

Материалы заданий олимпиады 2015-2016 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 № 120 от 28 августа 2015 г.): 25

СОДЕРЖАНИЕ

1.1 Задания Отборочного 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.....	11
1.2.3. Задания 11 класса.....	14
1.3. Задания Экспериментального тура	17
1.3.1. Задание 9 класса.....	17
1.3.2. Задание 10 класса.....	17
1.2.3. Задание 11 класса.....	18
2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ ОЛИМПИАДЫ	19
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	19
3.1. Критерии оценивания заданий Отборочного тура	19
3.1.1. Задания 9 класса.....	19
3.1.2. Задания 10 класса.....	23
4.1.3. Задания 11 класса.....	27
3.2. Критерии оценивания заданий Теоретического тура.....	31
3.2.1. Задания 9 класса.....	31
3.2.2. Задания 10 класса.....	36
4.2.3. Задания 11 класса.....	40
3.3. Критерии оценивания заданий Экспериментального тура	43
3.3.1. Задание 9 класса.....	43
3.3.2. Задание 10 класса.....	45
3.3.3. Задание 11 класса.....	46
4. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА	47
4.1 Задания Интернет-тура (первая волна).....	47
4.1.1. Задания 9 класса.....	47

4.1.2 Задания 10 класса.....	52
4.1.3 Задания 11 класса.....	57
4.2 Критерии оценивания заданий Интернет-тура (первая волна).....	61
4.2.1 Задания 9 класса.....	61
4.2.2 Задания 10 класса.....	62
4.2.3 Задания 11 класса.....	62
4.3 Задания Интернет-тура (вторая волна).....	63
4.3.1. Задания 9 класса.....	63
4.3.2 Задания 10 класса.....	67
4.3.3 Задания 11 класса.....	72
4.4 Критерии оценивания заданий Интернет-тура (вторая волна).....	77
4.4.1 Задания 9 класса.....	77
4.4.2 Задания 10 класса.....	77
4.4.3 Задания 11 класса.....	78

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1 Задания Отборочного тура

1.1.1 Задания 9 класса

Задача №9-1

При взаимодействии 5,6 г простого вещества А с водой выделилось 3,14 л водорода (при н.у.). Полученный раствор после реакции выпарили и прокалили. В результате было получено белое порошкообразное вещество, которое реагирует с водой и кислотами (например, хлороводородной).

1. *Определите вещество А.*
2. *Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.*

Задача №9-2

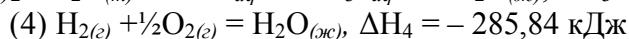
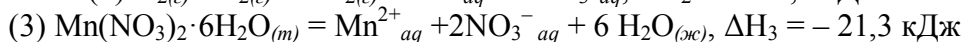
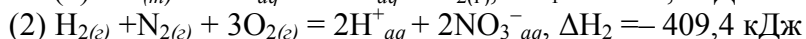
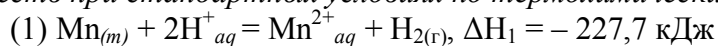
Многие металлы могут образовывать оксиды с различными степенями окисления металла. Содержание металла X в одном из его оксидов в 1,1133 больше, чем в другом оксиде этого металла. Если каждый из оксидов металлов растворить в соляной кислоте и затем быстро добавить раствор щелочи, то образуется в каждом случае свой осадок, заметно различающийся не только по цвету, но и по его поведению при стоянии на воздухе. Если же полученные растворы смешать в определенном соотношении и добавить раствор щелочи, то образуется принципиально новый осадок черного цвета.

1. *Определите металл X.*
2. *Напишите уравнения реакций описанных в тексте и определите состав образующихся осадков.*

Задача №9-3

Стандартной теплотой образования называют тепловой эффект реакции образования одного моля вещества из простых веществ находящихся в устойчивых стандартных состояниях. Для веществ, теплоту образования которых невозможно определить экспериментально, можно использовать расчетный метод, основанный на комбинировании ряда реакций с известными тепловыми эффектами.

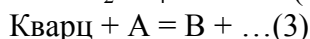
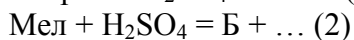
1. *Рассчитайте теплоту образования кристаллогидрата $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O_{(m)}$ из простых веществ при стандартных условиях по термохимическим уравнениям:*



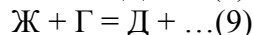
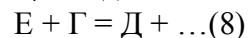
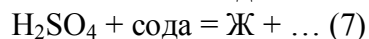
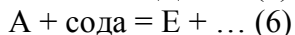
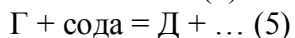
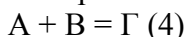
2. *Рассчитайте до какой температуры можно нагреть алюминиевую пластину массой 2,5 кг и имеющую температуру 25°C, используя энергию, выделившуюся при образовании 2 моль воды из простых веществ (реакция 4). Удельная теплоемкость алюминия 0,903 кДж/(кг·K)*

Задача №9-4

Промышленное получение плавиковой кислоты основано на кислотном разложении флюорита (CaF_2). Первой стадией процесса является взаимодействие флюорита с 90% серной кислотой при температуре 220 – 280°C. Основными примесями в обогащенном флюорите являются мел, который увеличивает расход серной кислоты, и кварц, реагирующий с одним из продуктов реакции кислотного разложения флюорита:



В результате первой стадии образуется газообразная смесь продуктов, содержащая А, В и пары H_2SO_4 , и твердый отход разложения, состоящий из 80% Б, 10 – 12 % H_2SO_4 и непрореагировавшего флюорита. Перед сбросом в отвал отход предварительно нейтрализуют действием тонкоизмельченного мела или гашеной извести. Газообразную смесь продуктов охлаждают и отправляют на стадию абсорбции А и очистки действием соды:



1. Напишите уравнения представленных реакций.
2. Напишите уравнения нейтрализации твердого отхода кислотного разложения флюорита и объясните влияние размера частиц извести на эффективность нейтрализации.
3. Объясните, почему возможно протекание реакций (8) и (9)?
4. Рассчитайте массу 90% серной кислоты, которая необходима для получения 1 т безводного А, если исходный флюорит содержит 95% CaF_2 , 3% CaCO_3 . Считайте, что разложение происходит полностью, а остальные примеси флюорита не влияют на расход кислоты и чистоту продукта.

Задача №9-5

Элемент А, имеющий три наиболее известные аллотропные модификации, является рекордсменом по числу образуемых им кислот. Так, для него известны кислоты $\text{K}_1 - \text{K}_5$.

Одноосновная кислота K_1 образуется при действии серной кислоты на бариевую соль (реакция 1). В свою очередь, бариевая соль легко получается при действии гидроксида бария на простое вещество А (реакция 2). Кислота K_1 – сильный восстановитель, легко восстанавливает катионы переходных металлов из растворов. Например, натриевая соль используется в качестве восстановителя хлорида никеля (II) при никелировании токонепроводящих материалов (реакция 3).

Двухосновная кислота K_2 образуется при гидролизе одного из хлоридов элемента А (реакция 4). Подобно K_1 кислота K_2 является восстановителем, хотя и не таким сильным. Например, она легко обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия (реакция 5).

Четырёхосновная кислота K_3 получается по реакции ионного обмена из натриевой соли (реакция 6), которая в свою очередь может быть получена при действии на простое вещество А гидроксида натрия в присутствии окислителя, например, хлорида натрия (реакция 7). Кислоту K_3 также можно получить в реакции K_4 с одним из хлоридов элемента А в присутствии стехиометрического количества воды (реакция 8).

Трёхосновная кислота K_4 имеет наибольшее практическое значение. В промышленности её получают двумя способами. Первый способ основан на реакции ионного обмена из встречающейся в природе соли (реакция 9), а второй – на сжигании простого вещества А и реакции полученного оксида с водой (реакции 10 и 11).

Четырёхосновная кислота K_5 получается при нагревании концентрированной кислоты K_4 при 150°C (реакция 12), однако при разбавлении кислоты K_5 водой вновь образуется кислота K_4 .

- А. Определите вещество А и назовите его аллотропные модификации.
- В. Определите кислоты $\text{K}_1 - \text{K}_5$ и напишите их структурные формулы.
- С. Напишите уравнения химических реакций описанных в тексте.

1.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

При сжигании 1 моль углеводорода А в токе кислорода выделилось 5,6 л углекислого газа (при н.у.). Такое же количество углеводорода А способно присоединить 51,6 мл брома

($\rho=3,1$ г/мл). Известно, что пропускание углеводорода **A** через горячий подкисленный раствор перманганата калия приводит к единственному органическому продукту.

1. Установите брутто-формулу и структурную формулу углеводорода **A**
2. Напишите уравнения приведенных в тексте химических реакций

Задача №10-2

В лаборатории открыли банку с потерянной этикеткой. В ней находилось твердое вещество – уплотнившийся порошок зеленого цвета (содержит 54,94% металла), а в более глубоких слоях – порошок белого цвета (содержит 64,32% металла), образующий муть при добавлении в дистиллированную воду. Вещество не растворяется в воде и при стоянии в воде в течение длительного времени, хотя окраска осадка при этом изменяется. Но это вещество легко образует истинные (бесцветные) растворы при добавлении водных растворов аммиака, соляной кислоты или хлорида натрия. Интересно, что при стоянии на воздухе солянокислый раствор этого реактива постепенно становится окрашенным, а даже до появления окраски при внесении его в пламя горелки дает характеристичное зеленое окрашивание. Вещество, найденное в банке, можно получить обработкой золотисто-розового металла твердой сулемой или перегретым бесцветным газом, получаемым при действии кислоты на поваренную соль.

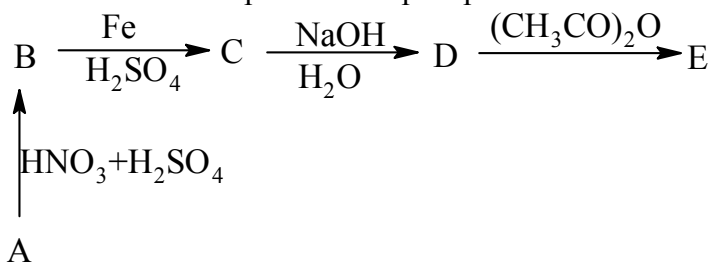
1. Определите вещество, которое находилось в банке.
2. Предложите объяснение описанным наблюдениям и подтвердите их уравнениями реакций, назовите все вещества.

Задача №10-3

В 1832 г. Юстус Либих заинтересовался свойствами горькоминдального масла (**X**). При хранении на воздухе это вещество образует бесцветное твердое кристаллическое вещество **Y**. Вскоре немецкий химик Эйльхард Мичерлих нагревая вещество **Y** с негашеной известью получил жидкость **A** со специфическим неприятным запахом.

Основным способом промышленного производства **A** является процесс переработки некоторых фракций нефти. Вещество **A** не окисляется хромовой смесью при нагревании, но легко окисляется кислородом воздуха на ванадиевом катализаторе с образованием вещества **Z** являющимся одним из самых активных диенофилов

A может являться исходным веществом для синтеза соединения **E**, промежуточного продукта синтеза красителей и антибактериальных препаратов:



1. Установите строение веществ **X**, **Y**, **Z**, **A**. Напишите уравнения реакций описывающих их взаимопревращения.
2. Напишите уравнения превращения **A** в **E** в соответствии с приведенной схемой.

Задача №10-4

Энергия химической связи, характеризующая ее прочность, определяется энергией, которая необходима для разрыва 1 моль данного вида связи. Синонимами энергии связи являются энергия диссоциации для двухатомных молекул и энергия разрыва химической связи. Для определения энергии связи используют кинетические и спектроскопические данные исследуемых молекул, однако можно произвести расчет, используя закон Гесса.

1. Вычислите энергию химической связи в молекуле хлороводорода, если известны энтальпия образования $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{HCl}) = -92,3$ кДж/моль и энергии диссоциации

водорода и хлора на атомы: $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) = 242,6 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{H}_2) = 435,95 \text{ кДж/моль}$.

2. Определите, какую массу алюминия, имеющего начальную температуру 25°C , можно нагреть до температуры плавления, используя энергию, выделившуюся при образовании из простых веществ 10 моль хлороводорода. Температура плавления алюминия 660°C , удельная теплоемкость $0,903 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$

Задача №10-5

Элемент А, имеющий три наиболее известные аллотропные модификации, является рекордсменом по числу образуемых им кислот. Так, для него известны кислоты **K₁ – K₅**.

Одноосновная кислота **K₁** образуется при действии серной кислоты на бариевую соль (реакция 1). В свою очередь, бариевая соль легко получается при действии гидроксида бария на простое вещество А (реакция 2). Кислота **K₁** – сильный восстановитель, легко восстанавливает катионы переходных металлов из растворов. Например, натриевая соль используется в качестве восстановителя хлорида никеля (II) при никелировании токонепроводящих материалов (реакция 3).

Двухосновная кислота **K₂** образуется при гидролизе одного из хлоридов элемента А (реакция 4). Подобно **K₁** кислота **K₂** является восстановителем, хотя и не таким сильным. Например, она легко обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия (реакция 5).

Четырёхосновная кислота **K₃** получается по реакции ионного обмена из натриевой соли (реакция 6), которая в свою очередь может быть получена при действии на простое вещество А гидроксида натрия в присутствии окислителя, например, хлорида натрия (реакция 7). Кислоту **K₃** также можно получить в реакции **K₄** с одним из хлоридов элемента А в присутствии стехиометрического количества воды (реакция 8).

Трёхосновная кислота **K₄** имеет наибольшее практическое значение. В промышленности её получают двумя способами. Первый способ основан на реакции ионного обмена из встречающейся в природе соли (реакция 9), а второй – на сжигании простого вещества А и реакции полученного оксида с водой (реакции 10 и 11).

Четырёхосновная кислота **K₅** получается при нагревании концентрированной кислоты **K₄** при 150°C (реакция 12), однако при разбавлении кислоты **K₅** водой вновь образуется кислота **K₄**.

- А. Определите вещество А и назовите его аллотропные модификации.
- В. Определите кислоты **K₁ – K₅** и напишите их структурные формулы.
- С. Напишите уравнения химических реакций описанных в тексте.

