ароматизаторами.

1. Напишите структурные формулы указанных ароматизаторов.

Вещество **A** ($C_8H_8O_3$) так же используется в кулинарии в качестве ароматизатора при получении кондитерских изделий и шоколада. Впервые оно было выделено из соответствующих плодов в 1858 году. В лаборатории его можно получить по следующей схеме:



2. Определите вещества **A – D** назовите их, используя номенклатуру ИЮПАК, если известно, что вещество **D** дает фиолетовое окрашивание с раствором $FeCl_3$, а заместители находятся в орто-положении по отношению друг к другу.
3. Напишите все уравнения реакций.

Задача №11-3

Название этого элемента означает «небесно-голубой», но ни простое вещество в твердом виде, ни соединения голубыми не являются. Аллюмосиликатный минерал, наиболее богатый данным элементом, также не имеет синей окраски. В чистом виде соответствующее простое вещество выделяют через последовательность стадий: вскрытие минерала соляной кислотой, осаждение хлоридом сурьмы (III) в виде комплексного соединения, последующее разложением комплекса, электролиз. Возможно также сульфатное вскрытие, в результате которого получается соль, называемая «... квасцы». Простое вещество трудно хранить, даже со льдом оно взаимодействует при -120°C , однако это вещество находит широкое применение в связи с уникальным значением некоего свойства данного элемента.

1. Какова формула комплексного соединения, если в его составе 41,45 мас. % описываемого элемента и 25,35% сурьмы?
2. Какой это элемент?
3. Чем обусловлено название элемента?
4. Как надо осуществлять электролиз, чтобы выделить описываемое простое вещество?
5. Почему простое вещество трудно хранить?
6. Предложите формулу квасцов, образующихся при сульфатном вскрытии минерала. Какова массовая доля цезия в этом веществе?
7. Напишите реакцию взаимодействия простого вещества со льдом.
8. О какой области применения идет речь? На каком свойстве элемента оно основано?

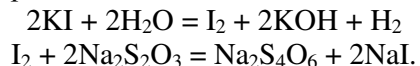
Задача №11-4

Через 10,21 г стирола пропустили газ, образовавшийся при взаимодействии бромид натрия с концентрированной серной кислотой. В результате получили 18,73 г реакционной массы.

1. Напишите уравнения взаимодействия бромида натрия с серной кислотой и полученного газа со стиролом
2. Определите состав реакционной массы (в мас. %) и объясните полученный результат.

Задача №11-5

Одним из способов количественного определения веществ является кулонометрическое титрование. Суть его заключается в том, что при пропускании тока через раствор анализируемого вещества происходит электролиз раствора с образованием титранта, который в свою очередь реагирует с определяемым веществом. Например, электролиз раствора KI приводит к образованию I_2 , который в свою очередь реагирует с определяемым веществом – тиосульфатом натрия:



Достоинством кулонометрического титрования является то, что не нужно заранее готовить раствор титранта (он образуется сразу на электродах), при этом количество добавленного титранта, который пропорционален количеству электричества, прошедшему через раствор, можно регулировать с достаточной точностью изменяя силу тока.

1. Определите содержание хлорид-ионов (мг/л) в водопроводной воде, если титрантом являлись ионы серебра, получаемые из серебряного анода, а на все титрование было затрачено 19,93 минут при силе тока 500 мА. Постоянная Фарадея $F=96485$ Кл/моль.
2. Напишите реакции, которые протекают на аноде и при титровании.

1.2 Задания Теоретического тура

1.2.1 Задания 9 класса

Задача №9-1

Читая произведение Гете «Фауст», Николай Пробринкин наткнулся на описание некой алхимической процедуры:

*«Являлся красный лев – и был он женихом,
И в теплой жидкости они его венчали
С прекрасной лилией, и грели их огнем,
И из сосуда их в сосуд перемещали...»*

Полученное вещество (А) применяли как лекарство:

*«И стали мы лечить – удвоились мученья,
Больные гибли все без исключения...»*

Помогите Николаю узнать какие химические соединения зашифрованы в этом тексте, если известно, что «красный лев» (вещество **Б**) является бинарным соединением одного из семи металлов древности (металл **В**). «Красный лев» при 500°C распадается на простые вещества, которые в этих условиях являются газами, плотность газовой смеси (при н.у.) составляет 9,67 кг/м³. Сам металл **В** обладает способностью растворять другие металлы. «Красного льва» можно получить из вещества **А** при действии на него едкого натра. «Прекрасную лилию» (вещество **Г**) алхимики получали действием купоросного масла на поваренную соль.

1. Определите формулы веществ (А - Г) и запишите уравнения всех реакций.
2. Как называются растворы металлов в металле **В**?
3. Рассчитайте массу «красного льва» и массу 15%-ного водного раствора «прекрасной лилии», необходимых для получения 27,15 г вещества **А**.
4. Почему лечение с помощью вещества **А** часто приводило к смерти больных?

Задача №9-2

Элемент **Х** образует несколько аллотропных модификаций. Одно из простых веществ (А) этого элемента в обычных условиях имеет твердое агрегатное состояние, темно-серый цвет, металлический блеск и хорошо проводит электрический ток. При сжигании **А** в избытке кислорода получили газообразное при нормальных условиях вещество **В** в 1,52 раза тяжелее воздуха. Пропускание газа **В** через насыщенный раствор вещества **С** приводит к образованию белого осадка (вещество **Д**), который растворяется при продолжительном пропускании газа **В**. Растворение осадка обусловлено образованием хорошо растворимого в воде вещества **Е**. При умеренном нагревании **Е** образуется несколько продуктов, среди которых газ **В** и бесцветная жидкость **Ф**. При прокаливании **Е** помимо **В** и **Ф** также образуется соединение **Г**, массовая доля кислорода в котором составляет 28,57%.

При сжигании **А** в недостатке кислорода образуется газообразное вещество **Н**, относительная плотность которого по воздуху при нормальных условиях близка к единице. Вещество **Н** при температуре 400 – 500°C способно реагировать с веществом **С** с образованием газообразного вещества **К** и вещества **Д**.

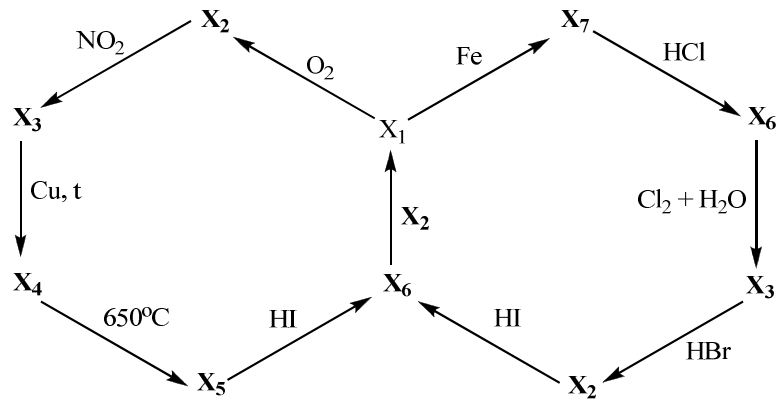
1. Назовите элемент **Х** и установите формулы веществ **А – К**.
2. Напишите уравнения всех реакций, упомянутых в тексте задачи.
3. Укажите название аллотропной модификации – вещества **А**.

Задача №9-3

Элемент и простое вещество **Х₁** известно с древнейших времен. Резкий запах и удушающее действие вещества **Х₂** использовались в религиозных обрядах жрецами, поэтому **Х₁** являлось символом сверхчеловеческих существ и подземных богов. У алхимиков элемент **Х₁** являлся одним из «начал» всех металлов, способ получения вещества **Х₃** разработан в XI веке Василием Валентином. Заводское производство **Х₃** в России организовано в 1718 году

по указу Петра Великого. Сегодня годовой объем промышленного производства X_3 превышает 70 миллионов тонн.

Приведенная ниже схема иллюстрирует превращения веществ $X_1 - X_6$, которые содержат элемент X_1 . Известно, что водные растворы веществ X_2, X_3, X_5, X_6 имеют кислую реакцию среды.



Вещество X_2 обладает окислительно-восстановительной двойственностью. Например, в реакции с X_6 оно выступает окислителем, а при взаимодействии с раствором темно-красного кристаллического вещества Y_1 , полученного взаимодействием насыщенного раствора хромата натрия с избытком серной кислоты, является восстановителем.

1. Установите формулы веществ $X_1 - X_6$.
2. Напишите уравнение всех представленных на схеме реакций.
3. Напишите реакцию получения Y_1 и взаимодействия его водного раствора с X_2 .

Задача №9-4

Структуру многих соединений можно описать в рамках теории плотнейших шаровых упаковок (ПШУ). При рассмотрении модели ПШУ считают, что атомы представляют собой жесткие шары. Касаясь, они заполняют большую часть пространства, однако между ними имеется незанятое пространство, которое называется пустотой, при этом в пустотах могут располагаться атомы других элементов. Различают два типа пустот: тетраэдрические и октаэдрические, которые называются по форме многогранников, вершины которых находятся в центрах окружающих их атомов. Тетраэдрическая пустота заключена между четырьмя атомами ПШУ, октаэдрическая – между шестью. При этом всегда на один атом ПШУ приходится одна октаэдрическая и две тетраэдрические пустоты. Например, структуру NaCl можно рассматривать как ПШУ ионов хлора, все октаэдрические пустоты в которой заняты ионами натрия; в структуре CaF₂ фторид-ионы занимают все тетраэдрические пустоты ПШУ из ионов кальция.

1. Определите формулу шпинели, в структуре которой атомы кислорода образовали ПШУ, атомы магния занимают 1/8 тетраэдрических, а алюминия – 1/2 октаэдрических пустот. Установите координационные числа (число ближайших соседей) атомов Mg, Al и O.

При твердофазном синтезе шпинели из оксидов на границе раздела Al₂O₃ и MgO сначала образуется зародыши фазы шпинели. Для дальнейшего роста образовавшейся фазы необходима встречная диффузия ионов Al³⁺ и Mg²⁺ через имеющийся слой шпинели. При этом граница раздела Al₂O₃/шпинель сдвигается в три раза быстрее, чем граница шпинель/MgO.

2. Напишите уравнения реакций, протекающих на границах раздела Al₂O₃ /шпинель (взаимодействие Al₂O₃ и ионов Mg²⁺) и шпинель/MgO (взаимодействие MgO и ионов Al³⁺) и общее уравнение реакции образования шпинели.
3. Объясните разную скорость роста фазы шпинели на различных границах раздела.

Задача №9-5

Название минерала, о котором пойдет речь в задаче, происходит от греческого словосочетания «камень, высекающий огонь». Другое его название возникло во времена золотой лихорадки и связано с его внешней схожестью с самородным золотом.

Навеску минерала массой 11,00 г сожгли в токе кислорода. Выделившийся при этом газ полностью поглотили бромной водой. К полученному раствору добавили избыток раствора хлорида бария, образовавшийся белый мелкокристаллический осадок отделили и высушили. Его масса составила 34,95 г.

1. Установите химическую формулу минерала, если известно, что он является бинарным соединением, содержащим 46,6% Fe. Приведите несколько его названий.
2. Вычислите массовую долю негорючих примесей в образце минерала взятого для исследования.
3. Напишите уравнения химических реакций, осуществленных при исследовании минерала.

Твердый остаток, полученный при обжиге минерала, может использоваться для получения металлического железа путем его восстановления газообразным водородом, угарным газом или углем.

4. На основании расчета тепловых эффектов реакций восстановления, определите какой из приведенных восстановителей потребует наименьших затрат энергии для проведения процесса.

Вещество	Q _{обр} , ккал/моль	Вещество	Q _{обр} , ккал/моль
FeO _(т)	62,98	H ₂ O _(г)	57,80
Fe ₃ O _{4(т)}	266,96	CO _(г)	26,42
Fe ₂ O _{3(т)}	196,50	CO _{2(г)}	94,05

1.2.2. Задания 10 класса**Задача №10-1**

Читая произведение Гете «Фауст», Николай Пробиркин наткнулся на описание некой алхимической процедуры:

*«Являлся красный лев – и был он женихом,
И в теплой жидкости они его венчали
С прекрасной лилией, и грели их огнем,
И из сосуда их в сосуд перемещали...»*

Полученное вещество (А) применяли как лекарство:

*«И стали мы лечить – удвоились мученья,
Больные гибли все без исключения...»*

Помогите Николаю узнать какие химические соединения зашифрованы в этом тексте, если известно, что «красный лев» (вещество Б) является бинарным соединением одного из семи металлов древности (металл В). «Красный лев» при 500°C распадается на простые вещества, которые в этих условиях являются газами, плотность газовой смеси (при н.у.) составляет 9,67 кг/м³. Сам металл В обладает способностью растворять другие металлы. «Красного льва» можно получить из вещества А при действии на него едкого натра. «Прекрасную лилию» (вещество Г) алхимики получали действием купоросного масла на поваренную соль.

1. Определите формулы веществ (А - Г) и запишите уравнения всех реакций.
2. Как называются растворы металлов в металле В?
3. Рассчитайте массу «красного льва» и массу 15%-ного водного раствора «прекрасной лилии», необходимых для получения 27,15 г вещества А.
4. Почему лечение с помощью вещества А часто приводило к смерти больных?

Задача №10-2

Химический элемент **X**, о котором пойдет речь, чрезвычайно неравномерно распространен на Земле. По содержанию в литосфере он занимает 25 место (0,0046%), а в атмосфере в виде простого вещества **A** входит в тройку наиболее распространенных элементов.

Наиболее важной реакцией в технологии элемента **X** является реакция взаимодействия **A** с газообразным водородом, протекающая при высоком давлении и температуре и приводящая к образованию вещества **Б** (реакция 1). Газообразное вещество **Б** (82,35% **X**) проявляет преимущественно основные свойства, в то время как **Б** в жидком состоянии может выступать в роли кислоты.

Окисление газообразного **Б** водным раствором гипохлорита натрия в присутствии желатина приводит к образованию жидкого при комнатной температуре вещества **В**, содержащего 87,50% **X** (реакция 2). Для соединения **В** характерны восстановительные свойства, например при взаимодействии с подкисленным раствором перманганата калия **В** окисляется до **A** (реакция 3). В присутствии сильных восстановителей, например H_2SnCl_4 , вещество **В** может проявлять окислительные свойства (реакция 4).

Взаимодействие **В** с азотистой кислотой приводит к образованию вещества **Г** (97,67% **X**, реакция 5), которое проявляет выраженные кислотные свойства. В растворе **Г** медленно диспропорционирует на вещество **A** и **Д** (42,42 % **X**, реакция 6).

Вещество **Д** также можно получить взаимодействием монооксида **X** и водорода на платиновом катализаторе (реакция 7) или восстановлением высшей кислоты, образованной **X**, водородом в момент выделения (реакция 8). **Д** обладает окислительно-восстановительной двойственностью – при реакции с окислителями, например иодом в присутствии щелочи, образует оксид X_2O (реакция 9), а при действии гидроксида железа (II) восстанавливается до соединения **Б** (реакция 10).

1. Укажите название элемента *X*, о соединениях которого идет речь в условии. Дайте аргументированный ответ.
2. Определите вещества *A – Д*.
3. Напишите уравнения реакций 1 – 10.
4. Приведите два уравнения химических реакций, иллюстрирующих кислотные и основные свойства соединения *Б*.
5. Объясните как изменяются основные свойства в ряду *Б – В – Д*. Аргументируйте свой ответ опираясь на знания о взаимном влиянии атомов в молекулах.

Задача №10-3

Из ацетилена получают большое количество разнообразных органических соединений – уксусную кислоту, этиловый спирт, ароматические углеводороды, мономеры для производства пластмасс и каучуков. Ниже приведена схема, описывающее получение шести кислородсодержащих изомерных соединений **I – VI** из ацетилена.