1.1.3. Задания 11 класса

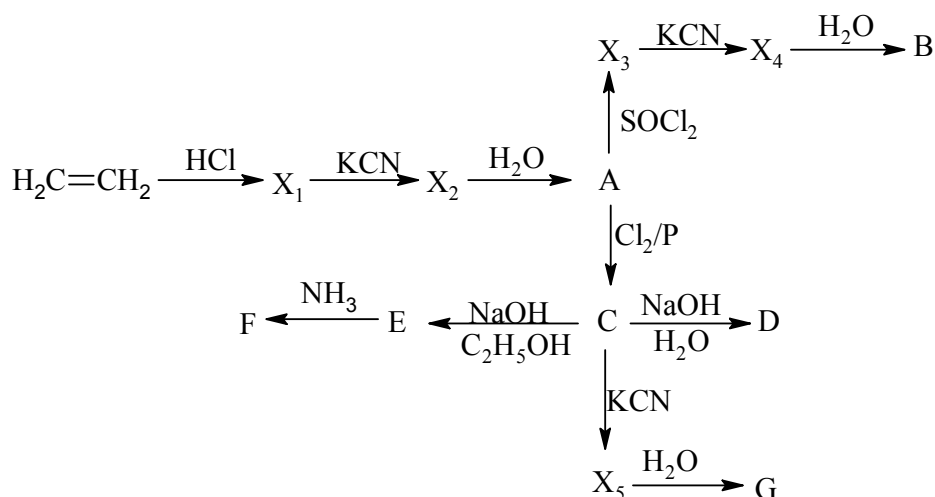
Задача №11-1

Взаимодействие простого вещества, образованного элементом А, с газообразным хлором приводит к получению единственного продукта Б, содержащего 22,55% элемента А. Вещество Б представляет собой бесцветную жидкость интенсивно реагирующую с водой и растворами щелочей (например, NaOH).

1. Определите вещества А и Б.
2. Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.

Задача №11-2

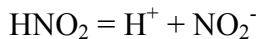
Карбоновые кислоты – один из самых многочисленных классов органических веществ. Сегодня Вам предстоит получить 7 карбоновых кислот из одного соединения – этилена.



1. Напишите схемы химических реакций, отвечающих представленным превращениям. Напишите структурные формулы веществ $\text{X}_1 - \text{X}_5$ и $\text{A} - \text{G}$. Назовите кислоты $\text{A} - \text{G}$.
2. Напишите уравнение реакции, позволяющей в одну стадию получить кислоту A из кислоты G

Задача №11-3

Основной характеристикой силы кислот в водных растворах является константа диссоциации (K_d). Напомним, что константа диссоциации есть константа равновесия реакции диссоциации кислоты. Например, для азотистой кислоты:



$$K_d = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

Знание константы диссоциации позволяет вычислить ряд других характеристик раствора кислоты, а именно величину pH и степень диссоциации кислоты.

Было приготовлено два раствора: *раствор 1* разбавлением 0,1М раствора уксусной кислоты в 2,5 раза и *раствор 2*, полученный смешением 200 мл раствора 0,1М CH_3COOH и 50 мл 0,2М раствора гидроксида натрия.

1. Определите какие вещества и в какой концентрации находятся в растворе 2.
2. Предскажите зависимость степени диссоциации уксусной кислоты от состава раствора и подтвердите ее расчетом, если $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$
3. Вычислите величину pH полученных растворов. Напомним, что величина pH – есть отрицательный логарифм концентрации ионов водорода:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

Задача №11-4

Органические соединения A , B , C , D и E имеют одну и ту же простейшую формулу. Соединение A , газообразное при стандартных условиях, хорошо растворимое в воде. Оно образует полимер в виде белого порошка, который может быть снова легко превращен в мономер. Водный раствор A используется для хранения биологических препаратов.

Безводное соединение B представляет собой жидкость (т.пл. 16°C). Водные растворы с концентрацией 1–20% используются в пищевой промышленности и в быту в качестве пряности и как консервант. В промышленности оно производится из метанола и оксида углерода в каталитическом процессе.

Соединение C является природным, присутствует в кисломолочных продуктах, квашеной капусте, маринованных огурцах и тканях животных. Молекула соединения C содержит один асимметричный атом углерода.

Соединение D , имеющее молекулярную массу, превышающую молекулярную массу соединения C на 30 г/моль, не является природным продуктом и содержит в молекуле

четыре вторичные гидроксильные группы, расположенные попарно в *транс*-положении по отношению друг к другу.

Соединение **Е** является природным соединением. Оно присутствует в крови, является энергетическим материалом для клеток, а также составной частью таких природных соединений, как крахмал, целлюлоза, гликоген, сахароза, и многие другие.

1. Определите соединения **А** – **Е**, изобразите их структурные формулы, дайте названия по номенклатуре ИЮПАК.
2. Напишите уравнения реакций соединений **А** и **Е** с $\text{Cu}(\text{OH})_2$, **Е** с азотной кислотой.
3. Напишите уравнения получения **А** и **В** из метанола.

Задача №11-5

Энергия химической связи, характеризующая ее прочность, определяется энергией, которая необходима для разрыва 1 моль данного вида связи. Синонимами энергии связи являются энергия диссоциации для двухатомных молекул и энергия разрыва химической связи. Для определения энергии связи используют кинетические и спектроскопические данные исследуемых молекул, однако можно произвести расчет, используя закон Гесса.

1. Вычислите энергию химической связи в молекуле хлороводорода, если известны энтальпия образования $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{HCl}) = -92,3 \text{ кДж/моль}$ и энергии диссоциации водорода и хлора на атомы: $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) = 242,6 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{H}_2) = 435,95 \text{ кДж/моль}$.
2. Определите, какую массу алюминия, имеющего начальную температуру 25°C , можно нагреть до температуры плавления, используя энергию выделившуюся при образовании из простых веществ 10 моль хлороводорода. Температура плавления алюминия 660°C , удельная теплоемкость $0,903 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$

1.2 Задания Теоретического тура

1.2.1 Задания 9 класса

Задача №9-1

Сплав Дебарда описан итальянским химиком Артуро Дебарда в 1894 году. В настоящее время его применяют в аналитической химии в качестве сильного восстановителя. Он состоит из трех металлов:

- металл **А**, оксид (содержит 47,06% кислорода) которого входит в состав наждачной бумаги в виде минерала корунд;
- металл **Б** придает крови некоторых животных голубой цвет;
- металл **В**, сульфид (содержит 32,99% серы) которого встречается в природе в виде сфалерита.

Ни один из этих металлов не проявляет таких свойств как сплав, однако благодаря образованию гальванопары между металлами **А** и **Б** сплав становится очень активным. Например, может восстановить нитрат и нитрит натрия до аммиака в среде гидроксида натрия.

Для исследования состава сплава его навеска массой 1 г была растворена в азотной кислоте, при этом выделялся бесцветный газ **Г**, плотность которого по углекислому газу 0,682. К полученному голубому раствору прибавили избыток раствора гидроксида натрия, выпавший осадок отфильтровали, высушили, прокалили и взвесили. Его масса оказалась 0,6260 г. К фильтрату добавили избыток хлорида аммония, образовавшийся осадок отфильтровали и высушили. Его масса составила 1,3000 г.

1. Определите вещества **А** – **Г** и напишите уравнения реакций, осуществленных при анализе сплава Дебарда. Не забудьте расставить коэффициенты в написанных уравнениях реакций.

2. Напишите уравнения восстановления нитрита натрия и нитрата натрия в щелочной среде словом Деварда.
3. Определите состав сплава Деварда в массовых процентах.

Задача №9-2

Впервые вещество **X** получил в 1818 году французский химик Луи Жак Тенар (1777–1857), действуя сильно охлажденной соляной кислотой на пероксид бария (*реакция 1*). Применение вещества **X** во многих технологических процессах, медицине и сельском хозяйстве основывается на его окислительных свойствах.

Вещество **X** – неустойчивое соединение, процесс его разложения в водных растворах проходит самопроизвольно (*реакция 2*). Вещество **X** может выступать как в роли окислителя, так и восстановителя. При действии его на бесцветный раствор иодида калия происходит изменение окраски раствора (*реакция 3*). В тоже время при действии **X** на подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия, малиновая окраска исчезает (*реакция 4*).

В конце XX века удалось синтезировать вещества, подобные **X**, – **Y** (массовая доля кислорода 96%) и **Z** (массовая доля кислорода 97%). Эти соединения еще более неустойчивы. При обычных температурах (н.у.) они разлагаются за доли секунды, однако при температурах порядка -70°C существуют часами. Спектрохимическое исследование показывает, что их молекулы имеют зигзагообразную цепную структуру.

1. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Приведите структурные формулы **X**, **Y**, **Z** и объясните на примере соединения **X**, чем обусловлена их неустойчивость.
3. Напишите уравнения реакций 1-4. Укажите роль вещества **X** в реакциях 3 и 4.
3. Приведите не менее трёх примеров использования вещества **X** в быту и в промышленности.

Задача №9-3

При взаимодействии бесцветной, дымящей на воздухе жидкости **A** (содержит 13,45 % кислорода), с бинарным соединением **B**, содержащим 31,84% галогена по массе образуется газ **B** (*реакция 1*), строение которого сходно со строением вещества **A**. **B** содержит 18,6% кислорода. При пропускании газа **B** через концентрированный раствор гидроксида калия (*реакция 2*), видимых изменений не наблюдалось. При последующем добавлении к получившемуся раствору известковой воды (*реакция 3,4*) выпадает смесь осадков, состоящая из двух веществ – **X** и **Y**. Обработка этих осадков разбавленной хлористоводородной кислотой (до полного прекращения видимых признаков реакции (*реакция 5*)) приводит к выделению газа **Г** с плотностью по гелию 16,00. Дальнейшая обработка осадков 75% серной кислотой (*реакция 6*) приводит к выпадению другого осадка **Д** и выделению газа **Е** (0,998 г/дм³, 25°C , 123630,8 Па). Газ **Е** легко сжижается при 19°C с образованием прозрачной, легкоподвижной жидкости с плотностью $\approx 1 \text{ г/см}^3$.

1. Определите вещества **A–E**, **X**, **Y**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций 1–6.
3. За счет чего происходит «дымление» жидкости **A**? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Задача №9-4

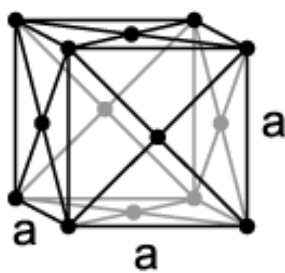
Студенты Маша и Петя обнаружили в лаборатории несколько слитков неизвестного металла **X**. Они решили определить, что это за металл, чтобы оценить возможность его использования в своих исследованиях.

Петя установил, что **X** пассивируется при действии концентрированной азотной кислоты, однако активно растворяется в разбавленной азотной и в горячей концентрированной серной кислоте.

Раствор, полученный после реакции **X** с азотной кислотой, Петя разделил на четыре пробирки и провел следующие испытания:

Номер пробирки	Добавленный реагент	Наблюдаемый результат
1	Сульфид аммония	Выпадает черный осадок
2	Гидроксид натрия	Образуется зеленый осадок, нерастворимый в избытке гидроксида натрия
3	Гидроксид натрия и газообразный хлор	Образуется зеленый осадок, который при пропускании хлора чернеет
4	Раствор аммиака	Образуется зеленый осадок, растворяется в избытке с образованием синего раствора

Полученные данные позволили Пете однозначно определить, что это за металл.



Пока Петя исследовал химические свойства, Маша занялась изучением физических свойств металла **X**. Рентгенографическое исследование показало, что металл **X** имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром ячейки $3,524 \cdot 10^{-10}$ м (рис.).

Далее Маша взяла слиток металла **X** массой 133,5 г и поместила в цилиндр, содержащий 200,0 мл дистиллированной воды, в результате чего уровень жидкости в цилиндре поднялся до 215,0 мл.

Используя полученные данные, Маша рассчитала, какой именно металл был ими обнаружен.

1. Определите, какой металл обнаружили Петя и Маша.
2. Напишите уравнения реакций, осуществленных Петей.
3. Воспроизведите расчет, который позволил Маше установить металл. При расчетах примите что атомы металла представляют жесткие шары пренебрежимо малого радиуса и могут принадлежать одновременно нескольким элементарным ячейкам.
4. Где может использоваться металл **X**?

Задача №9-5

Негашеная известь или кирабит широко используется при производстве силикатного кирпича. Промышленным способом получения негашеной извести является термическое разложение известняка (карбоната кальция, основной примесью которого является карбонат магния).

На одном из заводов была запущена установка для получения негашеной извести из известняка, особенностью которой являлось то, что обогрев печей разложения проводился за счет сжигания биометанола (CH_3OH). Биометанол – один из перспективных видов альтернативного топлива, его производство основано на культивировании и последующей биотехнологической конверсии фитопланктона.

Для разложения 68,4 кг известняка в опытной установке потребовалась теплота, которая выделяется при сгорании 5,303 кг биометанола. Известно, что на осуществление реакции затрачивается только 85% выделившегося тепла, остальные 15% затрачиваются на разогрев печи, известняка и рассеиваются в окружающей среде. При разложении выделилось $15,68 \text{ м}^3$ углекислого газа.

1. Считая, что разложение прошло полностью, вычислите массовую долю карбонатов кальция и магния в известняке. При расчетах примите, что известняк не содержит других примесей.
2. Имеет ли преимущество использование биометанола вместо традиционно применяемого природного газа – метана (CH_4)? Вычислите массу метана, которая бы потребовалась для разложения такого же количества известняка с 15% потерями теплоты.

Приложение. Стандартная теплота образования веществ

Вещество	Q _{обр} , кДж/моль	Вещество	Q _{обр} , кДж/моль
CaCO _{3(т)}	1206,0	MgO _(т)	601,2
MgCO _{3(т)}	1096,1	CaO _(т)	635,1
CH ₃ OH _(ж)	201,2	CO _{2(г)}	393,5
CH _{4(г)}	74,8	H ₂ O _(г)	241,8

1.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

При взаимодействии бесцветной, дымящей на воздухе жидкости **А** (содержит 13,45 % кислорода), с бинарным соединением **Б**, содержащим 31,84% галогена по массе образуется газ **В** (реакция 1), строение которого сходно со строением вещества **А**. **В** содержит 18,6% кислорода. При пропускании газа **В** через концентрированный раствор гидроксида калия (реакция 2), видимых изменений не наблюдалось. При последующем добавлении к получившемуся раствору известковой воды (реакция 3,4) выпадает смесь осадков, состоящая из двух веществ – **Х** и **У**. Обработка этих осадков разбавленной хлористоводородной кислотой (до полного прекращения видимых признаков реакции (реакция 5) приводит к выделению газа **Г** с плотностью по гелию 16,00. Дальнейшая обработка осадков 75% серной кислотой (реакция 6) приводит к выпадению другого осадка **Д** и выделению газа **Е** (0,998 г/дм³, 25°C, 123630,8 Па). Газ **Е** легко сжижается при 19°C с образованием прозрачной, легкоподвижной жидкости с плотностью ≈ 1 г/см³.

1. Определите вещества **А–Е**, **Х**, **У**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций 1–6.
3. За счет чего происходит «дымление» жидкости **А**? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Задача №10-2

В справочной книге для химиков, технологов, студентов и фармацевтов «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление» (1902 г.) следующим образом описываются получение и свойства вещества «хамелеон» (названия и формулы веществ зашифрованы):

«Приготовление. Хамелеон (**Х**) получается или кипячением раствора **У** с водой или пропусканием CO₂ в нагретый раствор **У**. Полученный красный раствор **Х** сливают с осадка и выпаривают, причем выделяются темно-красные, почти черные блестящие призмы.

В лабораториях хамелеон может быть приготовлен еще следующим образом: 500 частей едкого кали 45%-ного ... выпаривают с 105 г бертолетовой соли и при выпаривании этой смеси прибавляют туда 180 г порошкообразной **З**; нагревание продолжают до тех пор, пока масса совершенно сгустится. Тогда ее размешивают до полного охлаждения, ... массу разбивают на мелкие куски и варят в котле с большим количеством воды, и затем жидкость оставляется в покое на час. Полученный раствор процеживается через асбест и подвергается кристаллизации при возможно низкой температуре.

Можно получить хамелеон из соединения **У** пропусканием хлора в раствор **У** до тех пор, пока его зеленый цвет не перейдет в красный. Полученная таким образом красная жидкость выпаривается на голом огне до кристаллизации и затем охлаждается.

Свойства. Хамелеон выделяется в виде металлически-блестящих длинных призматических кристаллов, просвечивающих красным цветом. Эта соль, как в сухом виде, так и в растворе не представляет прочного соединения. Раствор сахара разлагает на холоду раствор **Х**. Раствор **Х** изменяется от действия света. Если **Х** смешать с сильно охлажденной серной кислотой, получится темно-зеленая тяжелая жидкость, состоящая из **Q**, последняя быстро разлагается при нагревании, развивая кислород, содержащий много озона. В твердом

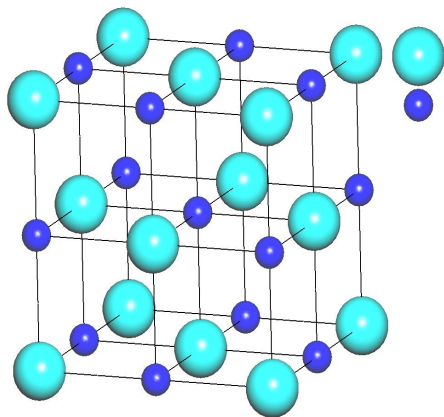
состоянии **X** разлагается при накаливании, выделяя кислород. Смесь кристаллического **X** с фосфором и серой воспламеняется при трении или ударе. Смесь с углем загорается только при нагревании, но не при ударе. ...»

1. Установите вещества **X**, **Y**, **Z**, **Q**,

2. Напишите уравнения реакций описывающих способы получения хамелеона и его свойства

Задача №10-3

Хлорид натрия имеет важное значение. Помимо использования его в быту и медицине, он является сырьем для промышленного получения ряда веществ, таких как хлороводород, гидроксид натрия, хлор и металлический натрий.



1. Напишите уравнения химических реакций, позволяющих получить указанные выше вещества из хлорида натрия. Не забудьте указать условия проведения реакций.

Знание микроструктуры вещества позволяет вычислять макроскопические свойства, например, зная параметры элементарной ячейки вещества можно определить его молярную массу или плотность.

2. Вычислите кратчайшее межатомное расстояние $r(\text{Na-Cl})$ в ангстремах ($1 \text{ см} = 10^{-8} \text{ \AA}$), если плотность

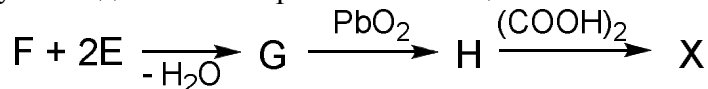
NaCl , имеющего кубическую элементарную ячейку (рис.) равна 2.163 г/см^3 .

В ионных кристаллах NaCl катионы являются более подвижными, чем анионы. Вакансии в катионной подрешетке могут мигрировать, что обеспечивает незначительную электропроводность хлорида натрия. Анионные вакансии также присутствуют в NaCl , но их подвижность и вклад в электропроводность значительно ниже.

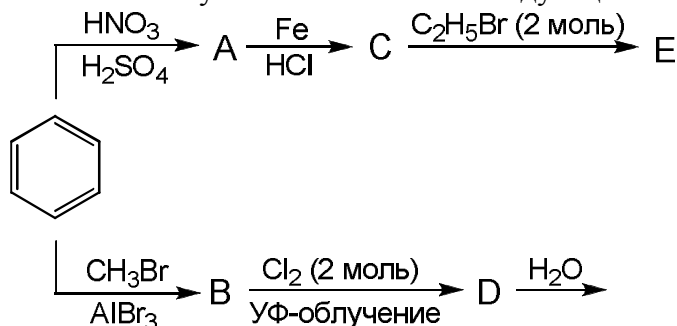
3. Как изменится электропроводность кристаллов NaCl при его легировании ионами Mn^{2+} с образованием твердого раствора? Ответ поясните. Приведите формулу указанного твердого раствора.

Задача №10-4

Известное лекарственное средство **X**, которое наверняка есть в вашей домашней аптечке, было синтезировано в XIX веке. В медицине данное вещество стало применяться с середины XX века в СССР. Однако в европейских странах и США оно не используется, что послужило основанием для шутки над Филом в сериале «Интерны». Ниже приведен способ промышленного получения данного лекарственного вещества.



Соединения **E** и **F** можно получить из бензола по следующей схеме:



Вещество **C** представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом. На воздухе быстро окисляется и приобретает красно-бурную окраску. Вещество **C**

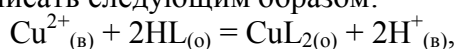
находит широкое применение в качестве полупродукта в производстве красителей, взрывчатых веществ и лекарственных средств. С энергично реагирует с бромной водой с образованием белого осадка.

Вещество **F** – бесцветная жидкость с запахом горького миндаля, легко реагирует с гидросульфитом натрия с образованием кристаллического продукта.

1. Определите строение соединений **A–H** и **X**.
2. Напишите уравнения реакций, описывающих получение **X** из бензола.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия **C** с бромной водой и **F** с гидросульфитом натрия.

Задача №10-5

Экстракция – процесс распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями, широко используется для концентрирования и разделения веществ. Например, широко распространен метод экстракции меди (II) из водных растворов в органическую фазу, после взаимодействия раствора, содержащего медь с диэтилдитиокарбаматом (HL). Уравнение экстракции можно записать следующим образом:



нижним индексом (о) обозначена органическая фаза, а (в) – водная.

Коэффициентом распределения называют величину равную отношению концентрации вещества в органической фазе к его концентрации в водной фазе. Например, для меди (II) при экстракции с диэтилдитиокарбаматом:

$$D = \frac{[\text{CuL}_2]_{(о)}}{[\text{Cu}^{2+}]_{(в)}}$$

Содержание меди в водной фазе определяют следующим способом. К водную фазу подкисляют 2М серной кислотой, прибавляют около 0,5 г кристаллического KI и тщательно перемешивают. Через 5 минут полученную смесь титруют стандартным раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания раствора.

1. Напишите уравнения химических реакций, отражающих суть метода определения меди(II) после экстракции
2. По данным осуществленной экстракции вычислите коэффициент распределения меди между водой и хлороформом в зависимости от pH водной фазы, если соотношение водной и органической фазы равно 1:1, а общий объем смеси равен 200 мл.

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}}, \text{ мг}$	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}, \text{ мг}$	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$

2. Объясните полученную зависимость коэффициента распределения меди от pH водной фазы, если известно, что HL – слабая кислота.

Константой экстракции (K) называют константу равновесия гетерогенной реакции, отвечающей процессу экстракции.

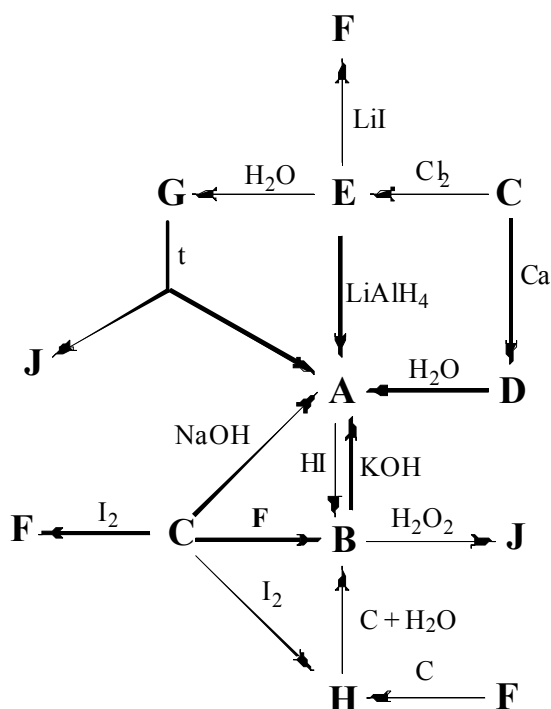
3. Напишите выражение для константы экстракции меди и выведите уравнение связи константы экстракции с коэффициентом распределения.
4. Приняв $[\text{HL}]_{(о)}$ независимой от pH и равной 0,05 моль/л вычислите константу экстракции меди.

1.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Бинарное вещество **A** (содержит 8,82% водорода) – бесцветный, ядовитый газ, при взаимодействии с газообразным иодоводородом образует бесцветное кристаллическое вещество **B**, при действии на которое KOH образуется исходное вещество **A**.

Вещество **A** может быть получено несколькими способами. Например, при гидролизе бинарного вещества **D**, полученного при нагревании кальция с простым веществом **C**. Вещество **C** является одним из распространённых элементов земной коры и имеет важное значение. В природе в свободном состоянии не встречается. Вещество **A** также можно получить при действии NaOH на простое вещество **C**. Кроме того, вещество **A** можно получить действием LiAlH_4 на вещество **E**, получаемое хлорированием вещества **C**. Вещество **E** в обычных условиях бесцветная жидкость, дымящаяся во влажном воздухе и



обладающая резким неприятным запахом. При гидролизе **E** образуется кислота **G**, которая при нагревании в сухом виде диспропорционирует с образованием **A** и кислоты **J**. При взаимодействии **E** с LiI в сухом бензоле получается бинарное вещество **F**. Кроме того, вещество **F** можно получить при действии йода на вещество **C**. Однако, если йод будет в недостатке, то образуется соединение **H**, которое можно получить также при действии на **F** простого вещества **C**. При добавлении по каплям воды к смеси веществ **H** и **C** образуется соединение **B**. При окислении вещества **B** пероксидом водорода образуется кислота **J**. Соли кислоты **J** широко используются в сельском хозяйстве.

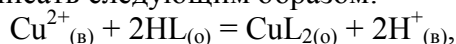
1. Определите вещества **A-J**

2. Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.

3. Приведите формулу соли кислоты **J**, которая широко используется в сельском хозяйстве.

Задача №11-2

Экстракция – процесс распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями, широко используется для концентрирования и разделения веществ. Например, широко распространен метод экстракции меди (II) из водных растворов в органическую фазу, после взаимодействия раствора, содержащего медь с диэтилдитиокарбаматом (HL). Уравнение экстракции можно записать следующим образом:



нижним индексом (о) обозначена органическая фаза, а (в) – водная.

Коэффициентом распределения называют величину равную отношению концентрации вещества в органической фазе к его концентрации в водной фазе. Например, для меди (II) при экстракции с диэтилдитиокарбаматом:

$$D = \frac{[\text{CuL}_2]_{(о)}}{[\text{Cu}^{2+}]_{(в)}}$$

Содержание меди в водной фазе определяют следующим способом. К водную фазу подкисляют 2М серной кислотой, прибавляют около 0,5 г кристаллического KI и тщательно перемешивают. Через 5 минут полученную смесь титруют стандартным раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания раствора.

1. Напишите уравнения химических реакций, отражающих суть метода определения меди(II) после экстракции
2. По данным осуществленной экстракции вычислите коэффициент распределения меди между водой и хлороформом в зависимости от pH водной фазы, если соотношение водной и органической фазы равно 1:1, а общий объем смеси равен 200 мл.

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}}, \text{мг}$	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{(в)}}, \text{мг}$	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$

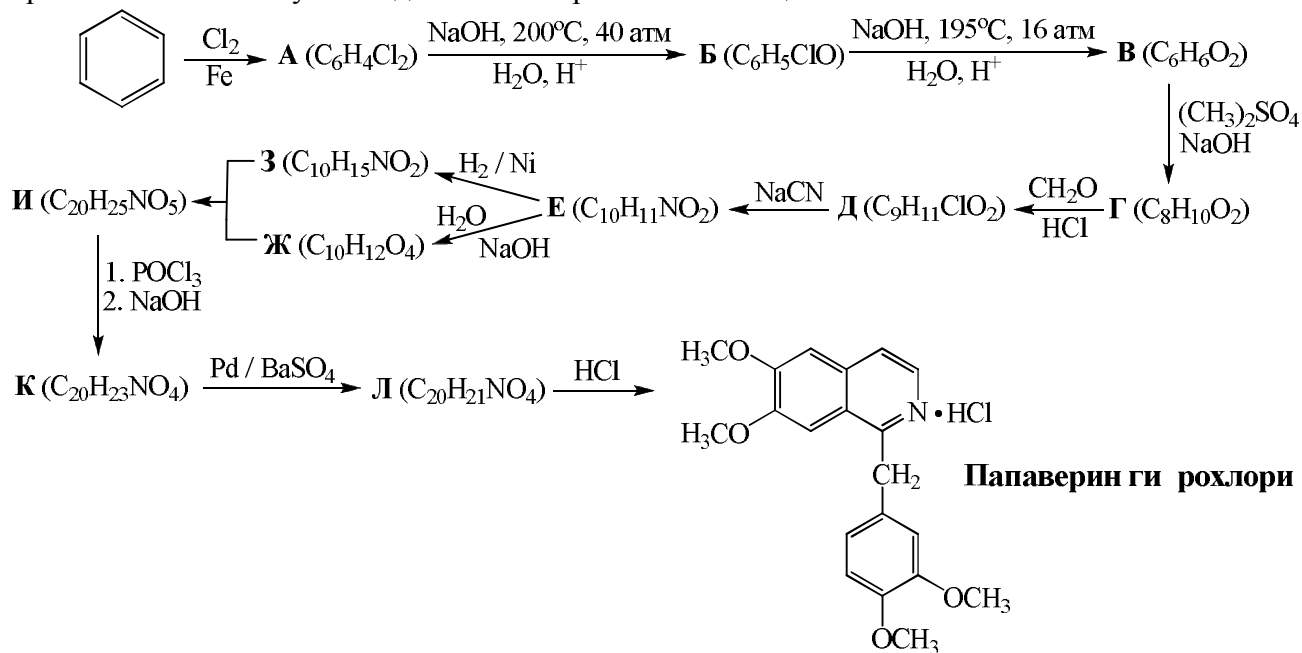
2. Объясните полученную зависимость коэффициента распределения меди от pH водной фазы, если известно, что HL – слабая кислота.