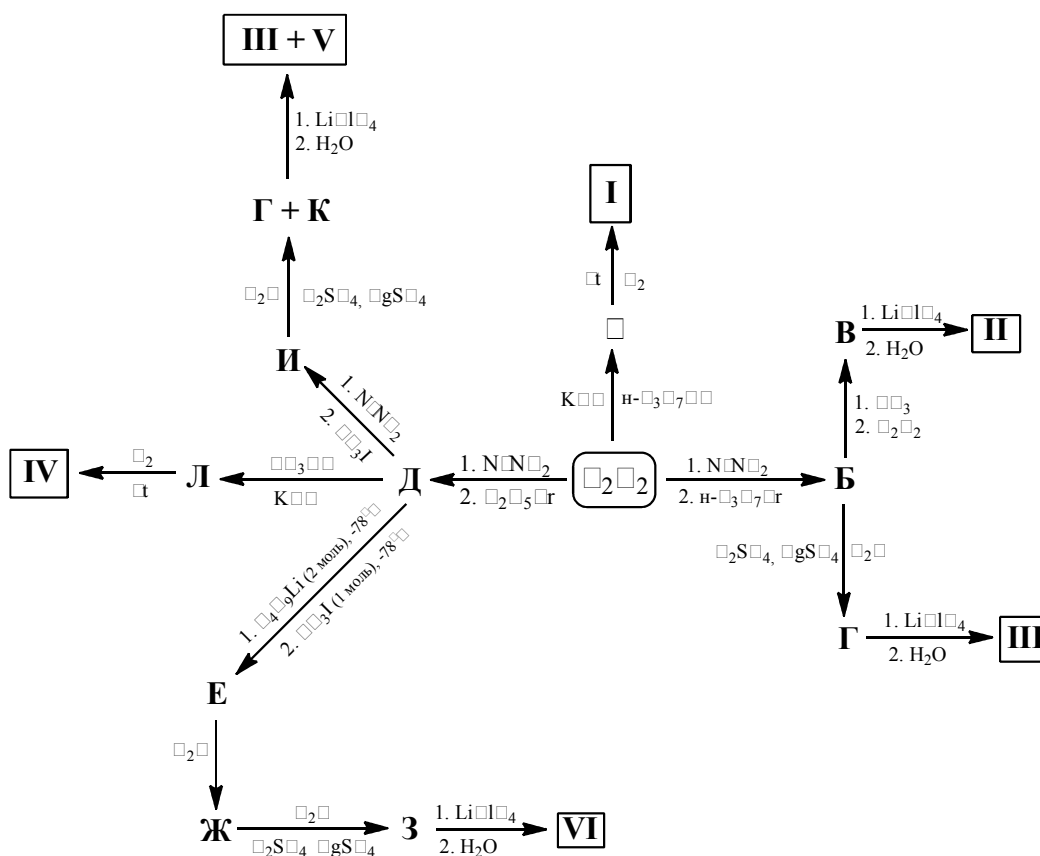
Известно, что вещества **A, В, Г, З, К, Л** – изомеры, каждый из которых содержит атом кислорода, вещества **Б, Ж, И** – изомерные алкины, а вещества **В, Г, З, К** – карбонильные соединения.

Существует два основных промышленных способа получения ацетилена:

1. Высокотемпературный пиролиз метана или пропан-бутановой смеси, образующийся ацетилен загрязнен этиленом и требует выделения.
2. Чистый ацетилен без примесей получают карбидным методом, который включает стадии термического разложения известняка, получение карбида кальция и его гидролиз.

1. Напишите структурные формулы веществ **I–VI** и **A–Л**.

2. Напишите уравнения химических реакций, реализуемых при промышленном получении ацетилена из метана и известняка.



Задача №10-4

Состояние химического равновесия обратимых процессов количественно характеризуется константой равновесия K_c . Например, для реакции синтеза аммиака константа равновесия, выраженная через равновесные молярные концентрации веществ, определяется следующим выражением:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3},$$

где $[NH_3]$, $[N_2]$ и $[H_2]$ – равновесные концентрации компонентов.

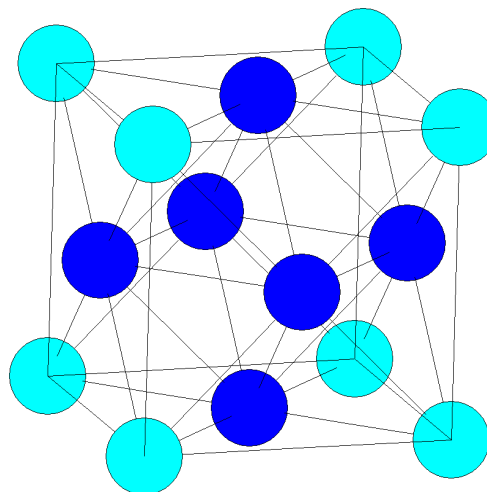
Знание констант равновесия и закономерностей смещения химического равновесия при изменении условий позволяет оптимизировать параметры осуществления различных технологических процессов, например синтез аммиака выгоднее вести при температуре около 500°C и повышенном давлении.

В закрытом сосуде постоянного объема при определенной температуре протекает химическая реакция в соответствии с уравнением $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} + NO_{(g)}$. Константа равновесия процесса в данных условиях равна 0,125. После установления равновесия концентрация диоксида серы оказалась равной 0,20 моль/дм³, а исходная концентрация диоксида азота равна 0,50 моль/дм³.

1. Определите исходную концентрацию диоксида серы (в моль/дм³).
2. Определите степень превращения диоксида серы (в %).
3. Вычислите, при какой начальной концентрации диоксида азота степень превращения диоксида серы в данных условиях составит 95%.
4. При промышленном получении какого вещества использовалась реакция между диоксидом серы и азота?

Задача №10-5

Многие металлы образуют друг с другом сплавы и интерметаллические соединения (ИМС). Сплавы представляют собой твердые растворы замещения, в их структуре атомы размещаются статистически, в структуре ИМС атомы размещены упорядоченно. Элементарная ячейка одного из ИМС меди и золота представлена на рисунке. В структуре этого ИМС атомы золота расположены в вершинах, а меди – в центрах граней кубической элементарной ячейки. Существует и сплав меди с золотом состава, аналогичного указанному ИМС. В структуре сплава атомы размещаются по таким же позициям, но неупорядоченно, т.е. нельзя сказать какой именно атом находится в вершине, а какой в центре грани элементарной ячейки.



1. Определите формулу ИМС и сплава.

2. Учитывая, что плотность сплава равна $12,2 \text{ г/см}^3$, определите кратчайшее межатомное расстояние в его структуре в ангстремах ($1 \text{ м} = 10^{10} \text{ Å}$).

Навеску ИМС меди и золота растворили в царской водке. К полученному раствору прилили 30% раствор пероксида водорода, при этом образовался осадок металла.

3. Напишите уравнения реакций растворения ИМС в царской водке и восстановления одного из металлов.

4. Приведите уравнения химических реакций, позволяющих выделить второй металл из раствора полученного после отделения осадка первого металла.

1.2.3. Задания 11 класса**Задача №11-1**

При пропускании газа **А** над нагретым твердым бинарным веществом **Б**, расплывающимся на воздухе, образуется твердое белое вещество **В** и отгоняется бесцветная жидкость **Г**. Все вещества могут взаимодействовать с водой. При действии горячей воды на **Б** образуется смесь двух кислот **Д** и **Е**; при растворении **А** образуется только неустойчивая кислота **Ж**, обладающая преимущественно восстановительными свойствами, например обесцвечивает раствор перманганата калия. При растворении в воде **Г** образуются две кислоты **Д** и **Ж**, а **В** поглощает воду, выделяя много тепла и образуя кислоту **Е**.

При взаимодействии 0,1 моль **Д** с раствором нитрата серебра выделяется с 14,35 г осадка, а **Е** образует с AgNO_3 желтый осадок. Пропускание газа **А** через насыщенный раствор гидроксида кальция приводит к его помутнению.

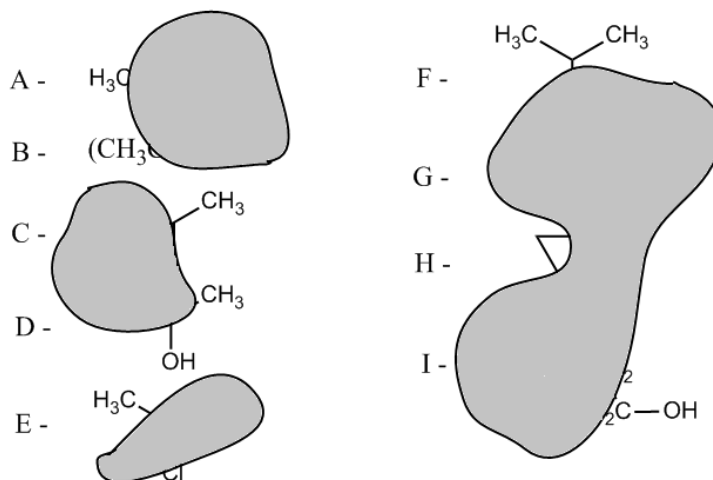
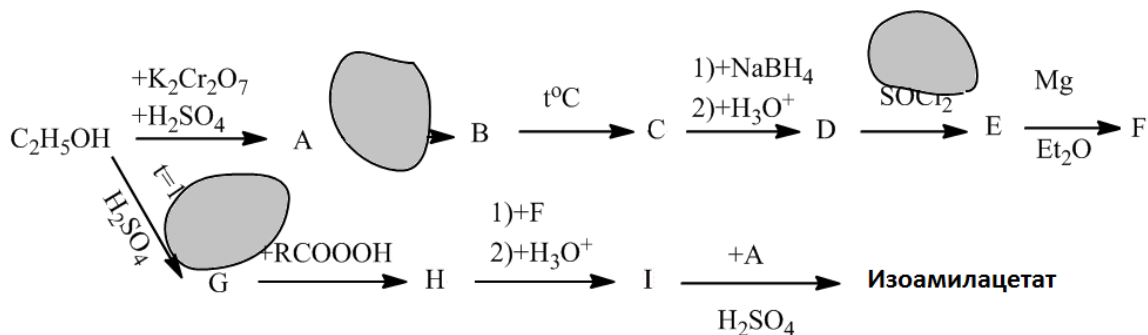
1. Определите вещества **А** – **Ж**. Формулу вещества **Д** подтвердите расчетом.

2. Напишите уравнения реакций, описанных в тексте.

Задача №11-2

Однажды химику Василию для синтеза понадобился изоамиловый эфир уксусной кислоты. Посмотрев все запасы, Василий не нашел нужного эфира, но обнаружил этанол, диэтиловый эфир и множество неорганических веществ.

В книге по органическому синтезу Василий нашел схему позволяющую получить требуемый эфир, однако на его беду схема и ее расшифровка была испорчена пятнами.



1. Напишите уравнения реакций, отвечающих приведенной схеме.
2. Определите вещества А – I.

Задача №11-3

Состояние равновесия в насыщенных растворах малорастворимых электролитов характеризуют произведением растворимости (ПР). Например, для насыщенного раствора иодида свинца величина ПР определяется следующим выражением:

$$\text{PbI}_{2(\text{к})} = \text{Pb}^{2+}_{(\text{р-р})} + 2\text{I}^{-}_{(\text{р-р})} \\
 \text{ПР} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^{-}]^2$$

Величина ПР позволяет определить возможность образования осадка малорастворимого соединения, оценить степень соосаждения других ионов. Так, образование осадка иодида свинца возможно, когда произведение равновесных концентрации ионов свинца и иодид-ионов больше, чем величина ПР, то есть выполняется условие:

$$\text{ПР} < [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^{-}]^2$$

Аргентометрическое определение хлорид-ионов по методу Мора основано на титровании раствора, содержащего хлорид-ионы стандартным раствором нитрата серебра в присутствии индикатора – хромата калия.

1. Исходя из величины ПР хлорида серебра ($1,78 \cdot 10^{-10}$) и хромата серебра ($1,1 \cdot 10^{-13}$) вычислите равновесную концентрацию ионов серебра в насыщенном растворе AgCl и Ag_2CrO_4 . Объясните, почему AgCl осаждается в первую очередь.

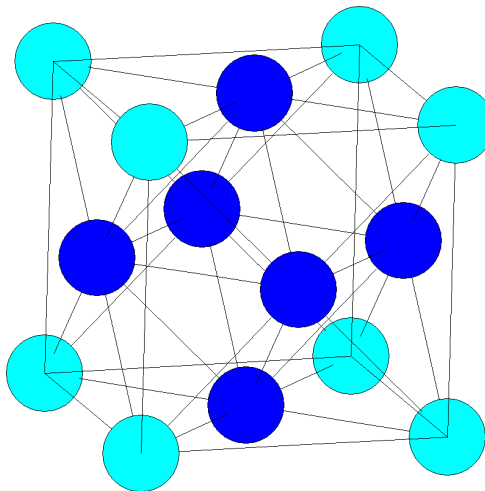
К 100 мл раствора, содержащего 106,5 мг хлорид-ионов добавили 1 мл раствора хромата калия с концентрацией 1 моль/л и осуществили титрование 0,1 моль/л раствором AgNO_3 .

2. Рассчитайте объем раствора AgNO_3 необходимого для количественного осаждения хлорид-ионов.
3. Определите, достаточна ли равновесная концентрация ионов серебра в точке эквивалентности для начала осаждения Ag_2CrO_4 .

4. Рассчитайте какой минимальный объем раствора хромата калия с концентрацией 1 моль/л необходимо добавить при титровании в указанных условиях, чтобы осаждение Ag_2CrO_4 началось в точке эквивалентности.

Задача №11-4

Многие металлы образуют друг с другом сплавы и интерметаллические соединения (ИМС). Сплавы представляют собой твердые растворы замещения, в их структуре атомы размещаются статистически, в структуре ИМС атомы размещены упорядоченно. Элементарная ячейка одного из ИМС меди и золота представлена на рисунке. В структуре этого ИМС атомы золота расположены в вершинах, а меди – в центрах граней кубической элементарной ячейки. Существует и сплав меди с золотом состава, аналогичного указанному ИМС. В структуре сплава атомы размещаются по таким же позициям, но неупорядоченно, т.е. нельзя сказать какой именно атом находится в вершине, а какой в центре грани элементарной ячейки.



1. Определите формулу ИМС и сплава.

2. Учитывая, что плотность сплава равна $12,2 \text{ г/см}^3$, определите кратчайшее межатомное расстояние в его структуре в ангстремах ($1 \text{ м} = 10^{10} \text{ Å}$).

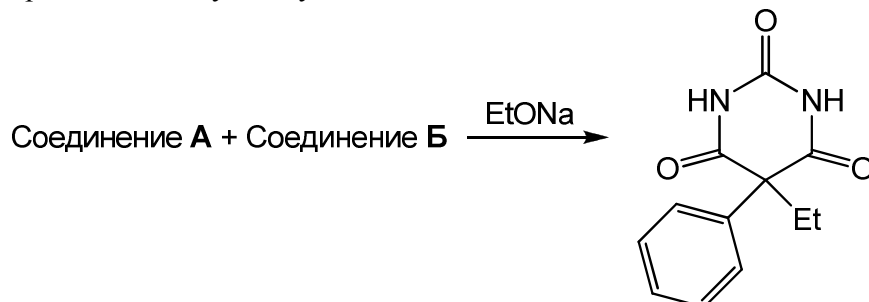
Навеску ИМС меди и золота растворили в царской водке. К полученному раствору прилили 30% раствор пероксида водорода, при этом образовался осадок металла.

3. Напишите уравнения реакций растворения ИМС в царской водке и восстановления одного из металлов.

4. Приведите уравнения химических реакций, позволяющих выделить второй металл из раствора полученного после отделения осадка первого металла.