Константой экстракции (К) называют константу равновесия гетерогенной реакции, отвечающей процессу экстракции.

3. Напишите выражение для константы экстракции меди и выведите уравнение связи константы экстракции с коэффициентом распределения.
4. Приняв $[\text{HL}]_{\text{(о)}}$ независимой от pH и равной 0,05 моль/л вычислите константу экстракции меди.

Задача №11-3

Папаверин – алкалоид, выделенный и исследован в 1848 году Георгом Мерком, сыном основателя компании Merck & Co., крупнейшей немецкой химической и фармацевтической компании. Его хлорид является известным лекарственным средством, имеющим название «папаверина гидрохлорид». Он является миотропным спазмолитическим средством, вызывающим расслабление гладких мышц. Ниже приведен один из способов промышленного получения данного лекарственного вещества.



1. Определите строение веществ А – Л.
2. Укажите побочные продукты реакций получения веществ А и Б.

Задача №11-4

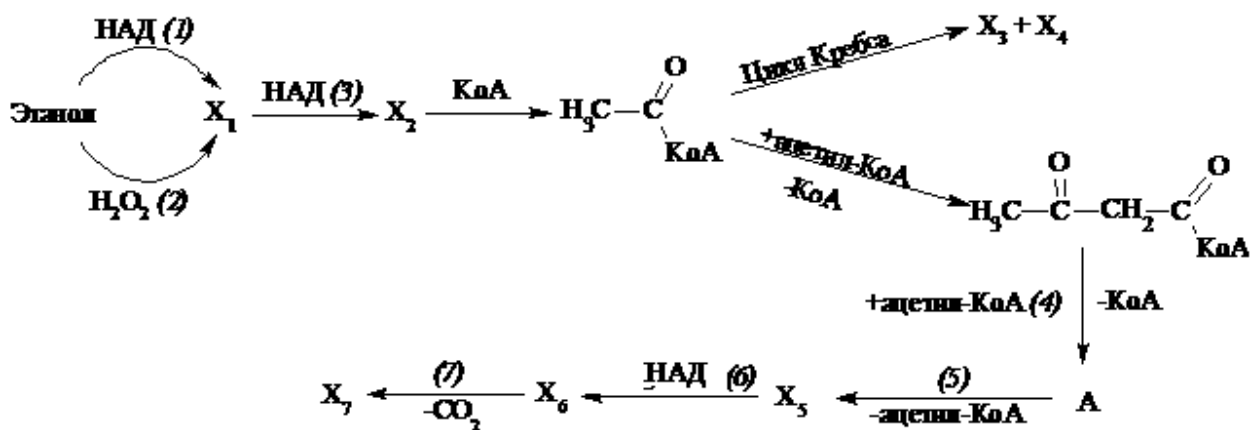
Структуру многих сложных соединений можно описать в рамках теории плотнейших шаровых упаковок (ПШУ). При рассмотрении модели ПШУ считают, что атомы представляю собой жесткие шары. Касаясь, шары заполняют большую часть пространства, однако между ними имеется незанятое пространство, которое называется 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.

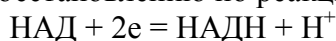
1. Определите формулу селенида таллия, в структуре которого атомы селена образовали плотнейшую шаровую упаковку, а атомы таллия занимают одновременно половину тетраэдрических и 1/3 октаэдрических пустот.
2. Установите координационные числа (число ближайших соседей) атомов таллия и селена.
3. Укажите степень окисления атомов таллия, находящихся в октаэдрических и тетраэдрических пустотах.
4. Запишите уравнения реакций взаимодействия оксида таллия(III) с соляной и серной кислотами, если известно, что при протекании реакции наблюдается выделение газообразных продуктов.

Задача №11-5

Этиловый спирт почти полностью всасывается из желудка и тонкой кишки в систему кровообращения и быстро достигает печени. Печень является единственным органом, способным эффективно избавлять организм от избытка этанола. Распад этанола в печени проходит через несколько стадий:



Первоначально под влиянием фермента алкогольдегидрогеназы этанол окисляется до X₁ (реакция 1). Коферментом этой реакции является никотинамид-адениннуклеотид (НАД), который способен к обратимому восстановлению по реакции:



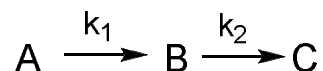
Небольшая часть этанола окисляется до X₁ ферментом каталазой с участием в реакции H₂O₂ (реакция 2). Образующийся X₁ окисляется до X₂ (реакция 3) который соединяясь с коэнзимом А, образует ацетил-коэнзим А (ацетил-КоА). Далее ацетил-КоА окисляется в цикле Кребса до X₃ и X₄.

Повышенное образование ацетил-КоА при окислении больших количеств этанола, вследствие образования ацетоацетат-КоА, приводит к накоплению в крови продуктов X₅, X₆ и X₇ (реакции 4-7).

1. Определите вещества X₁-X₇ и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
2. Напишите схемы реакций 1 – 7 (на схеме номера реакций обозначены цифрами в скобках).

Концентрацию этанола в крови можно рассчитать по законам химической кинетики. Кинетическую схему процесса вывода этанола из организма можно записать следующим

образом:



где **A** – этанол в желудке, **B** – этанол в крови, **C** – X_2 .

Первый процесс – всасывание этанола из желудка в кровь – реакция первого порядка и может быть описана уравнением:

$$\ln \frac{C_0}{C} = k_1 \times t$$

Вторая стадия – реакция нулевого порядка – ферментативное окисление.

3. Рассчитайте константу k_1 , если концентрация этанола в желудке уменьшается в 16 раз за 20 минут.

Решение кинетического уравнения скорости изменения концентрации этанола в крови имеет вид:

$$[B] = [A]_0 \times (1 - e^{-k_1 t}) - k_2 t$$

где $[A]_0$ – начальная концентрация этанола в желудке.

4. Если $[A]_0 = 3,8$ г/л, то концентрация этанола в крови уменьшится в 2 раза через 10 ч. Рассчитайте константу скорости k_2 (размерность — г/л·ч).

5. Через какое время концентрация этанола в крови станет равна предельно допустимому для водителей значению 0,35 г/л?

1.3. Задания Экспериментального тура

1.3.1. Задание 9 класса

Качественный химический анализ направлен на обнаружение ионов, образующих водный раствор. Важную роль в качественном анализе играют кислотно-основные равновесия. Сегодня Вам предстоит проверить свои знания в области кислотно-основных взаимодействий при выполнении задания.

В пронумерованных пробирках находятся растворы шести веществ из следующего списка: сульфат марганца, серная кислота, карбонат натрия, гидроксид натрия, хлорид алюминия, сульфат цинка, аммиак.

1. Не используя других реактивов, установите соответствие между номером пробирки и веществом, раствор которого в ней находится.
2. Напишите ВСЕ возможные уравнения реакций между приведенными веществами в растворе.
3. Отличается ли состав осадков полученных действием карбоната натрия на хлорид алюминия и сульфат цинка. Объясните причины.

Оборудование: штатив с пробирками, пипетка для отбирания растворов, стаканчик для промывания пипетки.

1.3.2. Задание 10 класса

Основным достоинством метода кислотно-основного титрования является возможность определения солей, образованных слабыми кислотами и основаниями.

Сегодня Вам предстоит определить содержание хлорида аммония в растворе. Среди методов определения солей аммония наиболее быстрым и точным является метод, основанный на образовании уротропина (гексаметилентетрамина).

Методика эксперимента

К аликвоте исследуемого раствора объемом 10 мл прибавляют 5 мл предварительно нейтрализованного 40% раствора формальдегида и 2-5 капель 1% раствора фенолфталеина.

Смесь перемешивают и оставляют на 3-5 минут, после чего титруют ее раствором NaOH до появления не исчезающей розовой окраски.

В данном методе титрантом является гидроксид натрия, точную концентрацию которого рекомендуется определять непосредственно перед определением:

Аликвоту стандартного раствора щавелевой кислоты объемом 10 мл разбавляют дистиллированной водой, добавляют 2-3 капли 1% раствора фенолфталеина и титруют раствором NaOH до появления розовой не исчезающей окраски.

Реактивы: ~0,1М NaOH, 0,05М (COOH)₂, 40% водный формальдегид, 1%-р-р фенолфталеина, раствор соли аммония

Оборудование: бюретка на 25 мл, пипетки на 10 мл (2 шт.), колбы для титрования (150 – 200 мл)

1. Вычислите концентрацию хлорида аммония в растворе (в г/л).

2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.

3. Объясните, почему титрование при определении соли аммония рекомендуется проводить в присутствии фенолфталеина, а не метилоранжа, если известно, что реакция взаимодействия солей аммония с формальдегидом обратима.

4. Объясните, почему точную концентрацию гидроксида натрия рекомендуется определять непосредственно перед анализом. Приведите уравнения реакций

1.2.3. Задание 11 класса

Сегодня Вам предстоит синтезировать и исследовать кислотно-основные свойства одного из наиболее распространенных кислотно-основных индикаторов – гелиантина (метилового оранжевого)

Задание 1. Синтез индикатора

В маленьком стакане растворяют 1 г. диметиланилина в 10 мл 1 М соляной кислоты.

В другом стакане растворяют 1 г сульфаниловой кислоты в 2,5 мл 2 М раствора гидроксида натрия. Полученный раствор охлаждают льдом и приливают 5 мл раствора нитрита натрия (80 г/л). После охлаждения к раствору приливают 2,5 мл 2 М соляной кислоты.

Сливают оба раствора и добавляют 2 М раствор гидроксида натрия до оранжево-желтой окраски раствора, при этом наблюдается образование оранжево-желтого осадка красителя.

Стаканчик оставляют на 30 минут, после чего фильтруют и взвешивают полученный осадок.

1. Напишите уравнения осуществленных реакций и рассчитайте выход полученного Вами индикатора.

2. Объясните, почему взаимодействие сульфаниловой кислоты с нитритом натрия ведут при охлаждении. Подтвердите свои размышления уравнениями реакций.

Задание 2. Исследование кислотно-основных свойств

Основным показателем для кислотно-основных индикаторов является pH раствора, при котором наблюдается переход окраски.

Готовят серию стандартных буферных растворов путем смешения растворов 1 и 2 в соответствии с таблицей:

№ пробирки	Объем, 0.1М цитрата Na	Объем, 0.1М HCl	pH	Окраска индикатора
1	0	10	1,0	
2	3,1	6,9	2,0	

3	4,0	6,0	3,0	
4	5,6	4,4	4,0	
5	10	0	5,0	

Несколько кристаллов полученного индикатора растворяют в стаканчике и добавляют по 1 мл к полученным буферным растворам. Тщательно перемешивают и фиксируют окраску раствора. За рН перехода индикатора принимают интервал рН, при котором наблюдается изменение окраски индикатора.

3. *Определите рН перехода окраски полученного Вами индикатора.*

4. *Напишите равновесные формы индикатора, отвечающие обеим окраскам, объясните причину изменения окраски.*

Реактивы: сульфаниловая кислота, диметиланилин, 2М HCl, 2М NaOH, NaNO₂ (80 г/л), 0,1М цитрата натрия, 0,1М HCl

Оборудование: стаканчики (50 – 100 мл, 2 шт), пробирки 5 шт, пипетки градуированные на 10 мл (2шт) и на 1 мл (1 шт)

2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ ОЛИМПИАДЫ

Второй (заключительный) этап олимпиады по химии Многопредметной олимпиады «Юные таланты» состоит из трех туров: отборочного и двух финальных – теоретического и экспериментального.

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник за отборочный тур – 50. К участию в финальных (теоретическом и экспериментальном) турах допускаются участники, выполнившие работы отборочного тура и набравшие суммарно **не менее 15 баллов**, включая победителей и призеров олимпиады предыдущего года. Баллы отборочного тура не суммируются с баллами финальных туров.

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник в финальных турах – 70, из которых 50 – за теоретический тур, а 20 – за экспериментальный тур.

Победителями олимпиады могут стать участники, имеющие не менее 50 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 85% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

Призерами олимпиады (2 степень) могут стать участники, имеющие не менее 40 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 65% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

Призерами олимпиады (3 степень) могут стать участники, имеющие не менее 32 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 50% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

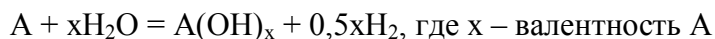
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

3.1. Критерии оценивания заданий Отборочного тура

3.1.1. Задания 9 класса

Задача №9-1

Взаимодействуют с водой с выделением водорода активные металлы. Запишем уравнение в общем виде:



$$n(A) = 2/xn(H_2)$$

$$\frac{5,6}{M} = \frac{2 \cdot 3,14}{x \cdot 22,4}$$

$$M = \frac{5,6 \cdot 22,4 \cdot x}{2 \cdot 3,14} = 20x$$

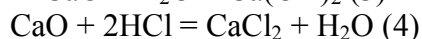
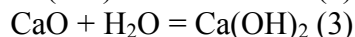
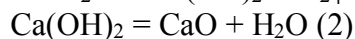
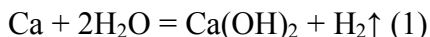
Если $x = 1$, то $M = 20$, близко к неону, но он не реагирует с водой;

Если $x = 2$, то $M = 40$, кальций, удовлетворяет всем условиям

Если $x = 3$, то $M = 60$, нет такого металла

Если $x = 4$, то $M = 80$, бром, не подходит

Получаем, что A – кальций.



Разбалловка

Определение вещества A	4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x1,5 б. = 6б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-2

Задача изначально решается перебором возможных степеней окисления металла. Массовая доля металла в оксиде M_2O_n , где n – степень окисления металла, равна:

$$\alpha = \frac{2 \cdot M}{2 \cdot M + n \cdot 16} = \frac{M}{M + n \cdot 8}$$

Тогда условие задачи может быть записано следующим образом:

$$1.1113 = \frac{M + n_2 \cdot 8}{M + n_1 \cdot 8}$$

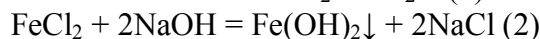
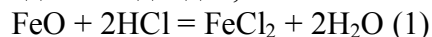
Откуда получается уравнение для расчета молярной массы:

$$M = \frac{n_2 \cdot 1 - n_1 \cdot 1.1113}{1.1113 - 1} \cdot 8$$

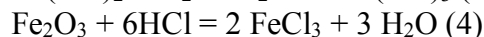
Если степени окисления 1 и 2, то $M = 63.88$, что похоже на медь;

Если степени окисления 2 и 3, то $M = 55.89$, что похоже на железо.

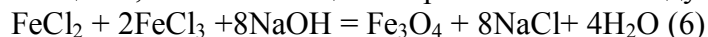
Но по химическим свойствам медь не подходит, то есть X – железо.



$Fe(OH)_2$ – осадок цвета от белого до зеленого цвета в зависимости от способа получения, превращающийся в грязно-коричневый при стоянии на воздухе:



$Fe(OH)_3$ – осадок бурого цвета, не изменяющийся при стоянии на воздухе.



Fe_3O_4 – осадок черного цвета, не изменяющийся при стоянии на воздухе.

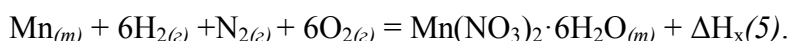
Разбалловка

Определение металла X (любым способом)	2,5б.
Определение состава осадков – $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, Fe_3O_4	1,5б.
Написание уравнений (1) – (6)	6x1б. = 6б.

ИТОГО	10 б.
-------	-------

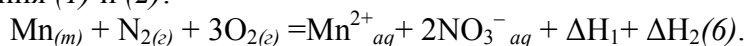
Задача №9-3

Составляем термохимическое уравнение образования кристаллогидрата $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(м)}$ из простых веществ

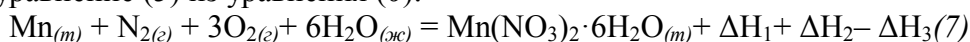


Для определения теплового эффекта ΔH_x реакции производим соответствующие алгебраические действия с термохимическими уравнениями, чтобы получить искомое уравнение. Аналогичные алгебраические действия производим и с тепловыми эффектами.

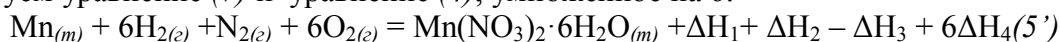
Суммируем уравнения (1) и (2):



Вычитаем уравнение (3) из уравнения (6):



Суммируем уравнение (7) и уравнение (4), умноженное на 6:



Приравниваем тепловые эффекты реакций (5) и (5'), получаем

$$\Delta H_x = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3 + 6\Delta H_4 = -227,7 - 409,4 + 21,3 - 1715,0 = -2330,8 \text{ кДж}$$

При образовании 2 моль воды из простых веществ выделится:

$$Q = 2 \cdot 285,84 = 571,68 \text{ кДж}$$

Напомним, что энтальпия (ΔH) и теплота (Q) имеют противоположные знаки.

Рассчитаем до какой температуры нагреется алюминий:

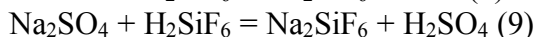
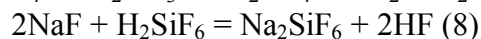
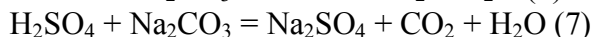
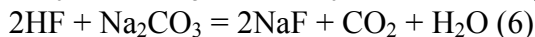
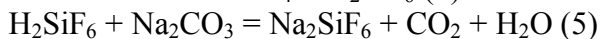
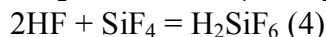
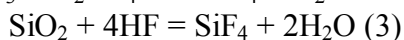
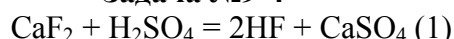
$$Q = cm(T_2 - T_1)$$

$$T_2 = Q/cm + T_1 = 571,68/(2,5 \cdot 0,903) + 298,15 = 551,11 \text{ К (277,96}^\circ\text{C)}$$

Разбалловка

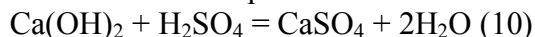
Составление уравнения (5)	2 б.
Способ комбинации термохимических уравнений, приводящий к верному выражению для расчета теплоты образования $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(т)}$	4 б.
Вычисление теплоты образования $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(т)}$	2 б.
Расчет температуры алюминиевой пластины	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4



*в реакциях (5) – (7) Na_2CO_3 может быть заменен NaHCO_3 или NaOH

Нейтрализация твердого остатка кислотного разложения заключается в образовании гипса:



Эффективность нейтрализации напрямую зависит от размера частиц извести по следующим причинам. Прямая зависимость скорости гетерогенной реакции от размера реагирующих частиц: чем меньше средний размер реагирующих частиц, тем выше скорость реакции. Кроме того, так как образующийся сульфат кальция является малорастворимым, он образует корку на поверхности извести, препятствуя дальнейшему протеканию реакции.

Реакции (8) и (9) являются реакциями обмена, их протекание возможно в двух случаях:

1. Если реагирующая кислота является более сильной, чем образующаяся.
2. Если в результате реакции образуется малодиссоциирующее или труднорастворимое вещество.

Очевидно, что гексафторкремниевая кислота не является более сильной чем серная, поэтому протекание данных реакций возможно благодаря низкой растворимости образующегося гексафторсиликата натрия.

Расчет массы серной кислоты:

По уравнению реакции (1):

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CaF}_2) = 0.5n(\text{HF}) = 0.5 \cdot 1000/20 = 25 \text{ кмоль}$$

Найдем массу мела, которая войдет в реакцию вместе с CaF_2 :

$$m(\text{CaF}_2) = 25 \cdot 78 = 1950 \text{ кг}$$

$$1950 \text{ кг} - 95\%$$

$$X \text{ кг} - 3\%$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 1950 \cdot 0.03/0.95 = 61.6 \text{ кг}$$

По уравнению реакции (2):

$$n_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CaCO}_3) = 61.6/100 = 0.62 \text{ кмоль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 25 + 0.616 = 25.62 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 25.62 \cdot 98 = 2510.8 \text{ кг}$$

$$m(90\% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 2510.8/0.9 = 2789.8 \text{ кг} = 2.79 \text{ т}$$

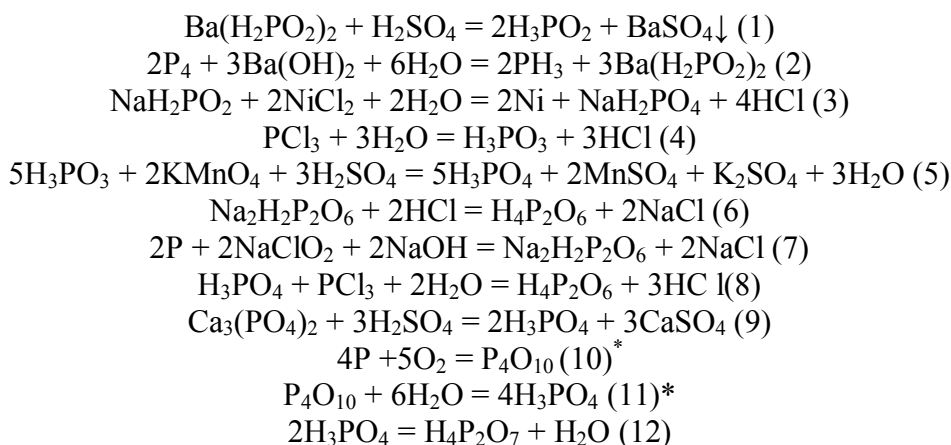
Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (9)	9x0.5 б. = 4.5 б.
Написание уравнения реакции (10)	0.5 б.
Объяснение связи размера частиц и эффективности нейтрализации (за указание любой причины)	2 б. = 2 б.
Объяснение возможности протекания реакций (8) и (9)	1 б.
Расчет массы серной кислоты для получения 1 т HF (полный)	2 б.
без учета расхода кислоты на CaCO_3	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-5

Вещество А – фосфор, имеющий три аллотропные модификации: белый фосфор, красный фосфор, черный фосфор.

Кислота	Брутто-формула	Структурная формула	Название
K1	H_3PO_2		фосфорноватистая кислота
K2	H_3PO_3		фосфористая кислота
K3	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$		фосфорноватая кислота
K4	H_3PO_4		ортофосфорная кислота
K5	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$		пирофосфорная кислота



* возможно написание реакций с P_2O_5

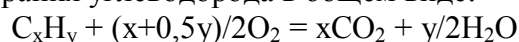
Разбалловка

Определение элемента А и его аллотропных модификаций (любых, не менее двух)	1 б.
Определение кислот с написанием структурной формулы (без структурной формулы – 0,5 б.)	5х1б. = 5 б.
Написание уравнений реакций (1), (4), (6), (8) – (12)	8х0,25б. = 2 б.
Написание уравнений реакций (2), (3), (5), (7)	4х0,5б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

3.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Напишем уравнение сгорания углеводорода в общем виде:



$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{89,6}{22,4x} = 4$$

$$x = 4, \text{ то есть } \text{A} = \text{C}_4\text{H}_y$$

Так как углеводород А способен присоединять бром, то он является ненасыщенным. Рассчитаем, сколько молей брома присоединяет 1 моль А:

$$m(\text{Br}_2) = 51,6 \cdot 3,1 = 160 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = 160/160 = 1 \text{ моль}$$

То есть $n(\text{C}_4\text{H}_y) = n(\text{Br}_2)$, значит это алкен или циклоалкан, так как циклобутан проявляет свойства алкенов.

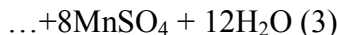
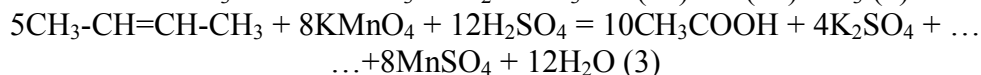
Получаем брутто-формулу А – C_4H_8

Существует пять изомерных алкенов отвечающих формуле C_4H_8 , однако каждый из которых при определенных условиях способен давать один органический продукт при окислении кислым раствором перманганата калия:

Вещество А	Продукт бромирования	Продукт окисления
$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH(Br)-CH(Br)-CH}_3$	$2\text{CH}_3\text{COOH}$
$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{CH}_2\text{(Br)-CH(Br)-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{CH}_2\text{Br} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{CO}_2$
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{Br} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{Br} \quad \text{Br} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$
---	---	--

Уравнения реакций на примере бутена-2:



Разбалловка

Определение вещества А: - брутто-формула	2 б.
- структурная формула (любая возможная)	2б.
Уравнения реакций (1) – (3) (для любых возможных А)	3х2б. = 6б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

Зеленая окраска пламени возникает при попадании в него:

- солей меди (в присутствии хлорид-ионов);
- эфиров борной кислоты;
- солей бария;
- солей таллия.

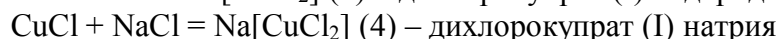
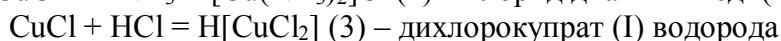
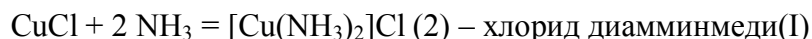
Позеленение при стоянии свидетельствует о существовании солей с несколькими степенями окисления металла, чему удовлетворяет медь. В таком случае белое, нерастворимое в воде вещество – CuCl .

Оно при хранении в неплотно закрытой банке при доступе влаги и кислорода зеленеет (равно как и в водной взвеси):

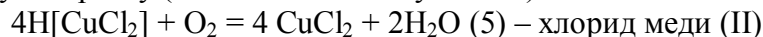


*допустимо название – хлорид гидроксомеди (II)

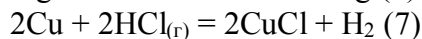
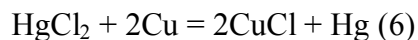
Растворение CuCl при добавлении аммиака, соляной кислоты и хлорида натрия объясняется комплексообразованием:



При стоянии на воздухе за счет окисления кислородом воздуха раствор зеленеет или приобретает голубую окраску (в зависимости от условий)



Реакции получения CuCl :



Разбалловка

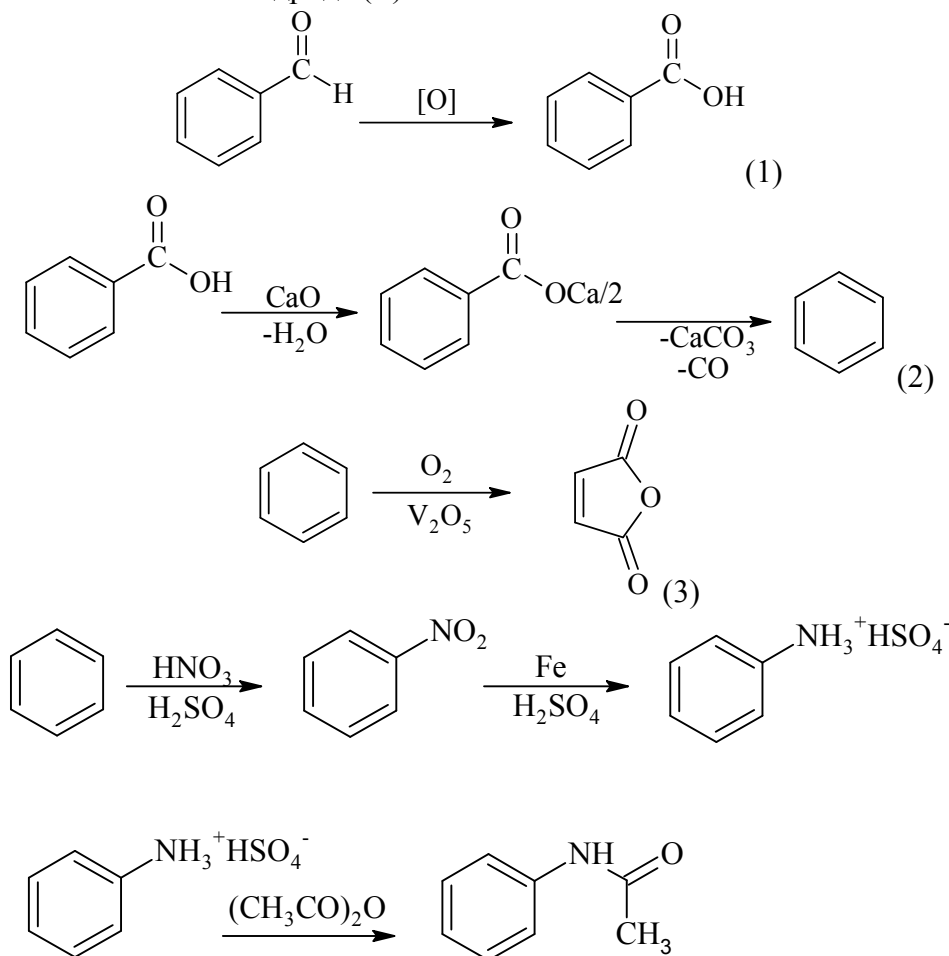
Определение вещества находящегося в банке	2б.
Объяснение изменения окраски при хранении реактива и при стоянии его солянокислого раствора	2х1б. = 2б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5х1 б. = 5 б.
Написание уравнений реакций (6), (7)	2х0,5 б. = 1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3

X – бензальдегид, название горькоминдальное связано с его присутствием в косточках горького миндаля в составе гилкозида – амигдалина.