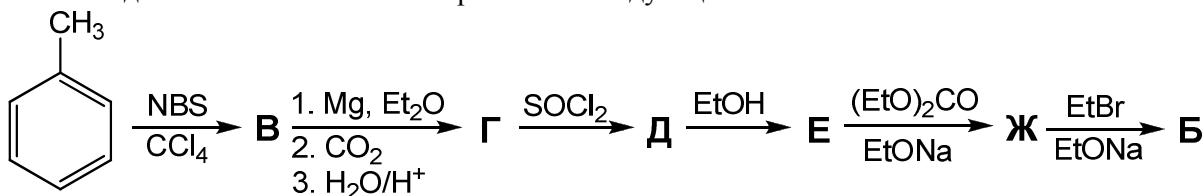
Задача №11-5

Барбитураты – группа лекарственных средств производных барбитуровой кислоты, действующих на центральную нервную систему как антидепрессанты и применяющихся при лечении эпилепсии. В 1912 году компания Bayer выпустила в продажу фенобарбитал под торговым названием Luminal. Данный барбитурат был синтезирован германским химиком Эмилем Фишером в 1904 году из двух соединений А и Б:



Соединение А является промежуточным продуктом обмена веществ и может быть обнаружено в моче человека. Сжигание 0,30 г образца соединения А дает 0,22 г углекислого газа и 0,18 г воды. Кипячение такой же массы образца соединения А с избытком щелочи, высвобождает весь азот в виде аммиака, для нейтрализации которого достаточно 50 см^3 0,2 М соляной кислоты. Масс-спектрометрия показывает, что соединение А обладает относительной молекулярной массой 60 г/моль.

Соединение **Б** можно синтезировать по следующей схеме:



Где NBS (N-бромсукцинимид) – источник радикалов брома, Et – радикал этил.

1. Определите вещество **А**. Ответ подтвердите расчетом.
2. Определите структурные формулы соединений **Б – Ж**.

1.3. Задания Экспериментального тура

1.3.1. Задание 9 класса

В пронумерованных пробирках находятся растворы семи веществ из следующего списка (7 из 8 возможных): NaNO_3 , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaOH , H_2SO_4 , BaCl_2 , ZnSO_4 , AlCl_3 .

1. Не используя других реактивов, установите соответствие между номером пробирки и веществом, раствор которого в ней находится.
2. Заполните таблицу наблюдаемых эффектов реакций между веществами задачи:

	NaNO_3	Na_2SO_4	Na_2CO_3	NaOH	H_2SO_4	BaCl_2	ZnSO_4	AlCl_3
NaNO_3								
Na_2SO_4								
Na_2CO_3								
NaOH								
H_2SO_4								
BaCl_2								
ZnSO_4								
AlCl_3								

3. Напишите уравнения реакций, которые сопровождаются видимыми изменениями для всех восьми веществ.

1.3.2. Задание 10 класса

Метод комплексонометрического титрования применим для определения не только катионов металлов, но и, посредством косвенного титрования, для определения анионов. Например, сульфат-ионы можно определить, используя следующую методику:

Анализируемый раствор количественно переносят из пробирки в термостойкую коническую колбу (или стакан), пробирку промывают 2-3 раза дистиллированной водой, промывные воды приливают к анализируемому раствору.

К полученному раствору добавляют 20 мл раствора BaCl_2 с концентрацией 0,2 моль/л, перемешивают и нагревают содержимое колбы (стакана) до кипения. После охлаждения образовавшуюся суспензию фильтруют, фильтрат собирают в мерную колбу на 100 мл. Осадок на фильтре промывают 2-3 раза дистиллированной водой.

Аликвоту фильтрата объемом 10 мл разбавляют дистиллированной водой до объема ~ 50 мл, добавляют 5 мл буферного раствора с $\text{pH} = 9-10$, индикатор эриохром черный Т и титруют раствором ЭДТА с концентрацией 0,025 моль/л до появления синей окраски индикатора. Титрование повторяют 2-3 раза до получения результатов отличающихся не более чем на 0,1 мл.

1. Используя приведенную методику, определите массу сульфат-ионов в пересчете на сульфат натрия (мг) в выданном растворе.
2. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при проведении анализа.
3. Приведите структурную формулу динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и ее комплекса с катионом бария.

4. Особенностью буферных растворов является способность сохранять постоянной кислотность среды при добавлении к раствору сильных кислот или оснований. Объясните, зачем необходимо добавление буферного раствора при титровании.

Реактивы: 0,2 моль/л BaCl_2 , 0,025 моль/л ЭДТА, аммиачный буферный раствор ($\text{pH} = 9-10$), эриохром черный Т (1:100).

Оборудование: колба мерная на 100 мл, колбы конические для титрования, воронка для фильтрования, фильтровальная бумага, пипетка Мора на 10 мл, бюретка на 25 мл, стаканчик для заполнения бюретки, груша, электроплитка.

1.2.3. Задание 11 класса

Задание 1

В семи пронумерованных пробирках находятся водные растворы следующих веществ: глицина (α -аминоуксусной кислоты), винной кислоты (2,3-дигидроксипропановая кислота), уксусной кислоты, глюкозы, ксилита, мочевины, и ацетата натрия.

1. Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите вещества в пробирках.

2. Опишите ход определения. Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение каждого вещества.

Реактивы: 10% растворы NaOH , NaHCO_3 , CuSO_4 , универсальная индикаторная бумага.

Оборудование: штатив с пробирками, водяная баня.

Задание 2

Одним из распространенных методом количественного определения органических веществ является кислотно-основное титрование. Например, содержание вещества обуславливающего свойства столового уксуса можно определить используя следующую методику:

Аликвоту столового уксуса объемом 1 мл разбавляют дистиллированной водой до объема ~ 50 мл, добавляют 2-3 капли раствора фенолфталеина и титруют раствором NaOH с концентрацией 0,1 моль/л до перехода окраски индикатора. Титрование повторяют 2-3 раза до получения результатов отличающихся не более чем на 0,1 мл.

1. Назовите вещество, которое обуславливает свойства столового уксуса, если известно, что оно было одним из веществ первой задачи.

2. Приведите 2-3 способа получения основного вещества столового уксуса.

3. Используя имеющиеся реактивы и оборудование, вычислите массовую долю основного вещества в столовом уксусе. При расчетах примите, что плотность столового уксуса равна 1,007 г/мл.

Реактивы: 0,1 моль/л NaOH , 0,1% раствор фенолфталеина.

Оборудование: колбы конические для титрования, пипетка на 1 мл, бюретка на 25 мл, стаканчик для заполнения бюретки, груша.

2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник за отборочный тур – 50. К участию в финальных (теоретическом и экспериментальном) турах допускались участники, выполнившие работы отборочного тура и набравшие суммарно не менее 19 баллов для параллели 7-9 классов, не менее 18 баллов – для 10 классов, не менее 17 баллов – для 11 классов, включая победителей и призеров олимпиады предыдущего года. Баллы отборочного тура не суммируются с баллами финальных туров.

Участники финальных туров максимально могли набрать 50 баллов за теоретический тур и 20 баллов за экспериментальный тур. Критерии оценивания заданий приведены ниже.

Победителями (Диплом I степени) считать участников, набравших 55.0 и более баллов.

Призерами (Диплом II степени) считать от 45.0 до 54.9 баллов включительно.

Призерами (Диплом III степени) считать от 35.0 до 44.9 баллов включительно.

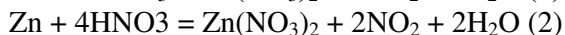
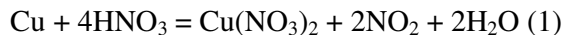
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

3.1. Критерии оценивания заданий Отборочного теоретического тура

3.1.1. Задания 9 класса

Задача №9-1

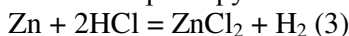
Медь и цинк реагируют с концентрированной азотной кислотой с выделением оксида азота (IV):



Тот факт, что выделяется оксид азота (IV) можно подтвердить расчетом молярной массы газа:

$$M(\text{NO}_2) = D_{\text{возд}} \cdot 29 = 1,586 \cdot 29 = 46 \text{ г/моль}$$

С разбавленной хлороводородной кислотой реагирует только цинк:



Исходя из уравнения (3) можем вычислить количество вещества цинка и его массу в образце латуни:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,1 \cdot 65 = 6,5 \text{ г}$$

Общее количество вещества оксида азота, выделяющегося в реакциях (1) и (2) равно:

$$n(\text{NO}_2) = 13,8/46 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 2n(\text{Zn}) + 2n(\text{Cu}) = 0,3$$

$$n(\text{Cu}) = (0,3 - 2n(\text{Zn}))/2 = (0,3 - 2 \cdot 0,1)/2 = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ г}$$

Тогда, масса образца латуни равна $3,2 + 6,5 = 9,7 \text{ г}$

Найдем массовую долю цинка и меди в сплаве:

$$w(\text{Zn}) = 6,5/9,7 = 0,67 \text{ (67,0\%)}$$

$$w(\text{Cu}) = 1 - 0,67 = 0,33 \text{ (33,0\%)}$$

Разбалловка

Уравнения реакций (1), (2)	2x1,5 б. = 3 б.
Уравнение реакции (3)	1 б.
Расчет массы цинка в смеси	2 б.
Расчет массы меди в смеси	3 б.
Расчет содержания цинка и меди в смеси	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-2

Найдем молярную массу газа **W**:

$$M(\text{W}) = M(\text{возд}) \cdot 2,45 = 29 \cdot 2,45 = 71,$$

что может соответствовать только хлору (желто-зеленый газ), то есть **W** – это хлор (Cl_2)

Реакция хлора с раствором КОН приводит к получению веществ **X** и **Y**, поэтому можно предположить, что они содержат хлор. При этом вещество **Y** является хлоридом, это подтверждается качественной реакцией **Y** с нитратом серебра. То есть **Y** - хлорид калия KCl ,

Действием концентрированной серной кислоты на хлорид калия можно получить хлороводород – HCl (**Z**)

Из схемы термического разложения **X**:



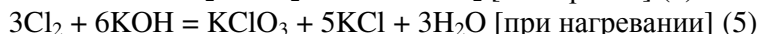
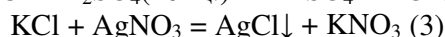
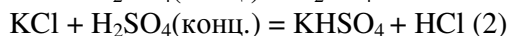
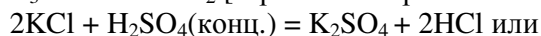
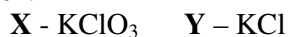
можно предположить, что вещество **X** содержит калий, хлор и кислород. Также количества веществ **X** и **Y** должны относиться между собой как целые числа, поэтому предполагая, что $n(\text{X}) = n(\text{Y})$ получим:

$$n(\text{Y}) = m/M = 2,98/74,5 = 0,04 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = m/n = 4,90/0,04 = 122,5 \text{ г/моль,}$$

что соответствует формуле KClO_3 – хлорат калия (**X**)

Тривиальное название – бертолетова соль, используется в пиротехнике и при изготовлении спичек.



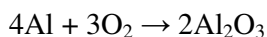
Разбалловка

Определение вещества X *	2 б.
Определение веществ W , Y , Z *	3x1 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

* за определение веществ без проведения расчетов (где это возможно) баллы снижают на половину (1 б. за **X** и по 0,5 б. за **W**, **Y**, **Z**). Если участник высказывает предположение о формуле соединения, а затем подтверждает его расчетом, то баллы не снижаются.

Задача №9-3

Сгорание алюминия протекает по уравнению:



Стандартная теплота образования оксида алюминия ($Q_{\text{обр}}$) – это теплота, выделяющаяся при образовании 1 моль оксида алюминия из простых веществ.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Al}) = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ моль}$$

$$\text{При образовании } 0,75 \text{ моль } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ выделяется } 1256,25 \text{ кДж}$$

$$\text{При образовании } 1 \text{ моль } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ выделяется } X \text{ кДж}$$

$$X = 1256,25 \cdot 1/0,75 = 1675 \text{ кДж}$$

Получаем, что $Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1675 \text{ кДж/моль}$

Соответственно стандартная энтальпия образования будет иметь обратный знак: $\Delta H_f^0 = -1675 \text{ кДж/моль}$.

По уравнению реакции:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{Al}_2\text{O}_3)/M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 306/102 = 3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 1,5n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_M(\text{O}_2) = 4,5 \cdot 32 = 100,8 \text{ л}$$

Рассчитаем объем воздуха, зная, что объемная доля кислорода в воздухе 21%:

$$V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2)/\phi(\text{O}_2) = 100,8/0,21 = 480 \text{ л}$$

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 3 моль Al_2O_3 :

$$\text{При образовании } 1 \text{ моль } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ выделяется } 1675 \text{ кДж}$$

$$\text{При образовании } 3 \text{ моль } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ выделяется } X \text{ кДж}$$

$$X = 3 \cdot 1675/1 = 5025 \text{ моль}$$

Оксид алюминия в виде сапфира и рубина используется при изготовлении ювелирных изделий. Другие модификации применяются в качестве катализаторов, адсорбентов, инертных наполнителей в химической промышленности. Керамика на основе оксида

алюминия обладает высокой твёрдостью, огнеупорностью и антифрикционными свойствами, а также является хорошим изолятором.

Также оксид алюминия является сырьем для получения алюминия.

Разбалловка

Уравнение реакции сгорания алюминия	16.
Вычисление стандартной теплоты образования Al_2O_3	26.
Расчет стандартной энтальпии образования Al_2O_3	16.
Расчет объема кислорода	16.
Расчет объема воздуха	16.
Расчет выделившейся теплоты	26.
За указание областей применения оксида алюминия	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4

Очевидно, что **Б** является оксидом. Общую формулу **Б** можно записать как $Э_2O_x$. Тогда массовая доля кислорода в **Б** будет равна:

$$\omega(O) = A_r(O) \cdot n / M_r(Э_2O_x) = 16x / (2y + 16x) = 0,2133,$$

где y – атомная масса элемента $Э$

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

$$y = 29,5x$$

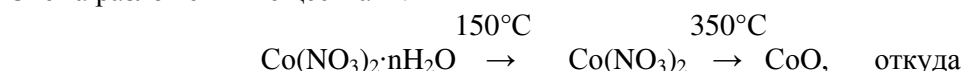
При $x = 1$ получим $y = 29,5$ – не подходит

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

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

Газ бурого цвета – это NO_2 , он может выделяться при разложении нитратов, значит, вещество **А** – кристаллогидрат нитрата кобальта $Co(NO_3)_2 \cdot nH_2O$.

Схема разложения вещества **А**:



$$n(Co(NO_3)_2 \cdot nH_2O) = n(Co(NO_3)_2) = n(CoO)$$

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

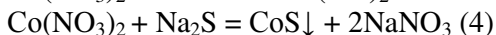
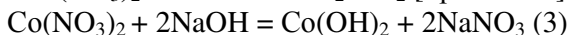
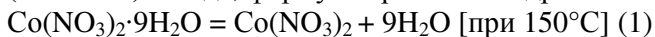
$$n(Co(NO_3)_2) = m/M = 1,83/183 = 0,01 \text{ моль,}$$

что подтверждает наши предположения

Тогда можем найти молярную массу кристаллогидрата:

$$M(Co(NO_3)_2 \cdot nH_2O) = m/n = 3,45/0,01 = 345 \text{ г/моль}$$

На воду приходится $345 - 183 = 162$ единицы массы, что соответствует 9 молекулам ($162/18=9$). Тогда, формула кристаллогидрата **А** - $Co(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$



В 200 г раствора с массовой долей $Co(NO_3)_2$ равной 9,45% содержится:

$$m(Co(NO_3)_2) = 200 \cdot 0,0945 = 18,9 \text{ г}$$

Найденная масса нитрата кобальта содержится в:

$$m(Co(NO_3)_2 \cdot 9H_2O) = 345 \times 18,9/183 = 35,6 \text{ г}$$

$$\text{Тогда масса необходимой воды } m(H_2O) = 200 - 35,6 = 164,4 \text{ г}$$

Разбалловка

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

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

Задача №9-5

«Адский камень» – нитрат серебра AgNO_3 (вещество А)

«Поташ» – карбонат калия K_2CO_3 (вещество Б)

«Осадок» – карбонат серебра Ag_2CO_3 (вещество В)

«Благородный металл» – серебро Ag (вещество Г)

«Лисий хвост» – оксид азота (IV) NO_2 (вещество Д)

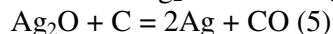
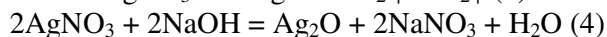
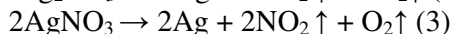
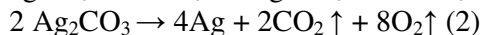
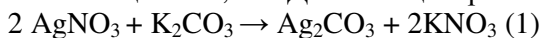
«Каустик» – гидроксид натрия NaOH (вещество Е)

Можно по реакции $2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, подтвердить правильность определения веществ А, Г и Д:

$$n(\text{AgNO}_3) = 17/170 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ag}) = 10,8/108 = 0,1 \text{ моль}$$

Возможен вариант определения веществ А, Г и Д с помощью расчетов.



Масса нитрата серебра, рассчитанная по уравнениям (1), (2) и (3) – одинакова:

Рассчитаем массу нитрата серебра, необходимого для получения 200 г серебра:

$$n(\text{Ag}) = 200/108 = 1,85 \text{ моль}$$

По способу 1 (уравнения 1-2):

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,5n(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = n(\text{Ag}) = 1,85 \text{ моль}$$

По способу 2 (уравнение 3):

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 1,85 \text{ моль}$$

Тогда масса нитрата серебра будет равна:

$$m(\text{AgNO}_3) = 1,85 \cdot 170 = 314,5 \text{ г.}$$

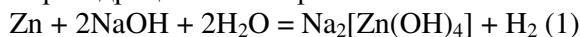
Разбалловка

Определение веществ А – Е	6x0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
Расчет массы «адского камня»	2 б.
ИТОГО	10 б.

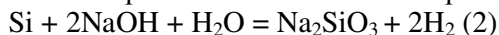
3.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

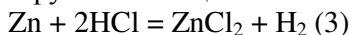
Цинк, являясь металлом, проявляющим амфотерные свойства, реагирует с водным раствором щелочи с образованием тетрагидроцинката натрия:



Кремний растворяется в щелочи с образованием силиката натрия:



С хлороводородной кислотой реагирует только цинк:



Исходя из уравнения (3) вычислим количество вещества цинка и его массу:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 0,2/2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,1 \cdot 65 = 6,5 \text{ г}$$

Найдем количество водорода, которое выделяется в результате протекания реакций (1) и (2):

$$n'(\text{H}_2) = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль}$$

Согласно уравнениям реакций (1) и (2):

$$n'(H_2) = n(Zn) + 2n(Si) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(Si) = (0,4 - n(Zn))/2 = (0,4 - 0,1)/2 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(Si) = 0,15 \cdot 28 = 4,2 \text{ г}$$

Тогда масса навески будет равна:

$$m_{\Sigma} = 4,2 + 6,5 = 10,7 \text{ г}$$

И соответственно массовые доли компонентов смеси:

$$w(Zn) = 6,5/10,7 = 0,6075 \text{ (60,75\%)}$$

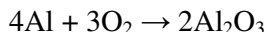
$$w(Si) = 1 - 0,6075 = 0,3925 \text{ (39,25\%)}$$

Разбалловка

Уравнения реакций (1), (2)	2х1,5 б. = 3 б.
Уравнение реакции (3)	1 б.
Расчет массы цинка в смеси	2 б.
Расчет массы кремния в смеси	3 б.
Расчет содержания цинка и кремния в смеси	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

Сгорание алюминия протекает по уравнению:



Стандартная теплота образования оксида алюминия ($Q_{обр}$) – это теплота, выделяющаяся при образовании 1 моль оксида алюминия из простых веществ.

По уравнению реакции:

$$n(Al_2O_3) = 0,5n(Al) = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ моль}$$

При образовании 0,75 моль Al_2O_3 выделяется 1256,25 кДж

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

$$X = 1256,25 \cdot 1/0,75 = 1675 \text{ кДж}$$

Получаем, что $Q_{обр}(Al_2O_3) = 1675 \text{ кДж/моль}$

Соответственно стандартная энтальпия образования будет иметь обратный знак: $\Delta H_f^0 = -1675 \text{ кДж/моль}$.

По уравнению реакции:

$$n(Al_2O_3) = m(Al_2O_3)/M(Al_2O_3) = 306/102 = 3 \text{ моль}$$

$$n(O_2) = 1,5n(Al_2O_3) = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = n(O_2) \cdot V_M(O_2) = 4,5 \cdot 32 = 100,8 \text{ л}$$

Рассчитаем объем воздуха, зная, что объемная доля кислорода в воздухе 21%:

$$V(\text{воздуха}) = V(O_2)/\varphi(O_2) = 100,8/0,21 = 480 \text{ л}$$

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 3 моль Al_2O_3 :

При образовании 1 моль Al_2O_3 выделяется 1675 кДж

При образовании 3 моль Al_2O_3 выделяется X кДж

$$X = 3 \cdot 1675/1 = 5025 \text{ моль}$$

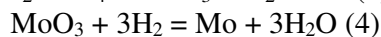
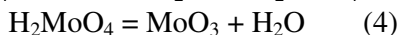
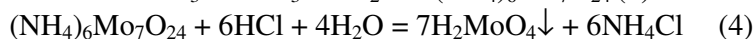
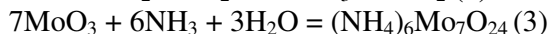
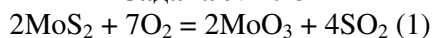
Оксид алюминия в виде сапфира и рубина используется при изготовлении ювелирных изделий. Другие модификации применяются в качестве катализаторов, адсорбентов, инертных наполнителей в химической промышленности. Керамика на основе оксида алюминия обладает высокой твердостью, огнеупорностью и антифрикционными свойствами, а также является хорошим изолятором.

Также оксид алюминия является сырьем для получения алюминия.

Разбалловка

Уравнение реакции сгорания алюминия	1б.
Вычисление стандартной теплоты образования Al_2O_3	2б.
Расчет стандартной энтальпии образования Al_2O_3	1б.
Расчет объема кислорода	1б.

Расчет объема воздуха	16.
Расчет выделившейся теплоты	26.
За указание областей применения оксида алюминия	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3

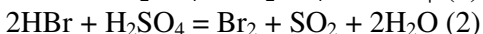
- Оксид MoO_3 , полученный на стадии 1, сильно загрязнен примесями.
- В отсутствии кислорода на стадии 4 могут образовываться оксиды молибдена в более низких степенях окисления.
- Использование других восстановителей приводит к загрязнению молибдена примесями карбидов, силицидов, сплавов или интерметаллических соединений.
- Молибденит в природных условиях может образовывать интеркалаты
- Молибден применяется как компонент жаропрочных и коррозионностойких сплавов. Чистый молибден используется для изготовления высокотемпературных печей, вводов электрического тока в лампочках. Молибденсодержащие катализаторы широко применяются в процессах переработки нефти. MoS_2 – высокотемпературный смазочный материал. Указание любой области применения

Разбалловка

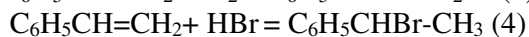
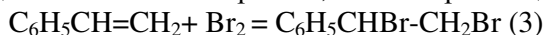
Уравнения реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
Ответы на вопросы 2-6	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4

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



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



То есть реакционная смесь содержит 2 вещества:

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

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

Тогда масса реакционной смеси будет равна:

$$X + Y = 18,73$$

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

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

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

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

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

Решая систему уравнений:

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

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

$$Y = 16,83 \text{ г} - \text{масса } C_6H_5CHBr-CH_3$$

Тогда массовые доли компонентов реакционной смеси будут равны:

$$w(C_6H_5CHBr-CH_2Br) = 1,9/18,73 = 0,101 (10,1\%)$$

$$w(C_6H_5CHBr-CH_3) = 100 - 10,1 = 89,9\%$$

Разбалловка

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

Задача №10-5

По содержанию железа в его галогениде находим молярную массу соли:

$$M(FeXn) = \frac{M(Fe)}{\omega(Fe)} = \frac{56}{0,20702} = 270,5 \text{ г/моль}$$

Так как число дробное, то скорее всего это хлорид железа(+3):

$$M(FeXn) - M(Fe) - 3M(Cl) = 270,5 - 56 - 3 \cdot 35,5 = 108 \text{ г/моль.}$$

Обычно хлорид железа(+3) является кристаллогидратом $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, что и подтверждается оставшейся массой 6 молекул воды.

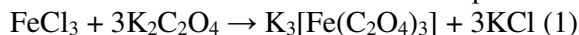
Таким образом, количество соли хлорида железа составляет:

$$n(FeCl_3 \cdot 6H_2O) = \frac{m(соли)}{M(соли)} = \frac{2,705}{270,5} = 0,01 \text{ моль,}$$

а количество оксалата калия:

$$n(K_2C_2O_4) = \frac{m(соли)}{M(соли)} = \frac{4,98}{166} = 0,03 \text{ моль.}$$

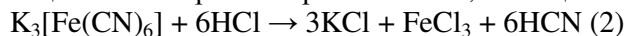
Реакция образования вещества **А** представляет собой взаимодействие хлорида железа(+3) и оксалата калия в соотношении 1:3 по молям – триоксалатоферрат (III) калия:



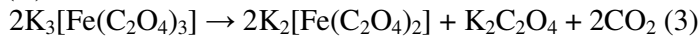
Вещество **Б** – очевидно соль железа, которая содержит цианогруппу. Такими солями являются красная и желтая кровяные соли. Подтвердим расчетами:

$$M(B) = \frac{M(Fe)}{\omega(Fe)} = \frac{56}{0,1702} = 329 \text{ г/моль} = M(Fe) + 6M(CN) + 3M(K)$$

Таким образом вещество **Б** – красная кровяная соль, гексацианоферрат(+3) калия:



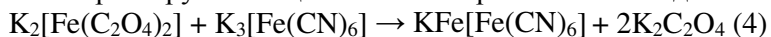
При освещении УФ лучами $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ разлагается с образованием соединения **В** – диоксалатоферрата (II) калия:



Правильность установления соединения **В** подтверждаем расчетом массовой доли железа:

$$w(Fe) = \frac{M(Fe) \cdot 100}{M(K_2[Fe(C_2O_4)_2])} = \frac{56 \cdot 100}{310} = 18,07\%$$

Вещество **А** затем реагирует с веществом **В** с образованием соединения **Г**:



Разбалловка

Определение веществ А – Г	4x1,5б. = 6 б.
Написание уравнений (1) – (4)	4x1б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

4.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Очевидно, что **Б** является оксидом. Общую формулу **Б** можно записать как $Э_2O_x$. Тогда массовая доля кислорода в **Б** будет равна:

$$\omega(O) = A_r(O) \cdot n / M_r(Э_2O_x) = 16x / (2y + 16x) = 0,2133,$$

где y – атомная масса элемента Э

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

$$y = 29,5x$$

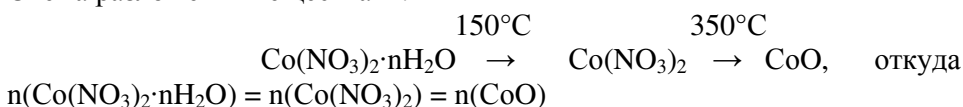
При $x = 1$ получим $y = 29,5$ – не подходит

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

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

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

Схема разложения вещества **А**:



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

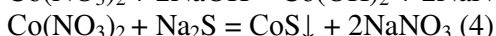
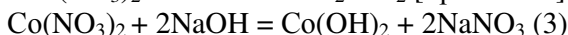
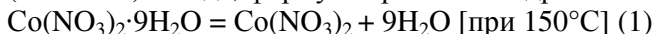
$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = m/M = 1,83/183 = 0,01 \text{ моль},$$

что подтверждает наши предположения

Тогда можем найти молярную массу кристаллогидрата:

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

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



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

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

Найденная масса нитрата кобальта содержится в:

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

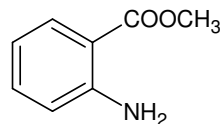
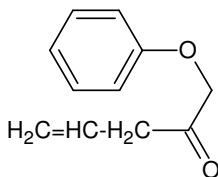
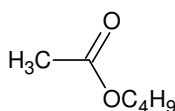
$$\text{Тогда масса необходимой воды } m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 35,6 = 164,4 \text{ г}$$

Разбалловка

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

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

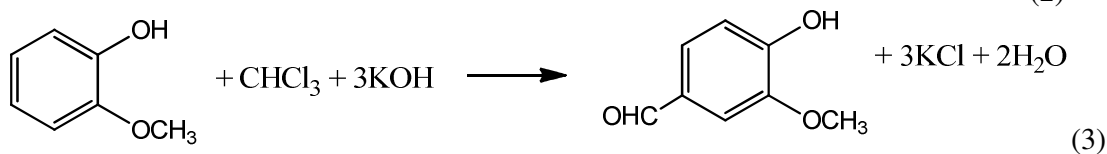
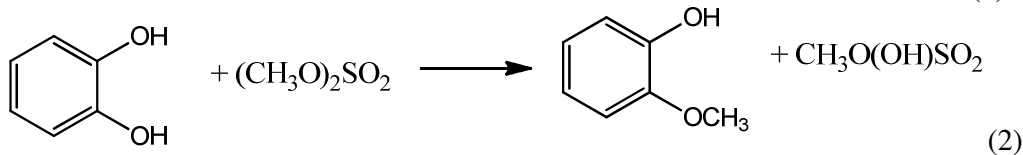
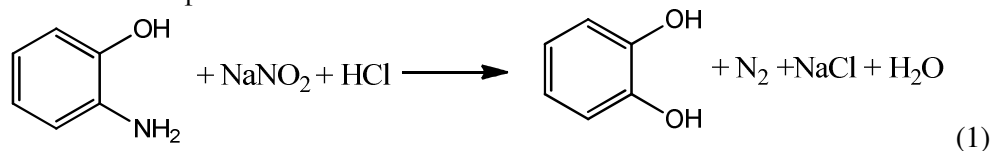
Задача №11-2



Бутилацетат аллилфеноксияцетат метилантранилат

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

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



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

B – 2-метоксифенол

C – 2-гидроксифенол (пирокатехин)

D – 2-аминофенол

Разбалловка

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

Задача №11-3

Выведем формулу комплексного соединения сурьмы и элемента X:

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

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

где A – атомная масса неизвестного элемента X

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

Рассмотрим возможные соотношения Cl:Sb:X

При 9:2:1 x = 400,5 (невозможно)

При 9:2:2 x = 200,3 (Hg)

При 9:2:3 x = 133,5 (Cs)

При 9:2:4 x = 100,1 (Ru?)

При 9:2:5 x = 80,1 нет

При 9:2:6 x = 66,7 нет

При 9:2:7 x = 57,2 нет

При 9:2:8 x = 50,0 (V?)

При 9:2:9 x = 44,5 (Sc?)

При 9:2:10 x = 40,0 (Ca?)

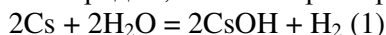
Однако заряд комплексного иона можно просчитать: $[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]^{3+}$. Следовательно, слишком большие значения x невозможны из соображений электронейтральности (например, 10 ионов кальция не компенсируются анионом)

Единственное разумное сочетание атомной массы и заряда - Cs

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

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

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



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

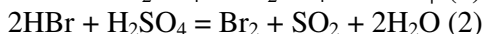
Цезий широко используется для производства фотоэлементов. Они эффективны из-за крайне низкой работы выхода электрона у цезия, что связано с ярко выраженными металлическими свойствами цезия.