Y – бензойная кислота, бензальдегид легко окисляется кислородом воздуха.

A – бензол, образуется при декарбоксилировании бензоатов. Кроме того, одним из характерных свойств бензола является его окисление на ванадиевом катализаторе с образованием малеинового ангидрида (**Z**)



Разбалловка

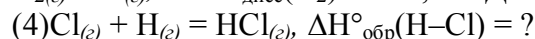
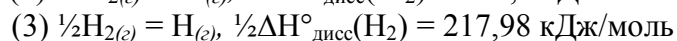
Определение веществ X , Y , Z , A	4x1 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций	6x1б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4

Запишем реакцию образования молекулы HCl из простых веществ



Разобьем на стадии разрыва связей в исходных веществах и стадию образования новой связи, энтальпию образования которой нужно найти:



В соответствии с законом Гесса алгебраическая сумма тепловых эффектов промежуточных стадий (1, 2, 3) образования хлороводорода из простых веществ равна энтальпии образования хлороводорода:

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) = \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) + \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2) + \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}) = \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}) = (-92,3) - (217,98 + 121,3) = -431,58 \text{ кДж/моль}.$$

$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}-\text{Cl})$ – это энергия образования связи, по абсолютной величине равная энергии диссоциации, но противоположная по знаку. Энергия разрыва связи (энергия диссоциации связи) в отличие от энтальпии всегда положительна и равна $E_{\text{H}-\text{Cl}} = 431,58 \text{ кДж/моль}$.

Рассчитаем теплоту которая выделится при образовании 10 моль хлороводорода из простых веществ:

$$Q = 10 \cdot 92,3 = 923 \text{ кДж}$$

Напомним, что энтальпия (ΔH) и теплота (Q) имеют противоположные знаки.

Рассчитаем массу алюминия, которую можно нагреть до температуры плавления:

$$Q = cm(T_2 - T_1) = cm\Delta T$$

$$\Delta T = 660 - 25 = 635^{\circ}\text{C (K)}$$

$$m = Q/c\Delta T = 923/(0,903 \cdot 635) = 1,61 \text{ кг}$$

Таким образом, используя теплоту, выделившуюся при образовании из простых веществ 10 моль HCl можно нагреть до температуры плавления 1,61 кг алюминия.

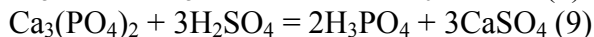
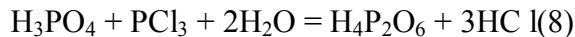
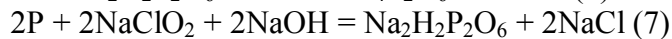
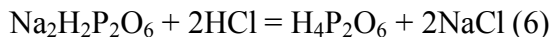
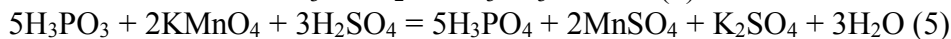
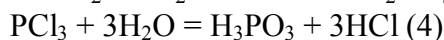
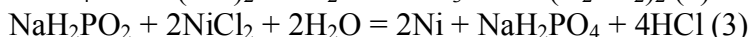
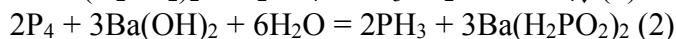
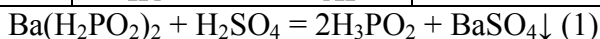
Разбалловка

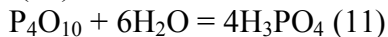
Написание термохимических реакций (1) – (4)	4 б.
Расчет энергии образования связи $\text{H}-\text{Cl}$	3 б.
Определение энергии химической связи	1б.
Определение массы алюминия	2 б.
Итого	10 б.

Задача №10-5

Вещество А – фосфор, имеющий три аллотропные модификации: белый фосфор, красный фосфор, черный фосфор.

Кислота	Брутто-формула	Структурная формула	Название
K1	H_3PO_2		фосфорноватистая кислота
K2	H_3PO_3		фосфористая кислота
K3	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$		фосфорноватая кислота
K4	H_3PO_4		ортофосфорная кислота
K5	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$		пирофосфорная кислота





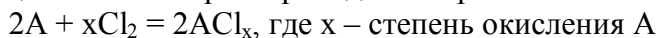
Разбалловка

Определение элемента А и его аллотропных модификаций (любых, не менее двух)	1 б.
Определение кислот с написанием структурной формулы (без структурной формулы – 0,5 б.)	5х1б. = 5 б.
Написание уравнений реакций (1), (4), (6), (8) – (12)	8х0,25б. = 2 б.
Написание уравнений реакций (2), (3), (5), (7)	4х0,5б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

4.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Взаимодействие вещества А с хлором приводит к образованию хлорида элемента А:



Для вещества $AsCl_x$ можно записать следующее равенство:

$$\frac{n(A)}{n(Cl)} = \frac{1}{x}$$

$$\chi n(A) = n(Cl)$$

$$\frac{22,55x}{M} = \frac{77,45}{35,5}$$

$$M = \frac{22,55 * 35,5 * x}{77,45} = 10,33x$$

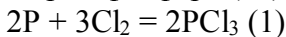
M – атомная масса элемента A . Рассмотрим варианты:

При $x=1$, $M=10,33$, близко к бору, но для него не характерна степень окисления $+1$;

При $x=2$, $M = 20,66$, близко к неону, но он не реагирует с хлором;

При $x=3$, $M = 30,99$, фосфор, удовлетворяет условиям.

Таким образом, А – фосфор, Б – хлорид фосфора (III)

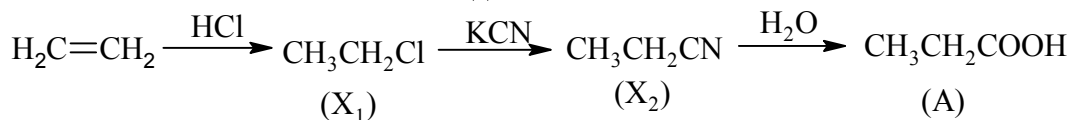


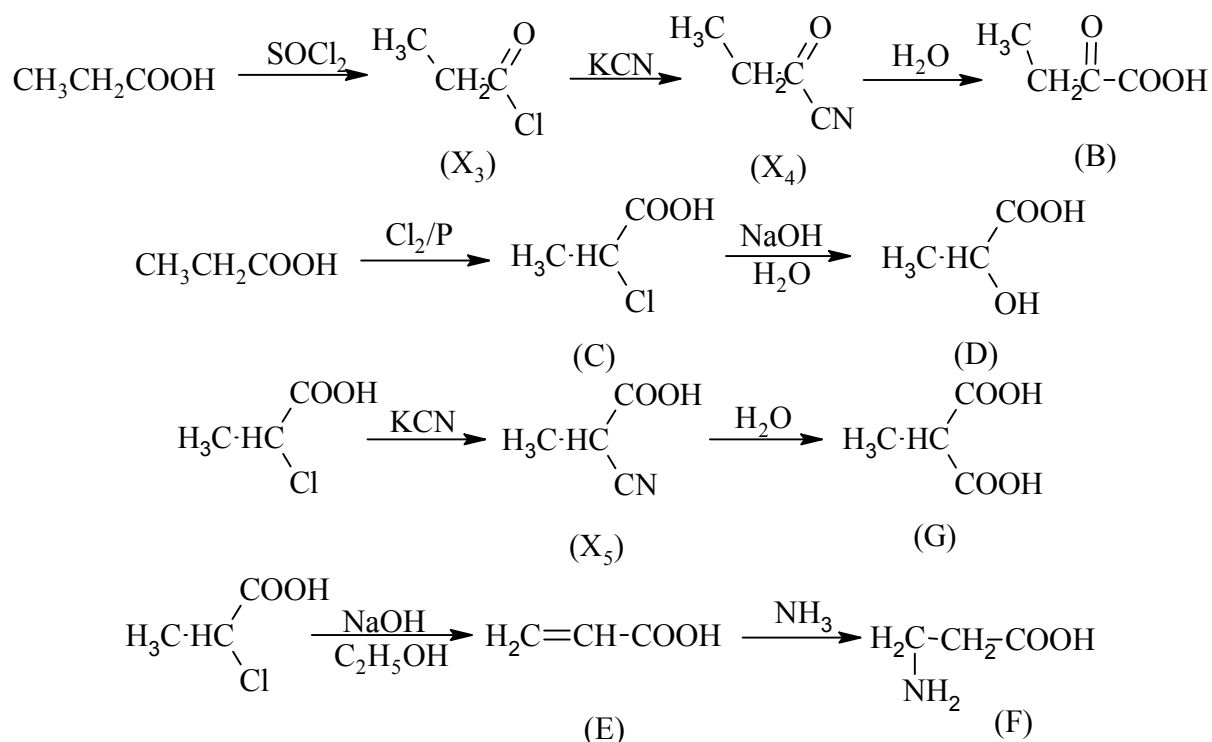
или уравнение с образованием NaH_2PO_3 (3)

Разбалловка

Определение вещества А	3 б.
Определение вещества Б	1 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3х2б. = 6б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2





Названия кислот (учитываются любые верные названия):

A – пропановая кислота

B – 2-оксобутановая кислота

C – 2-хлорпропановая кислота

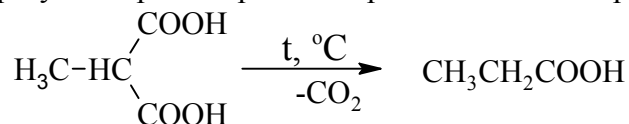
D – 2-гидроксипропановая кислота

E – проп-2-еновая кислота

F – 3-аминопропановая кислота

G – 2-метилпропандиовая кислота

Пропановая кислота образуется при декарбоксилировании 2-метилпропанди-овой кислоты:

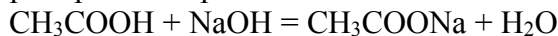


Разбалловка

Написание структурных формул веществ X₁ – X₅ и A – G	12x0,5б. = 6 б.
Название веществ A – G	7x0,5 б. = 3,5 б.
Написание реакции декарбоксилирования G	0,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

При приготовлении раствор 2 протекает реакция:



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ моль}$$

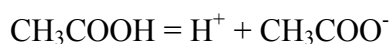
По уравнению реакции: $n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{р}} = n(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ моль}$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{изб}} = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COONa}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{р}} = 0,01 \text{ моль}$$

Тогда состав раствора 2:

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = C(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,01 / (0,2 + 0,05) = 0,04 \text{ моль/л}$$



$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C_{K-ТБ1}}$$

Для раствора 1:

Так как уксусная кислота слабая ($\alpha \ll 1$), примем, что (с учетом разбавления):

$$[CH_3COOH] = C_{K-ТБ1} = 0,1/2,5 = 0,04 \text{ моль/л}$$

$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+]^2}{C_{K-ТБ1}}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_d C_{K-ТБ1}} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04} = 8,34 \cdot 10^{-4}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(8,34 \cdot 10^{-4}) = 3,07$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C_{K-ТБ1}} = \frac{\sqrt{K_d C_{K-ТБ1}}}{C_{K-ТБ1}} = \sqrt{\frac{K_d}{C_{K-ТБ1}}} = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{0,04}} = 0,021$$

Для раствора 2:

Так как уксусная кислота слабая ($\alpha \ll 1$), примем, что

$$[CH_3COOH] = C(CH_3COOH) \text{ и } [CH_3COO^-] = C(CH_3COONa)$$

$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+] \cdot C(CH_3COONa)}{C(CH_3COOH)}$$

$$[H^+] = \frac{K_d \cdot C(CH_3COOH)}{C(CH_3COONa)} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04}{0,04} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(1,74 \cdot 10^{-5}) = 4,76$$

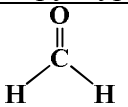
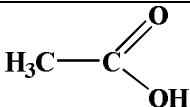
$$\alpha = \frac{[H^+]}{C(CH_3COOH)} = \frac{K_d}{C(CH_3COONa)} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{0,04} = 4,35 \cdot 10^{-4}$$

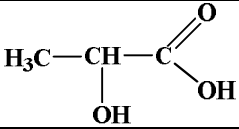
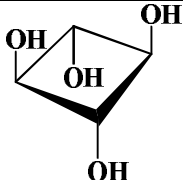
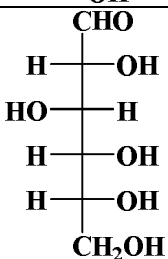
Увеличение равновесной концентрации ацетат-ионов, образующихся при частичной нейтрализации уксусной кислоты приводит к смещению равновесия реакции диссоциации уксусной кислоты влево, то есть степень диссоциации раствора 2 значительно меньше, чем раствора 1.