Разбалловка

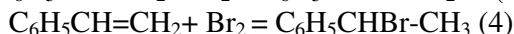
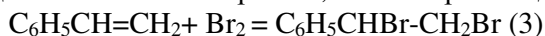
За установление элемента X и комплексного соединения: без проведения расчета	3 б. 1 б.
За ответы на вопросы 3 – 7	5x1 б. = 5 б.
За ответ на вопрос 8 баллов	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

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



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



То есть реакционная смесь содержит 2 вещества:

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

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

Тогда масса реакционной смеси будет равна:

$$X + Y = 18,73$$

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

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

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

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

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

Решая систему уравнений:

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

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

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

Тогда массовые доли компонентов реакционной смеси будут равны:

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

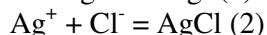
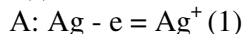
$$w(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_3) = 100 - 10,1 = 89,9\%$$

Разбалловка

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

Задача №11-5

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



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

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

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

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

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1), (2)	2х2 б = 4 б.
Расчет количества образовавшихся ионов Ag^+	4 б.
Расчет массы хлоридов в воде	2 б.
ИТОГО	10 б.

3.2. Критерии оценивания заданий Теоретического тура**3.2.1. Задания 9 класса****Задача №9-1**

В «Фаусте» описано получение сулемы – хлорида ртути (II) $HgCl_2$ (А).

«Красный лев» – красный оксид ртути (II) HgO (Б).

Данное предположение подтверждается расчетом:



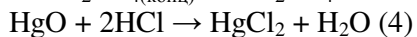
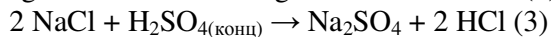
$$pV = \frac{m}{M}RT$$

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{9,67 \cdot 8,314 \cdot 273}{101325} = 0,2166 \text{ кг/моль} = 216,6 \text{ г/моль}$$

$$M(Hg) + 0,5 M(O_2) = 200,6 + 0,5 \cdot 32 = 216,6 \text{ г/моль}$$

Металл В – ртуть Hg.

«Прекрасная лилия» - хлороводородная кислота HCl (Г).



Растворы металлов в ртути называются амальгамами.

Рассчитаем массу оксида ртути и хлороводородной кислоты для получения 27,15 г сулемы:

$$n(HgCl_2) = 27,15/271,5 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(HgO) = n(HgCl_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(HgO) = 0,1 \cdot 216,5 = 21,65 \text{ г}$$

$$n(HCl) = 2n(HgCl_2) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(HCl) = 0,2 \cdot 36,5 = 7,3 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 7,3/0,15 = 48,7 \text{ г}$$

Сулему использовали как обеззараживающее средство, однако из-за ее ядовитых свойств уже небольшая передозировка приводит к смертельному исходу.

Разбалловка

Установление формул веществ А – Г	4x0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Название сплавов металлов с ртутью	1 б.
Расчет масс HCl и HgO	2 б.
Объяснение смерти больных при лечении сулемой	1 б.
ИТОГО	10 б.

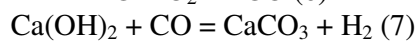
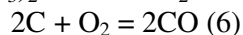
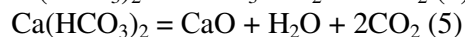
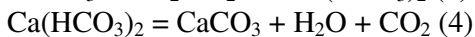
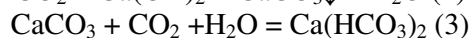
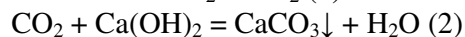
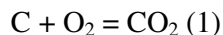
Задача №9-2

Определить элемент Х можно исходя из данных по образуемым им оксидам. Х образует два оксида при сжигании:

- при недостатке кислорода – оксид Н, имеющий молярную массу около 29 г/моль;
- в избытке кислорода – оксид В, имеющий молярную массу $1,52 \cdot 29 = 44$ г/моль.

Полученные молярные массы близки к монооксиду и диоксиду углерода.

Х	углерод	Е	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
А	графит (С)	В	H_2O
В	CO_2	Г	CaO
С	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Н	CO
Д	CaCO_3	К	H_2



Подтвердить, что С действительно гидроксид кальция можно вычислив массовую долю кислорода в веществе Г – оксиде кальция:

$$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O})}{M_r(\text{CaO})} = \frac{16}{56} = 0,2857$$

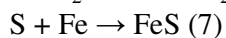
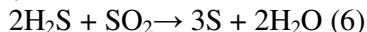
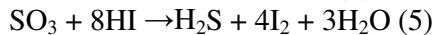
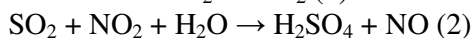
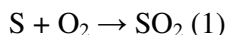
- Аллотропной модификацией углерода – веществом А является графит.

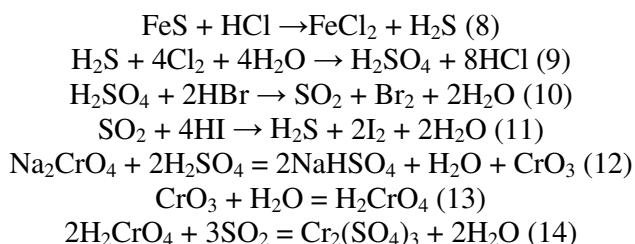
Разбалловка

Определение элемента Х	1 б.
Написание формул веществ А – Г	9x0,5б. = 4,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7)	7x0,5б. = 3,5 б.
Указание, что А – графит	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-3

X₁	S	X₄	CuSO_4
X₂	SO_2	X₅	SO_3
X₃	H_2SO_4	X₆	H_2S



**Разбалловка**

Определение веществ $X_1 - X_6$.	6x0,5б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (14)	14x0,5б. = 7 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4

1. В рамках теории ПШУ формулу любого соединения можно записать в виде AT_{2n}O_m , где А – атомы плотнейшей упаковки;

Т и О – атомы, занимающие тетраэдрические и октаэдрические пустоты соответственно;

n и m – степень занятости пустот.

Формула шпинели: $\text{OMg}_{2(1/8)}\text{Al}_{1/2} = \text{MgAl}_2\text{O}_4$

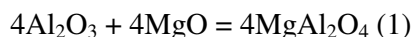
Координационное число (КЧ) определяется числом ближайших соседей и по определению для тетраэдрических пустот оно равно 4, для октаэдрических – 6.

КЧ атома Mg в тетраэдрической пустоте – 4.

КЧ атома Al в октаэдрической пустоте – 6.

Координационное число кислорода можно определить исходя из формульной единицы шпинели: $\text{КЧ}(\text{O}) = (4 \cdot 1 + 6 \cdot 2)/4 = 4$.

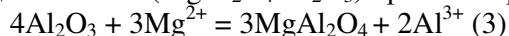
2. В общем виде реакцию образования шпинели твердофазным синтезом из оксидов можно записать в виде уравнения:



На границе шпинель/оксид магния ($\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{MgO}$) протекает реакция:



На границе шпинель/оксид алюминия ($\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$) протекает реакция:



3. Из уравнений (2) и (3) видно, что на границе $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgAl}_2\text{O}_4$ образуется в три раза больше шпинели, чем на противоположной границе, поэтому она движется быстрее.

Разбалловка

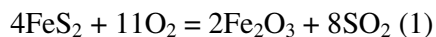
Определение формулы шпинели (без обоснования – 1 балл)	2 б.
Определение координационных чисел Mg, Al, O	3x1б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (3)	3x1б. = 3 б.
Объяснение различия в скорости движения границ	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-5

Так как сумма массовых долей железа и серы равна 100, то минерал содержит только эти два элемента:

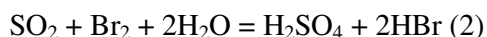
$$\text{Fe} : \text{S} = 46,6/56 : 53,4/32 = 0,832 : 1,669 = 1 : 2$$

Формула минерала – FeS_2 . Его названия – дисульфид железа, пирит, золото дураков, серный колчедан, железный колчедан.



Твердый остаток сжигания пирита содержит оксид железа (III) и негорючие примеси.

Газообразные продукты сжигания пирита содержат оксид серы (IV).



$$n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 34,95/233 = 0,15 \text{ моль}$$

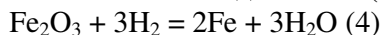
$$n(\text{FeS}_2) = 1/2 n(\text{SO}_2) = 1/2 \cdot 0,15 = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeS}_2) = 0,075 \cdot 120 = 9,00 \text{ г}$$

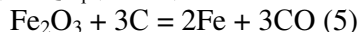
Следовательно, массовая доля негорючих примесей равна:

$$w = \frac{11,00 - 9,00}{11,00} \cdot 100 = 18,18\%$$

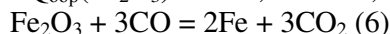
Запишем уравнения реакций восстановления оксида железа (III) и вычислим их эффект:



$$Q_p = 3Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 57,8 - 196,5 = -23,1 \text{ ккал}$$



$$Q_p = 3Q_{\text{обр}}(\text{CO}) - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 26,42 - 196,5 = -117,24 \text{ ккал}$$



$$Q_p = 3Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 3Q_{\text{обр}}(\text{CO}) = 3 \cdot 94,05 - 196,5 - 3 \cdot 26,42 = 6,39 \text{ ккал}$$

Таким образом, восстановление оксида железа (III) монооксидом углерода требует минимальных затрат энергии.

Разбалловка

Установление химической формулы минерала	1 б.
Названия минерала (1 название – 0,5 б., 2 и более – 1 б.)	1 б.
Расчет массовой доли негорючих примесей	1 б.
Написание уравнений реакций (1) – (6)	6x0,5б. = 3 б.
Расчет тепловых эффектов реакций (4) – (6)	3x1 б. = 3 б.
Выбор восстановителя и его обоснование	1 б.
ИТОГО	10 б.

3.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

В «Фаусте» описано получение сулемы – хлорида ртути (II) HgCl_2 (А).

«Красный лев» – красный оксид ртути (II) HgO (Б).

Данное предположение подтверждается расчетом:

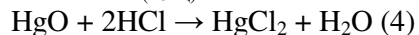
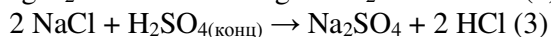


$$M(\text{смеси}) = 108,3 \cdot 2 = 216,6 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{Hg}) + 0,5 M(\text{O}_2) = 200,6 + 0,5 \cdot 32 = 216,6 \text{ г/моль}$$

Металл В – ртуть Hg.

«Прекрасная лилия» - хлороводородная кислота HCl (Г).



Растворы металлов в ртути называются амальгамами.

Рассчитаем массу оксида ртути и хлороводородной кислоты для получения 27,15 г сулемы:

$$n(\text{HgCl}_2) = 27,15/271,5 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{HgO}) = n(\text{HgCl}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{HgO}) = 0,1 \cdot 216,5 = 21,65 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{HgCl}_2) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 36,5 = 7,3 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 7,3/0,15 = 48,7 \text{ г}$$

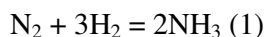
Сулему использовали как обеззараживающее средство, однако из-за ее ядовитых свойств уже небольшая передозировка приводит к смертельному исходу.

Разбалловка

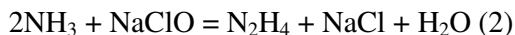
Установление формул веществ А – Г	4x0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Название сплавов металлов с ртутью	1 б.
Расчет масс HCl и HgO	2 б.
Объяснение смерти больных при лечении сулемой	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

В атмосфере Земли наибольшую объемную (и массовую) долю имеют азот, кислород и аргон. Однако кислород широко распространен и в литосфере, а аргон не образует химических соединений, поэтому X – это азот. Кроме , из указанных соединений только для азота важную роль в технологии его соединений играет реакция с водородом – получение аммиака – NH_3 (вещество Б):



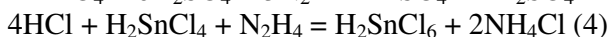
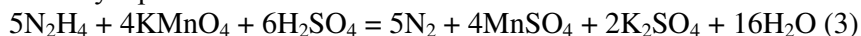
Окисление Б гипохлоритом натрия в присутствии желатина приводит к образованию гидразина – N_2H_4 (В):



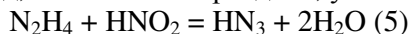
Формулу вещества В можно получить исходя из массовой доли элемента X. Так как она незначительно отличается от массовой доли азота в аммиаке, то считаем, что элементный состав Б и В одинаков. Тогда, приняв общую формулу В как N_aH_b :

$$a:b = 87,5/14 : 12,5/1 = 6,25 : 12,5 = 2 : 4.$$

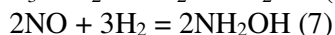
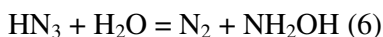
В окислительно-восстановительных реакциях гидразин восстанавливается до аммиака и окисляется до молекулярного азота:



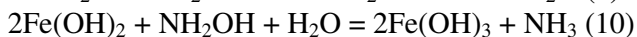
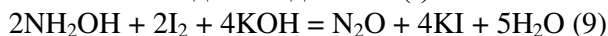
Взаимодействие гидразина и азотистой кислоты приводит к образованию азидоводорода – HN_3 (Г), который в водном растворе является кислотой по силе сопоставимой с уксусной. Определить молекулярную формулу Г можно аналогично гидразину, предположив, что Г содержит только азот и водород, что вполне оправдано, учитывая массовую долю азота в Г.



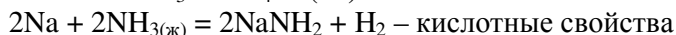
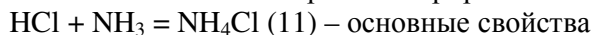
Вещество Д – это гидроксилламин (NH_2OH), что можно подтвердить расчетом массовой доли азота.



В окислительно-восстановительных реакциях гидроксилламин восстанавливается до аммиака аналогично гидразину, но окисляется до оксида азота (I):



Кислотно-основные свойства аммиака можно проиллюстрировать следующими реакциями:



В ряду $\text{NH}_3 - \text{N}_2\text{H}_4 - \text{NH}_2\text{OH}$ основные свойства уменьшаются, что связано с понижением электронной плотности на атоме азота за счет электроноакцепторных свойств соседней амино- (NH_2) или гидроксильной (OH) группы:

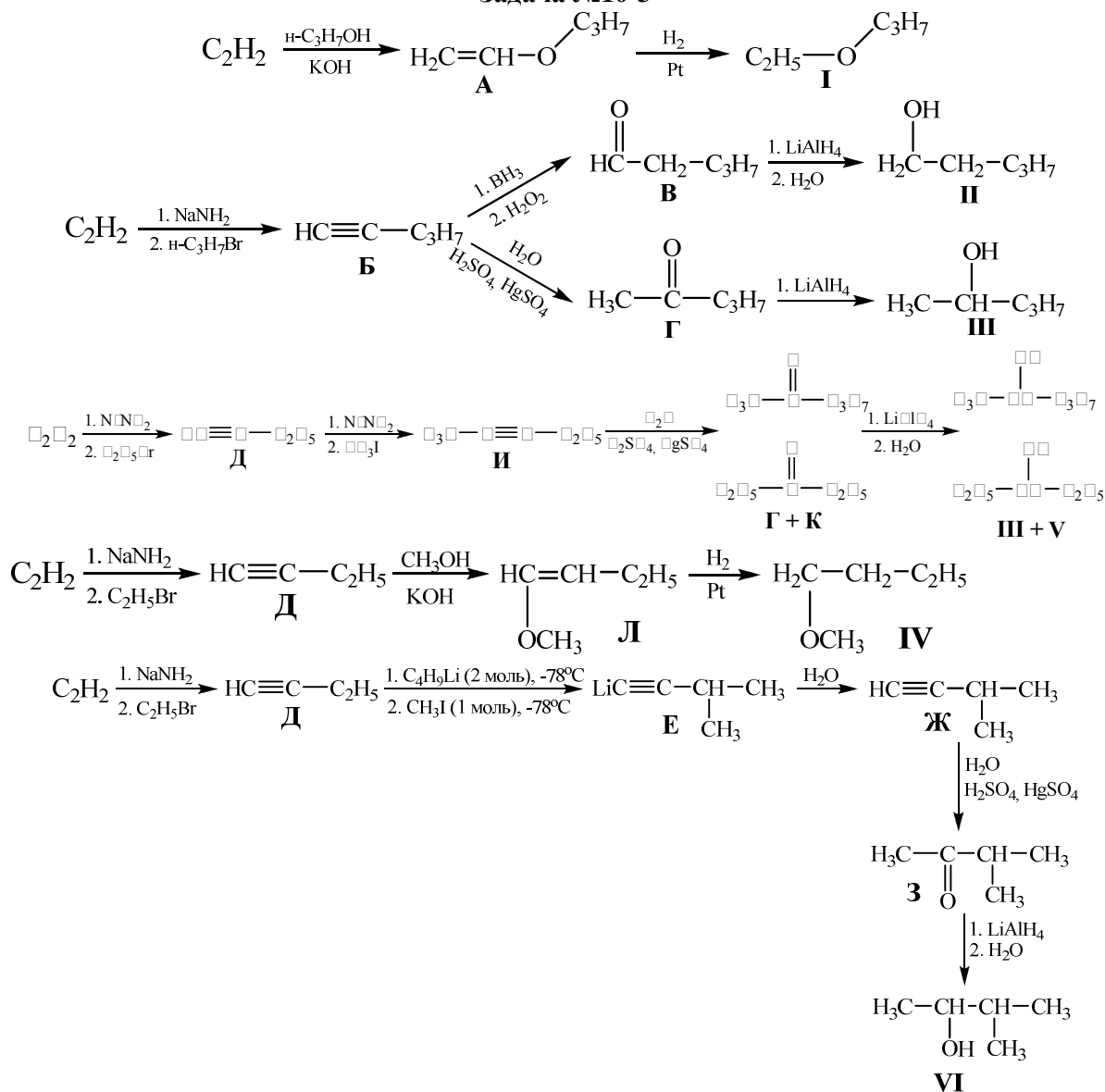


Очевидно, чем сильнее заместитель снижает электронную плотность на атоме азота аминогруппы, тем слабее соответствующее основание.

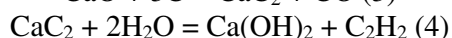
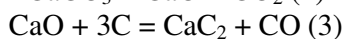
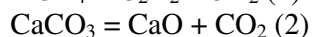
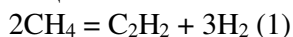
Разбалловка

Указание элемента X (без обоснования – 0,5 б.)	2 б.
Определение веществ А – Д	5x0,5б. = 2,5 б.
Написание уравнений реакций (1), (2), (5) – (8)	6x0,25б. = 1,5 б.
Написание уравнений реакций (3), (4), (9), (10)	4x0,5б. = 2 б.
Примеры реакций кислотно-основных свойств аммиака	2x0,5б. = 1 б.
Указание на снижение основности в ряду $\text{NH}_3\text{--N}_2\text{H}_4\text{--NH}_2\text{OH}$ (без объяснения – 0,5 б.)	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3



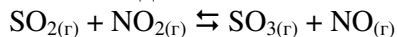
Способы промышленного получения ацетилена:



Разбалловка

Структурные формулы веществ I – VI	6x0,5б. = 3 б.
структурные формулы веществ А – Л	10x0,5б. = 5 б.
Написание уравнений (1) – (4)	4x0,5 б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4



$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]}$$

Пусть концентрация вступившего в реакцию диоксида серы равна x моль/дм³, тогда концентрация вступившего в реакцию диоксида азота – x моль/дм³, а концентрации образовавшихся веществ SO_3 и NO равны по x моль/дм³.

Так как в условии задачи ничего не сказано о начальных концентрациях веществ, являющихся продуктами реакции, то примем, что начальные концентрации этих веществ равны 0. Учитывая, что концентрации исходных веществ при протекании реакции уменьшаются, а концентрации продуктов – увеличиваются, заполним таблицу:

Исходные концентрации веществ, моль/дм ³		Равновесные концентрации веществ, моль/дм ³	
SO_2	$0,20 + x$	SO_2	$0,20$
NO_2	$0,50$	NO_2	$0,50 - x$
SO_3	0	SO_3	x
NO	0	NO	x

В выражение константы равновесия подставляем равновесные концентрации веществ и решаем полученное уравнение.

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]} = \frac{x \cdot x}{0,20 \cdot (0,50 - x)} = 0,125$$

$$x^2 = 0,0125 - 0,025x$$

$$x^2 + 0,025x - 0,0125 = 0$$

Решая данное уравнение получим, что $x_1 = 0,1$ и $x_2 = -0,125$. Второй корень не удовлетворяет условиям, так как концентрация вещества не может быть отрицательной.

Тогда исходная концентрация диоксида серы была равна $0,2 + 0,1 = 0,3$ моль/дм³.

Вычислим степень превращения диоксида серы:

$$\alpha = \frac{C_{\text{исх}}(\text{SO}_2) - [\text{SO}_2]}{C_{\text{исх}}(\text{SO}_2)} \cdot 100 = \frac{0,3 - 0,2}{0,3} = 33,33\%$$

Если степень превращения диоксида серы составит 95%, то равновесная концентрация SO_2 будет равна:

$$[\text{SO}_2] = 0,3 - 0,95 \cdot 0,30 = 0,015 \text{ моль/дм}^3$$

Исходные концентрации веществ, моль/дм ³		Равновесные концентрации веществ, моль/дм ³	
SO_2	$0,20$	SO_2	$0,015$
NO_2	y	NO_2	$y - 0,285$
SO_3	0	SO_3	$0,285$
NO	0	NO	$0,285$

При постоянных условиях константа равновесия является постоянной величиной, поэтому зная её величину, можем вычислить начальную концентрацию диоксида азота:

$$K_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{0,285 \cdot 0,285}{0,015 \cdot (y - 0,285)} = 0,125$$

$$0,081 = 0,002y - 0,0005$$

$$y = 40,75 \text{ моль/дм}^3$$

Следовательно, если начальная концентрация диоксида азота будет равна 40,75 моль/дм³, то степень превращения диоксида серы составит 95%.

Приведенная реакция является одной из стадий получения серной кислоты нитрозным методом, а именно стадия окисления диоксида серы до триоксида серы, которая в настоящий время заменена более эффективным каталитическим окислением кислородом.

Разбалловка

Написание выражения для константы равновесия реакции	1 б.
Расчет начальной концентрации диоксида серы	4 б.
Расчет степени превращения диоксида серы	1 б.
Расчет начальной концентрации диоксида азота	3 б.
Указание на нитрозный способ получения серной кислоты	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-5

1. Как видно из рисунка элементарная ячейка содержит 6 атомов меди, каждый из которых принадлежащих элементарной ячейке на 1/2 и 8 атомов золота, принадлежащих ячейке на 1/8. Следовательно состав ячейки и формула ИМС – Cu₃Au.

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

$$\rho = \frac{m}{V_{эя}}$$

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

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

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

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

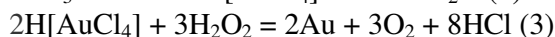
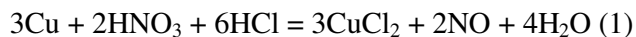
Отсюда параметр элементарной ячейки равен:

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

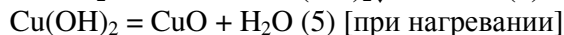
Кратчайшее межатомное расстояние равно расстоянию между атомами меди и золота, то есть половине гипотенузы равнобедренного прямоугольного треугольника образованного тремя атомами золота, лежащими в на одной из граней куба. Вычислим кратчайшее межатомное расстояние (r) используя теорему Пифагора:

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

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



Для выделения меди можно воспользоваться следующей последовательностью действий:



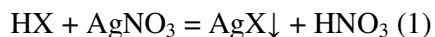
Разбалловка

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

4.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

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



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

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

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

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

Соответственно, вещество Д – HCl.

Желтый осадок – ортофосфат серебра, следовательно Е – H₃PO₄:



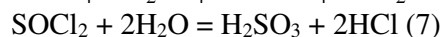
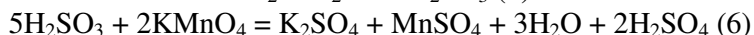
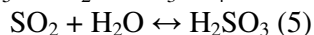
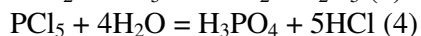
Фосфорная и хлороводородная кислота образуются при гидролизе хлорида или оксохлорида фосфора (V). Так как Б – бинарное вещество, то это PCl₅.

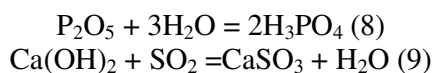
Газ А – это SO₂, о чем свидетельствует образование неустойчивой сернистой кислоты при взаимодействии с водой, восстановительные свойства соединений серы (+4) и помутнение раствора Ca(OH)₂.

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

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

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

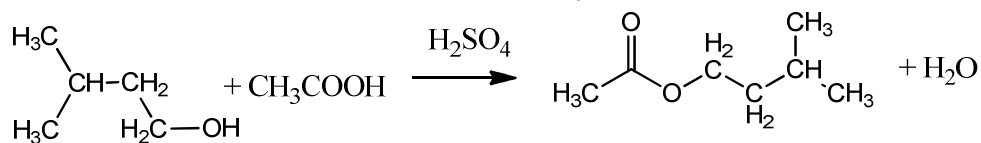
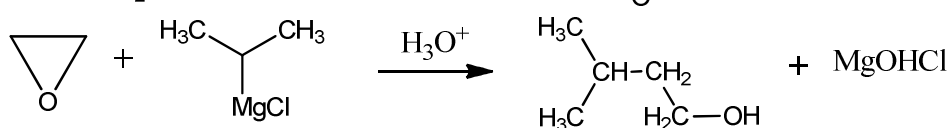
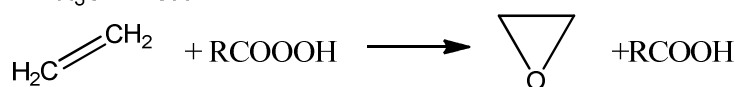
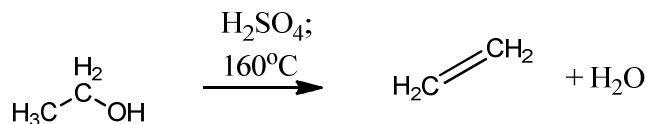
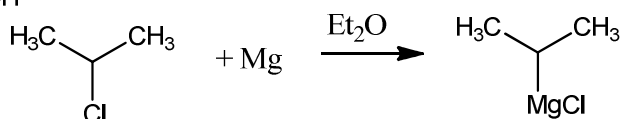
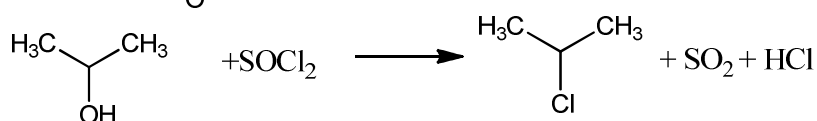
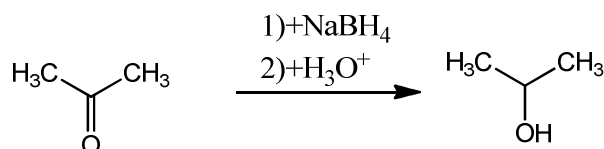
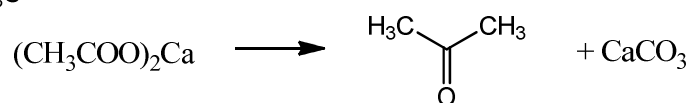
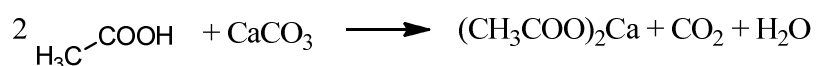
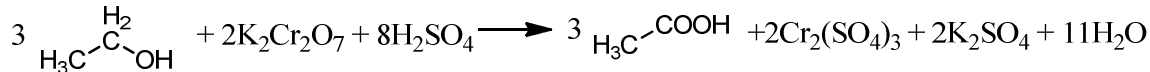


**Разбалловка**

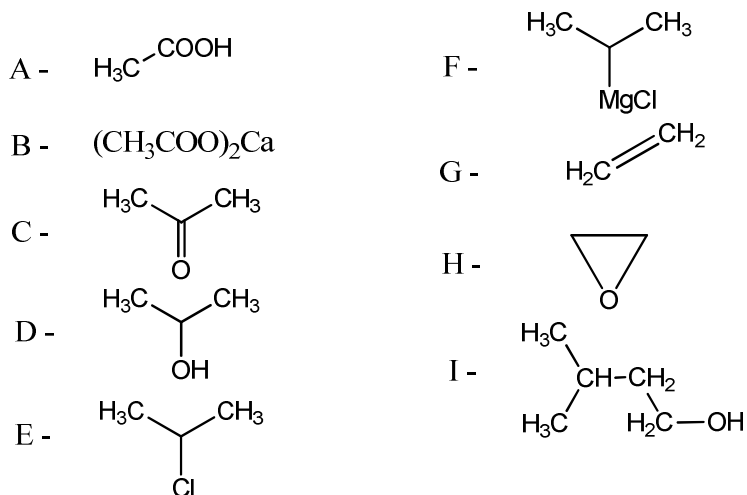
Определение веществ А – Ж	7x0,5б. = 3,5 б.
Подтверждение вещества Д расчетом	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (9)	9x0,5б. = 4,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2

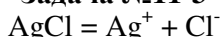
Уравнения реакций:



Вещества:

**Разбалловка**

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

Задача №11-3

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

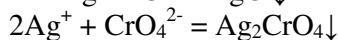
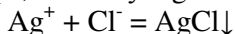
$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{PP}} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

x – объем добавленного раствора хромата калия, л.