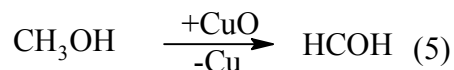
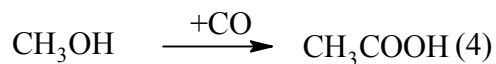
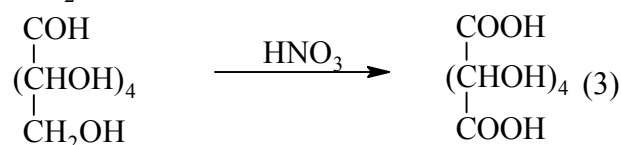
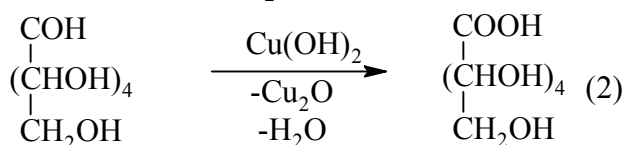
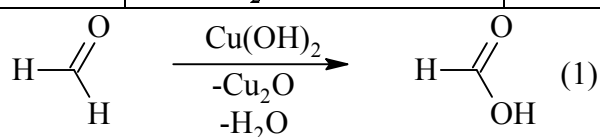
Разбалловка

Вычисление степени диссоциации уксусной кислоты	2x2б. = 4 б.
Вычисление pH каждого из растворов	2x1,5 б. = 3 б.
Объяснение зависимости степени диссоциации от состава раствора	1 б.
Определение состава раствора 2 и концентрации компонентов	2x1 б.=2б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

Соединение	Брутто-формула	Структурная формула	Название
A	CH ₂ O		Метаналь, формальдегид, муравьиный альдегид
B	C ₂ H ₄ O ₂		Этановая кислота, уксусная кислота

C	$C_3H_6O_3$		2-Гидроксипропановая кислота, молочная кислота
D	$C_4H_8O_4$		Циклобутан-1,2,3,4-тетраол
E	$C_6H_{12}O_6$		2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь, глюкоза



* в качестве реакции (2) может быть зачтена реакция образования комплексного соединения меди с глюкозой (качественная реакция на многоатомные спирты)

Разбалловка

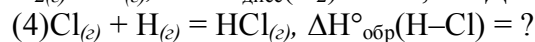
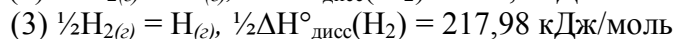
Определение вещества: - название	5x0,5б. = 2,5 б.
- структурная формула	5x0,5б. = 2,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1б. = 5б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

Запишем реакцию образования молекулы HCl из простых веществ



Разобьем на стадии разрыва связей в исходных веществах и стадию образования новой связи, энтальпию образования которой нужно найти:



В соответствии с законом Гесса алгебраическая сумма тепловых эффектов промежуточных стадий (1, 2, 3) образования хлороводорода из простых веществ равна энтальпии образования хлороводорода:

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) = \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) + \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2) + \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}) = \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl}) = (-92,3) - (217,98 + 121,3) = -431,58 \text{ кДж/моль}.$$

$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H-Cl})$ – это энергия образования связи, по абсолютной величине равная энергии диссоциации, но противоположная по знаку. Энергия разрыва связи (энергия диссоциации связи) в отличие от энтальпии всегда положительна и равна $E_{\text{H-Cl}} = 431,58 \text{ кДж/моль}$.

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 10 моль хлороводорода из простых веществ:

$$Q = 10 \cdot 92,3 = 923 \text{ кДж}$$

Напомним, что энтальпия (ΔH) и теплота (Q) имеют противоположные знаки.

Рассчитаем массу алюминия, которую можно нагреть до температуры плавления:

$$Q = cm(T_2 - T_1) = cm\Delta T$$

$$\Delta T = 660 - 25 = 635^{\circ}\text{C (K)}$$

$$m = Q/c\Delta T = 923/(0,903 \cdot 635) = 1,61 \text{ кг}$$

Таким образом, используя теплоту, выделившуюся при образовании из простых веществ 10 моль HCl можно нагреть до температуры плавления 1,61 кг алюминия.

Разбалловка

Написание термохимических реакций (1) – (4)	4 б.
Расчет энергии образования связи H-Cl	3 б.
Определение энергии химической связи	1б.
Определение массы алюминия	2 б.
Итого	10 б.

3.2. Критерии оценивания заданий Теоретического тура

3.2.1. Задания 9 класса

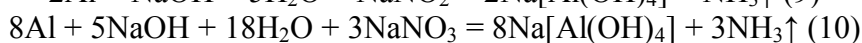
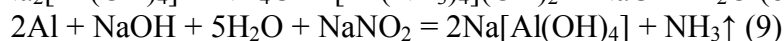
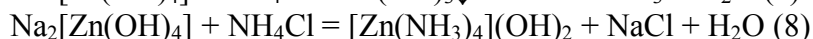
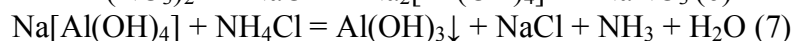
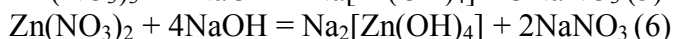
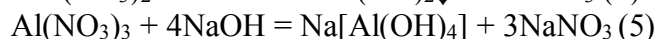
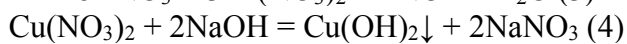
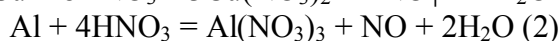
Задача №9-1

Металл А – алюминий, т.к. в избытке щелочи образует растворимый ион $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$. Кроме того не образует аммиаков и осаждается раствором хлорида аммония. В наждачной бумаге представлен в виде корунда (Al_2O_3)

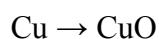
Металл Б – медь, т.к. входит в состав гемоцианина в виде иона Cu^{2+} , при этом растворы ионов этого металла в виде катиона имеют голубой цвет.

Металл В – цинк, т.к образует аммиакаты в отличие от алюминия. Кроме того сфалерит – это ZnS .

Газ Г – NO , т.к $M(\text{газа}) = M(\text{CO}_2) \cdot D = 44 \cdot 0,6818 = 30 \text{ г/моль}$



При прокаливании вещества Д образуется CuO , при высушивании Е состав осадка не изменяется, то есть можно записать:



$$\frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} \Rightarrow m(\text{Cu}) = M(\text{Cu}) * \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} = 63.5 * \frac{0.6220}{63.5 + 16} = 0.4968$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{0.4968}{1.0000} \cdot 100 = 49.68\%$$



$$\frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{m(\text{Al}(\text{OH})_3)}{M(\text{Al}(\text{OH})_3)} \Rightarrow m(\text{Al}) = M(\text{Al}) * \frac{m(\text{Al}(\text{OH})_3)}{M(\text{Al}(\text{OH})_3)} = 27 * \frac{1.3}{27 + 3 * 17} = 0.4500$$

$$w(\text{Al}) = \frac{0.4500}{1.0000} \cdot 100 = 45.00\%$$

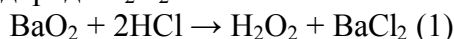
$$w(\text{Zn}) = 100 - 49.68 - 45 = 5.32\%$$

Разбалловка

Определение металлов А, Б, В	3x1 б. = 3 б.
Вещество Г	0,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (10)	10x0,5 б. = 5 б.
Расчет массовой доли металлов в сплаве	3x0,5 б. = 1,5 б.
ИТОГО	10 б.

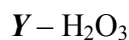
Задача №9-2

Вещество **X** – это пероксид водорода H_2O_2 .



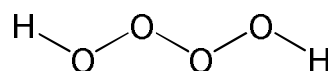
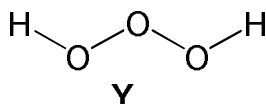
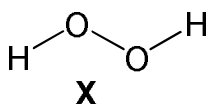
Так **X**, **Y** и **Z** вещества одного класса, то **Y** и **Z** должны содержать пероксидный мостик $-\text{O}-\text{O}-$. Предположим для **Y** и **Z** общую формулу H_2O_n . Для вещества **Y**:

$$\frac{16n}{2 + 16n} = 0.96, n = 3$$

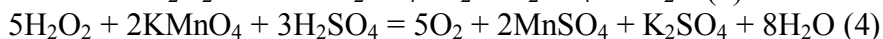
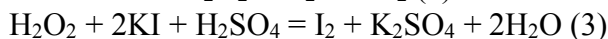
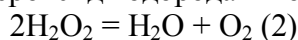


Для вещества **Z**:

$$\frac{16n}{2 + 16n} = 0.97, n = 4$$



Связь $-\text{O}-\text{O}-$ непрочная, поэтому пероксид водорода и подобные ему соединения неустойчивы:



Вещество **X** в реакции (3) является окислителем, а в реакции (4) восстановителем

Варианты использования пероксида водорода.

- 1) Отбеливатель на текстильном производстве и при изготовлении бумаги.
- 2) Применяется как окислитель ракетного топлива.
- 3) Используется в качестве пенообразователя при производстве пористых материалов.
- 4) Разбавленные растворы перекиси водорода применяются для обработки небольших поверхностных ран.
- 5) Пероксид водорода применяется также для обесцвечивания волос.
- 6) 3%-ный раствор пероксида водорода используется в аквариумистике для оживления задохнувшейся рыбы, а также для очистки аквариумов и борьбы с нежелательной флорой и фауной в аквариуме.

Разбалловка

Определение веществ (брутто-формулы) X, Y, Z	3x1 б. = 3 б.
Структурные формулы X, Y, Z	3x0,5 б. = 1,5 б.
Уравнения реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Объяснение неустойчивости соединения X	0,5 б.
Примеры использования X (не менее трех, если указано хотя бы одно, то 0,5 б.)	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-3

Газ Г имеет относительную плотность по гелию 16, то есть: $M(B) = 16 \cdot 4 = 64$ г/моль, это может быть SO_2 , что соответствует условиям задачи. Газ В выделяется из нерастворимой соли кальция при действии сильной кислоты. Тогда X (или Y) – $CaSO_3$.
Рассчитаем молярную массу газа Е:

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

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{998 \cdot 8,314 \cdot 298}{123630,8} = 20,0 \text{ г/моль}$$

Полученная молярная масса отвечает фтороводороду (HF). Тогда Y (или X) – CaF_2 . Действительно, так как фтороводородная кислота является более сильной, чем сернистая, то реакция ионного обмена сульфита кальция легко протекает с соляной кислотой, а для фторида кальция требуется достаточно концентрированный раствор серной кислоты.

Очевидно вещество Б содержит 31,84% фтора. Пусть Б имеет формулу ЭF_n , где n – валентность Э. Тогда, если А – относительная атомная масса Э:

$$1:n = \frac{31,84}{19} : \frac{68,16}{A}$$

$$A = 40,67n$$

Если $n=1$, то $A = 40,67$ – близко к Ca, но он не может быть одновалентным;

$n=2$, то $A = 81,34$ – нет элемента;

$n=3$, то $A = 122,01$ – близко к Sb, удовлетворяет условию. Б – SbF_3 .

Так как гидролиз газа В действием раствора KOH приводит к образованию сульфита и фторида, то В должен содержать серу в степени окисления +4, кислород и фтор. Очевидно, что это тионилфторид – SOF_2 , что подтверждается расчетом:

$$w(O) = \frac{16}{32 + 16 + 2 \cdot 19} \cdot 100 = 18,60\%$$

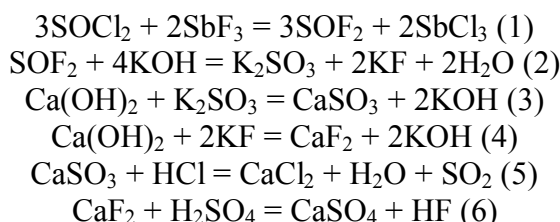
Так как строение А идентично строению В, то это его формула: $SO\text{Э}_2$:

$$w(\text{Э}) = \frac{16}{32 + 16 + 2A(\text{Э})} = 0,1345$$

$$A(\text{Э}) = 35,48 \text{ – это хлор}$$

Тогда А – тионилхлорид ($SOCl_2$)

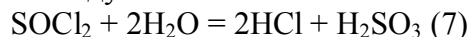
Уравнения реакций:



Неизвестные вещества:

А - SOCl_2 В - SOF_2 Д - CaSO_4 Х - CaSO_3 Б - SbF_3 Г - SO_2 Е - HF У - CaF_2

«Дымление» SOCl_2 обусловлено выделением хлороводорода в результате гидролиза тионилхлорида из-за влажности воздуха:



Разбалловка

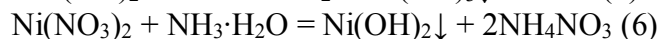
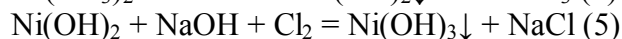
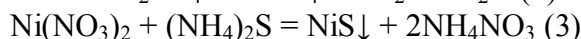
Определение веществ А, Б, В, Г, Е	5x1 б. = 5б.
Определение веществ Д, Х, У	3x0,5б. = 1,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7)	7x0,5б. = 3,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-4

Исходя из химических свойств металла Х, можно сделать следующие выводы:

1. Х обладает основными свойствами (не растворяется в избытке щелочи)
2. Для Х характерно несколько степеней окисления (окисляется хлором)
3. Х образует аммиачные комплексы.

Учитывая характерную окраску сульфида, гидроксидов и аммиачного комплекса можно сделать вывод о том, что **Х** – никель.



Маша определила плотность металла Х по закону Архимеда:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{133.5}{215 - 200} = 8.92 / \text{см}^3$$

Далее, выразив плотность через параметр элементарной ячейки (а) вычислила относительную атомную массу металла.

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 атомов (Z) на массу одного атома, 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):

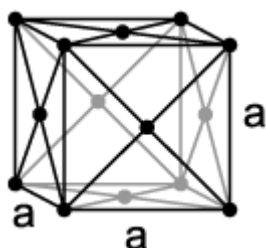
$$m = Z \frac{M}{N_A}$$

В результате получим:

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

Вычислим M металла Х:

$$M = \frac{\rho N_A a^3}{Z} = \frac{8.9 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot (3.524 \cdot 10^{-8})^3}{4} = 58.62 \text{ г} / \text{моль}$$



При этом $Z=4$, так как атомы, лежащие в вершине ячейки, принадлежат ей на 1/8 (так как граничат с 8 ячейками) и таких атомов в ячейке 8.

Атомы, лежащие на грани, принадлежат ячейке на $1/2$, таких атомов 6. Поэтому $Z = 1/8 \cdot 8 + 1/2 \cdot 6 = 4$.

Найденная молярная масса подтверждает, что X – никель.