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

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,22 \cdot 10^{-4} (0,13 + x)}{1} = 8,09 \cdot 10^{-5} + 6,22 \cdot 10^{-4} x \\ x &= 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ л (0,081 мл)} \end{aligned}$$

Разбалловка

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

Задача №11-4

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

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

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{эя}}}$$

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

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

$$\begin{aligned} m &= Z \frac{M}{N_A} \\ \rho &= \frac{ZM}{N_A a^3} \left[\frac{g / \text{моль}}{1 / \text{моль} \cdot \text{см}^3} = \frac{g}{\text{см}^3} \right] \end{aligned}$$

Отсюда параметр элементарной ячейки равен:

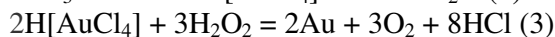
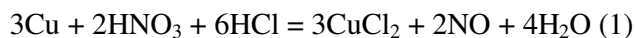
$$a = \sqrt[3]{\frac{ZM}{N_A \rho}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 387,5}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 12,2}} = 3,75 \cdot 10^{-8} = 3,75 \text{ \AA}$$

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

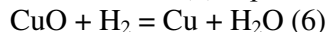
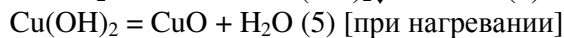
атомами золота, лежащими в на одной из граней куба. Вычислим кратчайшее межатомное расстояние (r) используя теорему Пифагора:

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

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



Для выделения меди можно воспользоваться следующей последовательностью действий:

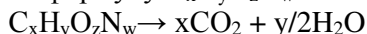


Разбалловка

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

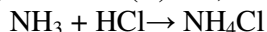
Задача №11-5

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



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

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



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



$n(\text{N}) = 0,01$ моль

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

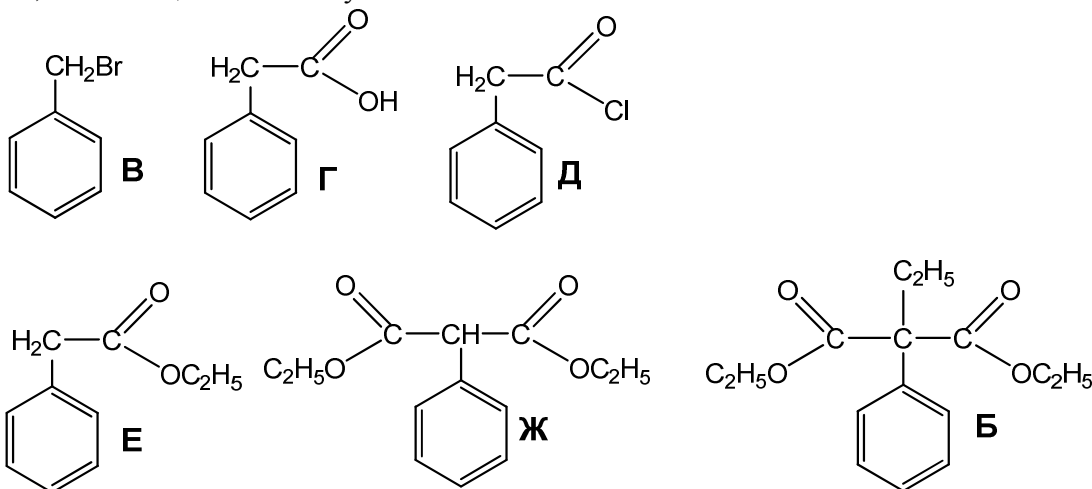
$$m(\text{O}) = 0,30 - 0,005 \cdot 12 - 0,02 \cdot 1 - 0,01 \cdot 14 = 0,08 \text{ г}$$

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

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

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

Вещества, отвечающие схеме получения **Б**:



Разбалловка

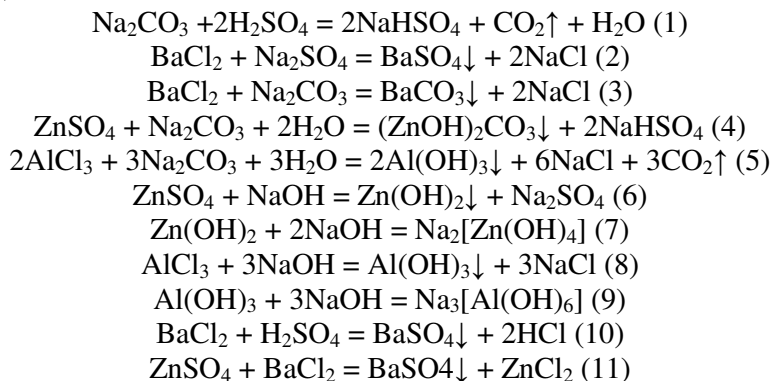
Определение вещества А (без расчетов – 1 балл)	4 б.
Определение веществ Б – Ж	6х1б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

3.3. Критерии оценивания заданий Экспериментального тура

3.3.1. Задание 9 класса

	NaNO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaOH	H ₂ SO ₄	BaCl ₂	ZnSO ₄	AlCl ₃
NaNO ₃		-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-		-	-	-	↓ белый (2)	-	-
Na ₂ CO ₃	-	-		-	↑ газ (1)	↓ белый (3)	↓ белый (4)	↓ белый (5)
NaOH	-	-	-		-	-	↓ белый (6) растворим в избытке (7)	↓ белый (8) растворим в избытке (9)
H ₂ SO ₄	-	-	↑ газ (1)	-		↓ белый (10)	-	-
BaCl ₂	-	↓ белый (2)	↓ белый (3)	-	↓ белый (10)		↓ белый (11)	-
ZnSO ₄	-	-	↓ белый (4) растворим в избытке (7)	↓ белый (6) растворим в избытке (7)	-	↓ белый (11)		-
AlCl ₃	-	-	↓ белый (5) растворим в избытке (9)	↓ белый (8) растворим в избытке (9)	-	-	-	

Уравнения реакций:



Примечание:

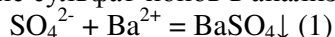
В реакциях (1), (3) допускается написание Na₂SO₄В реакции (8) допускается написание Na[Al(OH)₄]

Разбалловка

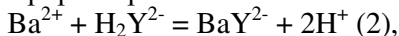
Определение соответствия веществ и номера пробирки (за каждое вещество – 1 балл)	7х1б. = 7 б.
Составление таблицы эффектов	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (11)	11х1б. = 11 б.
ИТОГО	20 б.

3.3.2. Задание 10 класса

Первая стадия анализа – осаждение сульфат-ионов в анализируемой пробе:



Вторая стадия – определение непрореагировавшего количества ионов бария:



где H_2Y^{2-} – анион ЭДТА

Очевидно, что количество молей бария, вступившего в реакцию (1) эквивалентно содержанию сульфат-ионов и может быть найдено, как разница между общим количеством хлорида бария введенным в анализируемую пробу и непрореагировавшим количеством катионов бария, найденных вторым титрованием:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Ba}^{2+}) = n_{\text{об}}(\text{Ba}^{2+}) - n_{\text{изб}}(\text{Ba}^{2+})$$

Общее количество молей введенного катиона бария найдем по формуле:

$$n_{\text{об}}(\text{Ba}^{2+}) = C(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2) \cdot 10^{-3} = C(\text{BaCl}_2) \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

Избыток катионов бария найдем по результатам титрования:

$$n_{\text{изб}}(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) = C(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) \cdot V(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) \cdot 10^{-3} \cdot 10 \text{ (моль)},$$

где 10 – множитель, учитывающий разбавление анализируемой пробы.

Зная количество сульфат-ионов в анализируемом растворе пересчитаем их на сульфат натрия:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_4^{2-}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot 10^3 \text{ (мг)}$$

Как видно из реакции (2) при взаимодействии катионов бария с ЭДТА образуются ионы водорода. Добавление буферного раствора при определении бария необходимо, чтобы избежать подкисления раствора и тем самым сохранить благоприятные условия для количественного определения бария.

Разбалловка

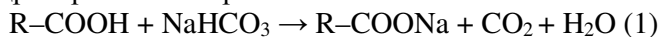
Приведение расчетов, позволяющих определить массу Na_2SO_4 в анализируемом растворе (без учета точности результатов)	6 б.
Количественная характеристика результата: при относительной ошибке менее 5 % каждые дополнительные 5% ошибки – снижение на 2 балла	8 б.
Написание уравнений (1) и (2)	2х1б. = 2 б.
Структурные формулы ЭДТА и ее комплекса с Ba^{2+}	2х1б. = 2 б.
Объяснение необходимости добавления буферного раствора	2 б.
ИТОГО	20 б.

3.3.3. Задание 11 класса**Задача 1**

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

1. Определим вещества, содержащие карбоксильную группу.

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



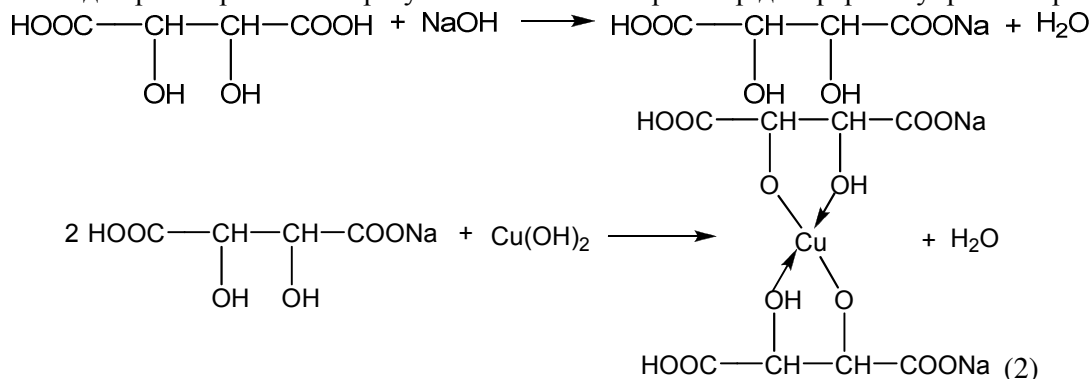
В трёх пробирках наблюдается выделение углекислого газа. Это глицин, уксусная и винная кислоты.

б) Затем растворы проверяем универсальной индикаторной бумагой.

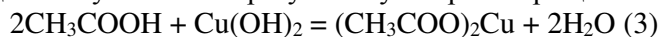
В двух пробирках наблюдаем покраснение. Это растворы винной и янтарной кислот. В одной пробирке посинение - это раствор ацетата натрия. В остальных среда нейтральная.

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

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

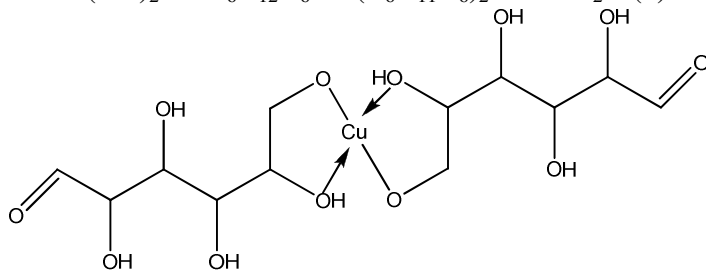
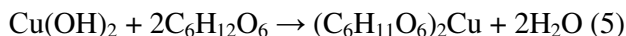
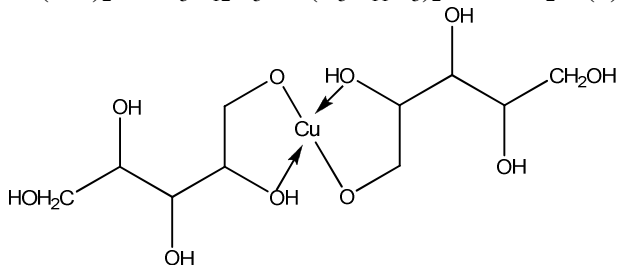
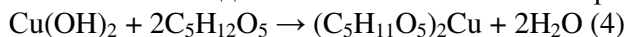


Уксусная кислота в данных условиях образует голубой раствор ацетата меди (II):



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

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

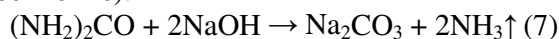


При нагревании пробирки с глюкозой синяя окраска исчезает и выпадает оранжевый осадок Cu_2O :



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

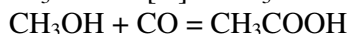
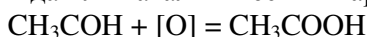
Кроме того, подтвердить наличие мочевины можно с помощью щелочного гидролиза: В пробирку наливаем 1 мл раствора определяемого вещества, прилить ~ 1 мл гидроксида натрия и нагреваем. Выделение аммиака определяем по запаху или с помощью влажной индикаторной бумаги (посинение):



	NaHCO₃	Индикатор	Cu(OH)₂	Cu(OH)₂, t	NaOH, t
Глицин	CO ₂ ↑ (1)	желтый	Голубой раствор	-	-
Уксусная кислота	CO ₂ ↑ (1)	красный	Голубой раствор (3)	-	-
Винная кислота	CO ₂ ↑ (1)	красный	Синий раствор (2)	-	-
Ксилит	-	желтый	Синий раствор (4)	-	-
Глюкоза	-	желтый	Синий раствор (5)	Оранжевый осадок (6)	-
Ацетат натрия	-	синий	-	-	-
Мочевина	-	желтый	-	-	NH ₃ ↑ (7)

Задача 2

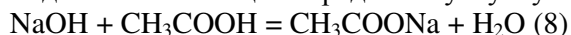
Основные свойства столового уксуса определяет уксусная кислота. В промышленности её получают окислением ацетальдегида или каталитическим карбонилированием метанола:



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



В задаче представлена методика позволяющая определить уксусную кислоту по реакции:



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

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

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

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

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

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

Разбалловка

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

4. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА

Для проведения тренировочного тура олимпиады использовали задания прошлых лет

4.1 Задания Интернет-тура (первая волна)

Интернет-тур проходил в режиме on-line с использованием электронной площадки <http://ege.psu.ru> Пермского государственного национального исследовательского университета. Время выполнения заданий – 3 часа.

4.1.1. Задания 9 класса

1. Положительную степень окисления азот проявляет в соединении:

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. NO | 3. Na ₃ N |
| 2. NH ₃ | 4. N ₂ H ₄ |

2. Металлический натрий не реагирует с:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. HCl | 3. SO ₂ |
| 2. O ₂ | 4. H ₂ O |

3. К основным оксидам относится:

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Оксид серы (IV) | 3. Оксид фосфора (V) |
| 2. Оксид калия | 4. Оксид алюминия |

4. К группе галогенов не относится:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. F ₂ | 3. Br ₂ |
| 2. O ₂ | 4. Cl ₂ |

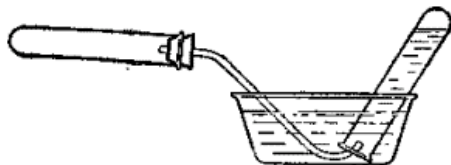
5. К классу неметаллов относятся следующие простые вещества:

- | | |
|-------------------|-------|
| 1. N ₂ | 3. B |
| 2. Cu | 4. Ni |

6. Только одинарные связи присутствуют в молекулах:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Cl ₂ | 3. O ₂ |
| 2. N ₂ | 4. H ₂ |

7. На рисунке представлена схема прибора для получения и собирания газов:



Укажите в ответе газы, которые можно собирать с помощью приведенной установки:

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Аммиак | 4. Кислород |
| 2. Водород | 5. Азот |
| 3. Углекислый газ | 6. Сероводород |

8. Массовая доля кислорода максимальна в оксиде:

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Натрия | 3. Калия |
| 2. Азота (I) | 4. Водорода |

9. Оксид серы (IV) способен реагировать со следующими веществами:

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| 1. HCl | 4. O ₂ |
| 2. H ₂ O | 5. NaOH |
| 3. Na ₂ SO ₄ | 6. CaO |

10. Нейтральную реакцию среды имеют растворы следующих солей:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. Сульфат калия | 4. Сульфид калия |
| 2. Хлорид цинка | 5. Нитрат кальция |
| 3. Нитрит натрия | 6. Сульфат алюминия |

11. Обесцвечивание подкисленного серной кислотой раствора перманганата калия вызовет действие следующих веществ:

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1. Na ₂ S | 3. NaNO ₂ |
| 2. K ₂ CrO ₄ | 4. KF |

12. Радиус атома увеличивается слева направо в ряду элементов:

- | | |
|----------------|---------------|
| 1. Li→B→N→F | 3. Sn→Ge→Si→C |
| 2. Be→Ca→Ba→Ra | 4. Ar→S→Si→Mg |

13. Вещество X, содержащее 78,75% бора и водород, представляет собой газообразное вещество с температурой кипения -92,4°C и относительной плотностью по воздуху 0,966.

Установите брутто-формулу вещества X и укажите её в ответе (например, N₂H₄).

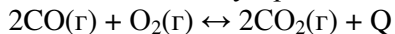
14. Практически полностью протекают реакции в растворе между:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. NaBr и AgNO ₃ | 3. Cu и NiSO ₄ |
| 2. Na ₂ SO ₄ и BaCl ₂ | 4. HCl и Na ₂ S |

15. Постоянная жесткость воды обусловлена наличием в ней следующих солей:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Ca(HCO ₃) ₂ | 3. Fe(HCO ₃) ₂ |
| 2. MgSO ₄ | 4. CaCl ₂ |

16. Химическое равновесие в реакции окисления угарного газа



сместится в сторону продуктов реакции при:

1. Повышении температуры;
2. Увеличении давления;
3. Уменьшении давления;
4. Удалении из системы CO₂;
5. Снижении температуры;
6. Обогащении реакционной смеси углекислым газом

17. Химическое равновесие смещено в сторону продуктов реакции при смешении растворов:

- | | |
|--|--|
| 1. NaHCO ₃ и HCl | 4. MnCl ₂ и Na ₂ S |
| 2. NaCl и CaCl ₂ | 5. NaOH и HCl |
| 3. NaNO ₃ и NiSO ₄ | 6. HCl и Ba(NO ₃) ₂ |

18.1. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

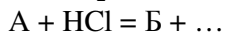
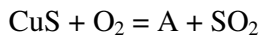
Вычислите массовую долю кремния (в %) в образце ферросилиция. Ответ округлите до целых (например, 21)

18.2. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

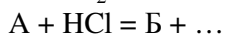
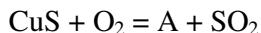
Вычислите массовую долю железа (в %) в образце ферросилиция. Ответ округлите до целых (например, 21)

19.1. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



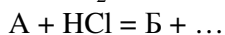
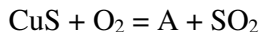
Укажите в ответе брутто-формулу вещества А (например, Na₂O)

19.2. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



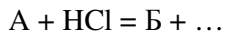
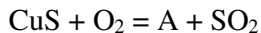
Укажите в ответе брутто-формулу вещества Б (например, Na₂O)

19.3. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества В (например, Na₂O)

19.4. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества Г (например, Na₂O)

20.1. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массу навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ необходимую для приготовления раствора 1. Ответ укажите в граммах и округлите до целых (например, 45)

20.2. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 2. Ответ округлите до десятых (например, 2.5)

20.3. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 3. Ответ округлите до целых (например, 25)

20.4. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Определите, какую массу (г) твердых солей можно получить при выпаривании раствора 3. Примите, что сульфат магния кристаллизуется в виде гептагидрата. Ответ округлите до десятых (например, 14.7).

4.1.2 Задания 10 класса

1. Положительную степень окисления азот проявляет в соединении:

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. NO | 3. Na_3N |
| 2. NH_3 | 4. N_2H_4 |

2. Гидроксид калия не реагирует с:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. HCl | 3. CaO |
| 2. SO_2 | 4. KHCO_3 |

3. К кислотным оксидам относится:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Оксид хрома (III) | 3. Оксид фосфора (V) |
| 2. Оксид калия | 4. Оксид алюминия |

4. К группе щелочных металлов не относится:

- | | |
|-------|-------|
| 1. Na | 3. Li |
| 2. Be | 4. Rb |

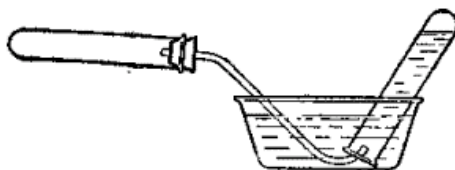
5. К классу металлов относятся следующие простые вещества:

- | | |
|----------|-------|
| 1. N_2 | 3. B |
| 2. Cu | 4. Ni |

6. Только одинарные связи присутствуют в молекулах:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. N_2 | 3. HCN |
| 2. HCl | 4. H_2O |

7. На рисунке представлена схема прибора для получения и собирания газов:



Укажите в ответе газы, которые можно собирать с помощью приведенной установки:

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Аммиак | 4. Кислород |
| 2. Водород | 5. Азот |
| 3. Углекислый газ | 6. Сероводород |

8. Массовая доля хлора максимальна в хлориде:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Алюминия; | 3. Железа (III); |
| 2. Фосфора (III); | 4. Бора |

9. Изобутан вступают в реакцию со следующими веществами:

- | | |
|-----------|------------|
| 1. HBr | 4. O_2 |
| 2. Br_2 | 5. HNO_3 |
| 3. H_2O | 6. NaOH |

10. Вследствие процесса гидролиза кислую реакцию среды имеют растворы следующих солей:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. Сульфат калия | 4. Сульфид калия |
| 2. Хлорид цинка | 5. Нитрат кальция |
| 3. Нитрит натрия | 6. Сульфат алюминия |

11. Изменение окраски раствора дихромата калия, подкисленного серной кислотой, наблюдается при добавлении следующих веществ:

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Na_2S | 3. $NaNO_2$ |
| 2. $KClO_3$ | 4. KCl |

12. Радиус атома уменьшается слева направо в ряду:

- | | |
|---|---|
| 1. $C \rightarrow N \rightarrow As \rightarrow Br$ | 3. $Sb \rightarrow P \rightarrow Al \rightarrow Na$ |
| 2. $S \rightarrow Si \rightarrow Ge \rightarrow Sn$ | 4. $K \rightarrow Sc \rightarrow B \rightarrow O$ |

13. 10,0 г углеводорода X, содержащего 85,71% углерода, при температуре 20°C и давлении 80 кПа занимает объем 7,25 л.

Установите брутто-формулу вещества X и укажите её в ответе (например, N_2H_4).

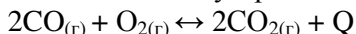
14. Практически полностью протекают реакции в растворе между:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. NaI и AgNO ₃ | 3. Fe и CuCl ₂ |
| 2. CH ₃ COOH и NaOH | 4. HCl и Na ₂ SO ₄ |

15. Постоянная жесткость воды обусловлена наличием в ней следующих солей:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Ca(HCO ₃) ₂ | 3. Fe(HCO ₃) ₂ |
| 2. MgSO ₄ | 4. CaCl ₂ |

16. Химическое равновесие в реакции окисления угарного газа



сместится в сторону продуктов реакции при:

1. Повышении температуры;
2. Увеличении давления;
3. Уменьшении давления;
4. Удалении из системы CO₂;
5. Снижении температуры;
6. Обогащении реакционной смеси углекислым газом

17. При электролизе водного раствора сульфата меди образуется:

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1. Cu | 4. Cu(OH) ₂ |
| 2. O ₂ | 5. H ₂ SO ₄ |
| 3. H ₂ | 6. SO ₂ |

18.1. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Определите вещество X. Укажите в ответе его brutto-формулу (например, H₂S)

18.2. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Расставьте коэффициенты в полученном уравнении химической реакции и укажите в ответе их сумму (например, 21).

18.3. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



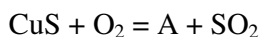
Укажите в ответе brutto-формулу вещества, которое является окислителем в данной реакции (например, H₂S)

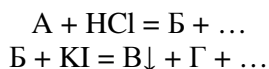
18.4. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Укажите в ответе число электронов, которое отдает 1 молекула восстановителя в данной реакции (например, 6)

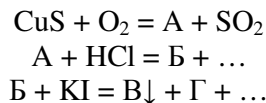
19.1. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.





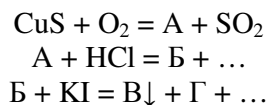
Укажите в ответе брутто-формулу вещества А (например, Na_2O)

19.2. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



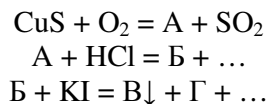
Укажите в ответе брутто-формулу вещества Б (например, Na_2O)

19.3. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества В (например, Na_2O)

19.4. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества Г (например, Na_2O)

20.1. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15$ г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массу навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ необходимую для приготовления раствора 1. Ответ укажите в граммах и округлите до целых (например, 45)

20.2. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15$ г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 2. Ответ округлите до десятых (например, 2.5)

20.3. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 3. Ответ округлите до целых (например, 25)

20.4. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15 \text{ г/мл}$).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Определите, какую массу (г) твердых солей можно получить при выпаривании раствора 3. Примите, что сульфат магния кристаллизуется в виде гептагидрата. Ответ округлите до десятых (например, 14.7).

4.1.3 Задания 11 класса

1. Положительную степень окисления азот проявляет в соединении:

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. NF_3 | 3. Na_3N |
| 2. NH_3 | 4. N_2H_4 |

2. Гидроксид калия не реагирует с:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. HCl | 3. CaO |
| 2. SO_2 | 4. KHCO_3 |

3. К амфотерным оксидам относится:

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Оксид серы (IV) | 3. Оксид фосфора (V) |
| 2. Оксид калия | 4. Оксид алюминия |

4. К группе халькогенов не относится:

- | | |
|-------|-------|
| 1. Se | 3. S |
| 2. P | 4. Te |

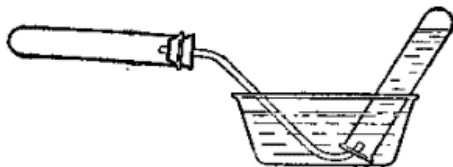
5. К классу неметаллов относятся следующие простые вещества:

- | | |
|-----------------|-------|
| 1. N_2 | 3. B |
| 2. Cu | 4. Ni |

6. Только одинарные связи присутствуют в молекулах:

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1. N_2 | 3. HCN |
| 2. HCl | 4. H_2O |

7. На рисунке представлена схема прибора для получения и собирания газов:



Укажите в ответе газы, которые можно собирать с помощью приведенной установки:

- | | |
|-----------|------------|
| 1. Аммиак | 2. Водород |
|-----------|------------|

3. Углекислый газ
 4. Кислород
 5. Азот
 6. Сероводород
8. Массовая доля кислорода максимальна в оксиде:
1. Натрия
 2. Азота (I)
 3. Калия
 4. Водорода
9. Бензол вступает в реакцию со следующими веществами:
1. HBr
 2. Br₂
 3. H₂O
 4. CH₃Br
 5. HNO₃
 6. NaOH
10. Вследствие процесса гидролиза щелочную реакцию среды имеют растворы следующих солей:
1. Сульфат калия
 2. Хлорид цинка
 3. Нитрит натрия
 4. Сульфид калия
 5. Нитрат кальция
 6. Сульфат алюминия
11. Изменение окраски раствора дихромата калия, подкисленного серной кислотой, наблюдается при добавлении следующих веществ:
1. Na₂S
 2. KClO₃
 3. NaNO₂
 4. KCl
12. Радиус атома уменьшается слева направо в ряду:
1. C→N→As→Br
 2. S→Si→Ge→Sn
 3. Sb→P→Al→Na
 4. K→Sc→B→O
13. Известно, что 2.7 г алкина X максимально способно присоединить 16.0 г брома. Установите брутто-формулу вещества X и укажите её в ответе (например, N₂H₄).
14. Практически полностью протекают реакции в растворе между:
1. NaI и Pb(NO₃)₂
 2. CH₃COONa и HCl
 3. Cu и NiCl₂
 4. HCl и Na₂SO₄
15. Временная жесткость воды обусловлена наличием в ней следующих солей:
1. Ca(HCO₃)₂
 2. MgSO₄
 3. Fe(HCO₃)₂
 4. CaCl₂
16. Химическое равновесие в реакции получения хлороводорода:
- $$\text{H}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{HCl}_{(\text{r})} + Q$$
- сместится в сторону продуктов реакции при:
1. Повышении температуры;
 2. Увеличении давления;
 3. Уменьшении давления;
 4. Удалении из системы HCl;
 5. Снижении температуры;
 6. Обогащении реакционной смеси хлороводородом
17. При электролизе водного раствора хлорида натрия образуется:
1. Na
 2. O₂
 3. H₂
 4. Cl₂
 5. NaOH
 6. HCl

18.1. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Определите вещество X. Укажите в ответе его брутто-формулу (например, H₂S)

18.2. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Расставьте коэффициенты в полученном уравнении химической реакции и укажите в ответе их сумму (например, 21).

18.3. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Укажите в ответе брутто-формулу вещества, которое является окислителем в данной реакции (например, H₂S)

18.4. Вещество X, которое используется при количественном определении многих органических веществ, получают в растворе по реакции:



Укажите в ответе число электронов, которое отдает 1 молекула восстановителя в данной реакции (например, 6)

19.1. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

Вычислите массовую долю кремния (в %) в образце ферросилиция. Ответ округлите до целых (например, 21)

19.2. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

Вычислите массовую долю железа (в %) в образце ферросилиция. Ответ округлите до целых (например, 21)

19.3. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

Вычислите массовую долю алюминия (в %) в образце ферросилиция. Ответ округлите до целых (например, 21)

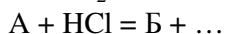
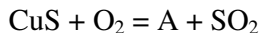
19.4. Для изучения состава сплава ферросилиция, содержащего железо, кремний и примесь алюминия, его навеску массой 5,0 г растворили в концентрированной хлороводородной

кислоте при кипячении. Масса не растворившегося остатка после отделения и высушивания составила 0,75 г.

К раствору, полученному после отделения остатка, прилили избыточное количество раствора гидроксида натрия. Масса отделенного и прокаленного при 700°C остатка составила 5,9 г.

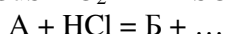
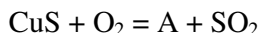
Укажите в ответе сумму коэффициентов в уравнении реакции прокаливания осадка при 700°C (например, 16).

20.1. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



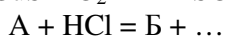
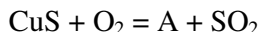
Укажите в ответе брутто-формулу вещества А (например, Na₂O)

20.2. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



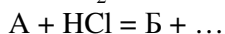
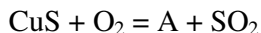
Укажите в ответе брутто-формулу вещества Б (например, Na₂O)

20.3. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества В (например, Na₂O)

20.4. При обжиге минерала ковеллина (CuS) образуется вещество А черного цвета, хорошо растворимое в соляной кислоте с образованием голубого раствора вещества Б. Добавление к полученному раствору нескольких кристаллов иодида калия приводит к образованию белого осадка В и изменению окраски раствора вследствие образования вещества Г, дающего синюю окраску при добавлении крахмала.



Укажите в ответе брутто-формулу вещества Г (например, Na₂O)

21.1. Растворением навески MgSO₄·7H₂O в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO₄ (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 (ρ = 1,15 г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массу навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ необходимую для приготовления раствора 1. Ответ укажите в граммах и округлите до целых (например, 45)

21.2. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15$ г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 2. Ответ округлите до десятых (например, 2.5)

21.3. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15$ г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Вычислите массовую долю (в %) сульфата магния в растворе 3. Ответ округлите до целых (например, 25)

21.4. Растворением навески $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор MgSO_4 (раствор 1), который использовался для приготовления растворов 2 и 3.

Раствор 2 получен добавлением равного объема дистиллированной воды к 30 г раствора 1 ($\rho = 1,15$ г/мл).

Для получения раствора 3 к порции раствора 1 массой 40 г добавили 10,0 г кристаллического MgSO_4 .

Определите, какую массу (г) твердых солей можно получить при выпаривании раствора 3. Примите, что сульфат магния кристаллизуется в виде гептагидрата. Ответ округлите до десятых (например, 14.7).

4.2 Критерии оценки заданий Интернет-тура (первая волна)

4.2.1 Задания 9 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	4			X			
3	4		X				
4	4		X				
5	4	X		X			
6	4	X			X		
7	6		X		X	X	
8	6				X		
9	6		X		X	X	X
10	6	X				X	
11	6	X		X			
12	4		X		X		

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
13	6	B_2H_6					
14	6	X	X		X		
15	4		X		X		
16	6		X		X	X	
17	6	X			X	X	
18	8	15	83				
19	16	CuO	CuCl ₂	CuI	I ₂		
20	16	26	5,3	28	28,7		
ИТОГО	126						

4.2.2 Задания 10 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	4			X			
3	4			X			
4	4		X				
5	4		X		X		
6	4		X		X		
7	6		X		X	X	
8	6				X		
9	6		X		X	X	
10	6		X				X
11	6	X		X			
12	4				X		
13	6	C_3H_6					
14	6	X	X	X			
15	4		X		X		
16	6		X		X	X	
17	6	X	X			X	
18	16	Br ₂	18	KBrO ₃	1		
19	16	CuO	CuCl ₂	CuI	I ₂		
20	16	26	5,3	28	28,7		
ИТОГО	134						

4.2.3 Задания 11 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	4			X			
3	4				X		
4	4		X				
5	4	X		X			
6	4		X		X		
7	6		X		X	X	

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
8	6				X		
9	6		X		X	X	
10	6			X	X		
11	6	X		X			
12	4				X		
13	6	C_4H_6					
14	6	X	X				
15	4	X		X			
16	6				X	X	
17	6			X	X	X	
18	16	Br_2	18	$KBrO_3$	1		
19	16	15	83	2	6		
20	16	CuO	$CuCl_2$	CuI	I_2		
21	16	26	5,3	28	28,7		
ИТОГО	150						

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



И.Ю.Макарихин