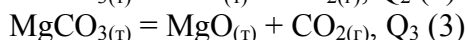
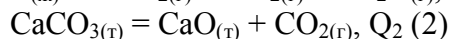
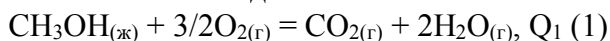
Применение никеля достаточно разнообразно:

- Никель является компонентом жаропрочных сплавов специального назначения, а также легирующим элементом для сталей;
- Соли никеля используются при создании защитных покрытий металлов от коррозии (никелирование);
- Никель используется при изготовлении современных аккумуляторов (никель-цинковых, никель-водородных и др.)
- В химии никель используется для приготовления катализаторов гидрирования (никель Ренея).

Разбалловка

Определение металла X	2 б.
Написание уравнений (1) – (7)	$7 \times 0,56 = 3,5$ б.
Расчет плотности металла X по закону Архимеда	0,5 б.
Нахождение молярной массы металла из кристаллохимических данных	3 б.
Применение никеля (не менее 2х направлений)	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №9-5



$$Q_1 = 2Q(\text{H}_2\text{O}) + Q(\text{CO}_2) - Q(\text{CH}_3\text{OH}) = 2 \cdot 241,8 + 393,5 - 201,2 = 675,9 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 = Q(\text{CO}_2) + Q(\text{CaO}) - Q(\text{CaCO}_3) = 393,5 + 635,1 - 1206,0 = -177,4 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_3 = Q(\text{CO}_2) + Q(\text{MgO}) - Q(\text{MgCO}_3) = 393,5 + 601,2 - 1096,1 = -101,4 \text{ кДж/моль}$$

Так как в условии задачи не указаны условия при которых измерен объем выделившегося газа, то расчет производим исходя из затрат теплоты и общей массы известняка.

Пусть:

$$n(\text{CaCO}_3) = X \text{ моль}, M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = Y \text{ моль}, m(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{известняка}) = 68400$$

$$100X + 84Y = 68400$$

Найдем количество теплоты, затраченное на разложение известняка (Q_p) с учетом 15% потерь теплоты:

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 5303/32 = 165,72 \text{ моль}$$

$$Q = 165,72 \cdot 657,9 = 112010,1 \text{ кДж}$$

$$Q_p = 0,85 \cdot 112010,1 = 95208,6 \text{ кДж}$$

Тепловой баланс процесса можно выразить следующим уравнением:

$$Q_p + n(\text{CaCO}_3) \cdot Q_2 + n(\text{MgCO}_3) \cdot Q_3 = 0$$

$$\text{или } 905208,6 = 177,4X + 101,4Y$$

Решая полученную систему уравнений, получим:

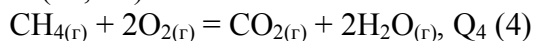
$$\begin{cases} 100X + 84Y = 68400 \\ 177,4X + 101,4Y = 95208,6 \end{cases}$$

$$X = 223,02, Y = 548,78$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 223,02 \cdot 100 = 22302 = 22,3 \text{ кг}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 22,3/68,4 = 0,326 (32,6\%)$$

$$w(\text{MgCO}_3) = 1 - 0,326 = 0,674 (67,4\%)$$



$$Q_1 = 2Q(\text{H}_2\text{O}) + Q(\text{CO}_2) - Q(\text{CH}_4) = 2 \cdot 241,8 + 393,5 - 74,8 = 802,3 \text{ кДж/моль}$$

$$n(\text{CH}_4) = 112010,1/802,3 = 139,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_4) = 139,6 \cdot 16 = 2233,6 \text{ г (2,23 кг)}$$

Использование метана экономически эффективнее, так как его сгорание сопровождается выделением большего количества теплоты.

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x0,5б. = 2 б.
Расчет тепловых эффектов реакций (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
Расчет массовых долей карбонатов в известняке	2,5 б.
Вывод об эффективности метана по сравнению с метанолом	0,5 б.
Расчет массы метана	1 б.
ИТОГО	10 б.

3.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Газ Г имеет относительную плотность по гелию 16, то есть: $M(\text{В}) = 16 \cdot 4 = 64 \text{ г/моль}$, это может быть SO_2 , что соответствует условиям задачи. Газ В выделяется из нерастворимой соли кальция при действии сильной кислоты. Тогда Х (или Y) – CaSO_3 .

Рассчитаем молярную массу газа Е:

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

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{998 \cdot 8,314 \cdot 298}{123630,8} = 20,0 \text{ г/моль}$$

Полученная молярная масса отвечает фтороводороду (HF). Тогда Y (или X) – CaF_2 . Действительно, так как фтороводородная кислота является более сильной, чем сернистая, то реакция ионного обмена сульфита кальция легко протекает с соляной кислотой, а для фторида кальция требуется достаточно концентрированный раствор серной кислоты.

Очевидно вещество Б содержит 31,84% фтора. Пусть Б имеет формулу ЭF_n , где n – валентность Э. Тогда, если А – относительная атомная масса Э:

$$1:n = \frac{31,84}{19} : \frac{68,16}{A}$$

$$A = 40,67n$$

Если $n=1$, то $A = 40,67$ – близко к Са, но он не может быть одновалентным;

$n=2$, то $A = 81,34$ – нет элемента;

$n=3$, то $A = 122,01$ – близко к Sb, удовлетворяет условию. Б – SbF_3 .

Так как гидролиз газа В действием раствора КОН приводит к образованию сульфита и фторида, то В должен содержать серу в степени окисления +4, кислород и фтор. Очевидно, что это тионилфторид – SOF_2 , что подтверждается расчетом:

$$w(\text{O}) = \frac{16}{32 + 16 + 2 \cdot 19} \cdot 100 = 18,60\%$$

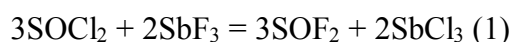
Так как строение А идентично строению В, то это его формула: SOЭ_2 :

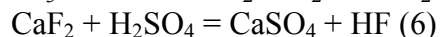
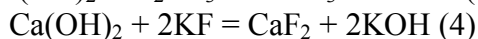
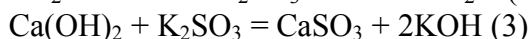
$$w(\text{Э}) = \frac{16}{32 + 16 + 2A(\text{Э})} = 0,1345$$

$$A(\text{Э}) = 35,48 \text{ – это хлор}$$

Тогда А – тионилхлорид (SOCl_2)

Уравнения реакций:





Неизвестные вещества:

А - SOCl_2

В - SOF_2

Д - CaSO_4

Х - CaSO_3

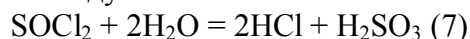
Б - SbF_3

Г - SO_2

Е - HF

Y - CaF_2

«Дымление» SOCl_2 обусловлено выделением хлороводорода в результате гидролиза тионилхлорида из-за влажности воздуха:



Разбалловка

Определение веществ А, Б, В, Г, Е	5x1 б. = 5б.
Определение веществ Д, Х, Y	3x0,5б. = 1,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7)	7x0,5б. = 3,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

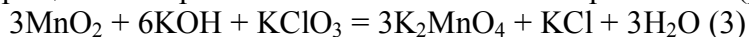
Хамелеон – перманганат калия.

Получение:

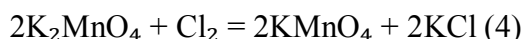
Первый способ – получение из манганата калия (Y):



Во втором способе манганат получают взаимодействием MnO_2 (Z) с бертолетовой солью с последующим превращением образовавшегося манганата в перманганат (реакция 1).

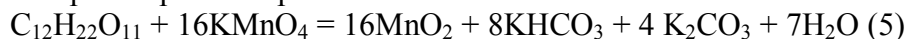


Третий способ – окисление манганата хлором:



Свойства

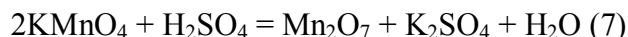
Взаимодействие с раствором сахара:



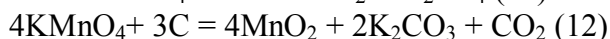
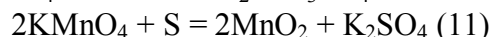
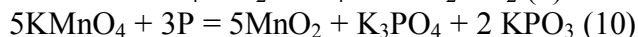
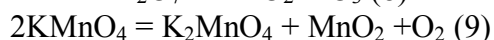
На свету в растворе:



На холоде с серной кислотой:



Mn_2O_7 – вещество Q



Разбалловка

Определение веществ X, Y, Z, Q	4x1б. = 4 б.
--------------------------------	--------------

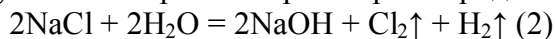
Написание уравнений реакций (1) – (14)	12x0,5б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3

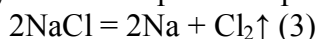
Хлороводород получают обработкой твердого хлорида натрия серной кислотой при нагревании:



Гидроксид натрия и хлор получают электролизом раствора хлорида натрия:



Металлический натрий и хлор получают электролизом расплава NaCl:



Приняв, что плотность вещества равна отношению массы вещества в одной элементарной ячейке (m) к объему элементарной ячейки (V) получим:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Так как мы имеем дело с кубической элементарной ячейкой, то $V = a^3$

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

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

В результате получим:

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

Число формульных единиц NaCl, принадлежащих одной ячейке, определяем исходя из того, что атом, находящийся в вершине ячейки принадлежит ей на 1/8 (т.к. является общим для 8 ячеек), атом, лежащий на ребре – на 1/4, на грани – на 1/2, а внутри ячейки – на 1. В ячейке находится 4 атома Na ($8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2$) и 4 атома Cl ($12 \cdot 1/4 + 1$), $Z = 4$

Объем элементарной ячейки равен:

$$V = \frac{M \cdot Z}{\rho \cdot N_A} = \frac{58.443 \cdot 4}{2.163 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}} = 17,953 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3.$$

Параметр a элементарной ячейки $a = \sqrt[3]{V} = 5.64 \cdot 10^{-8} \text{ см}$.

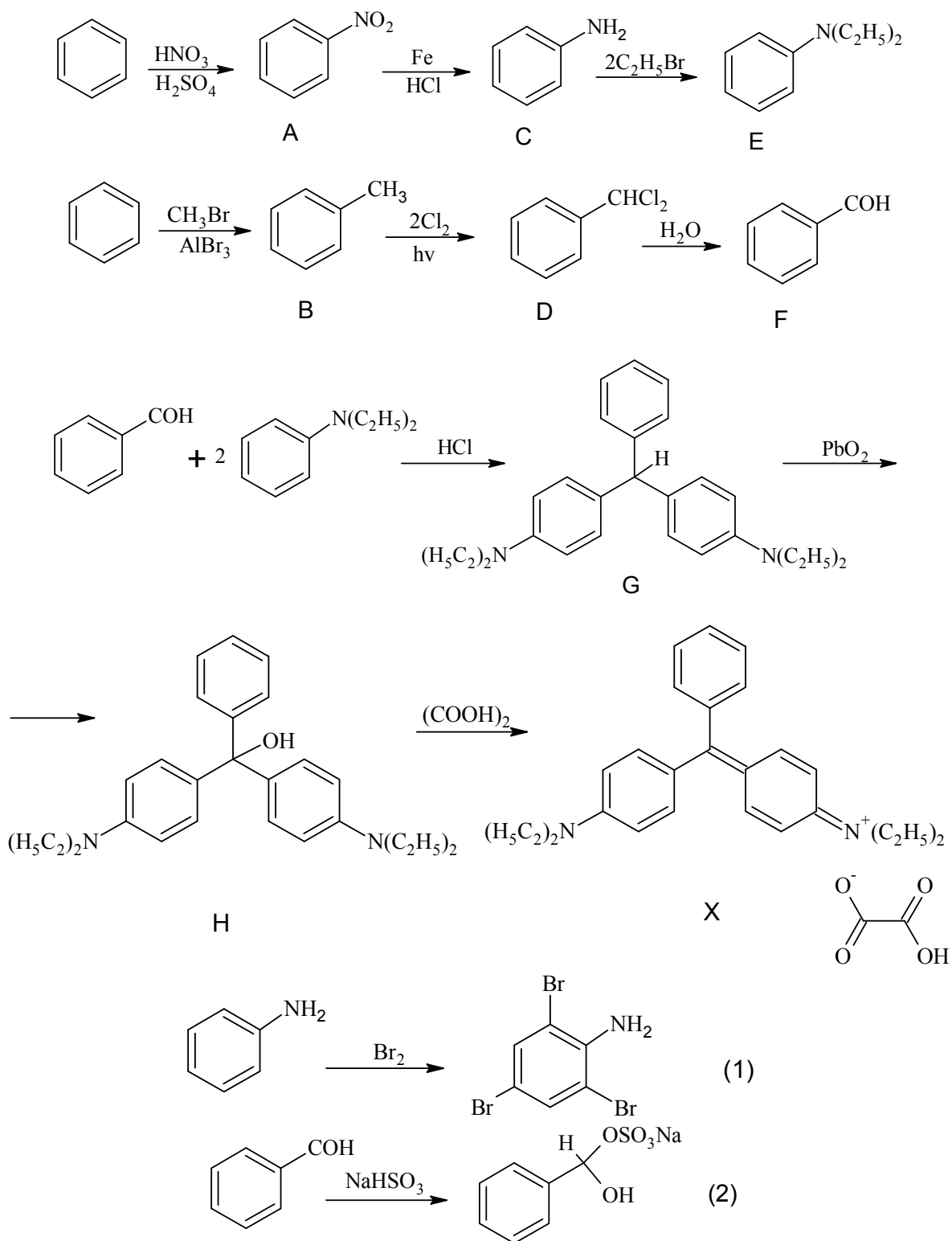
Кратчайшее расстояние $r(\text{Na-Cl}) = a/2 = 2.82 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 2.82 \text{ \AA}$.

Твердый раствор образуется замещением ионов натрия ионами марганца и имеет состав $\text{Na}_{1-2x}\text{Mn}_x\text{Cl}$. Образование дополнительных катионных вакансий приводит к росту электропроводности.

Разбалловка

Расчет объема элементарной ячейки	2 б.
Расчет $r(\text{Na-Cl})$	1 б.
Состав твердого раствора и его электропроводность	1 б.
Написание уравнений реакций (1) – (3)	3x2б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4



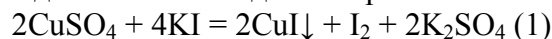
Вещество X – краситель бриллиантовый зеленый. В медицине используется в виде 1% или 2% спиртового раствора в качестве антисептика.

Разбалловка

Определите строение соединений А–Н и X.	9х1 б. = 9 б.
Написание уравнений реакций (1) – (2)	2х0,5 б. = 1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-5

Метод определения меди (II) основан на окислении иодида калия до молекулярного иода с последующим определением выделившегося иода титрованием тиосульфатом натрия:



Рассчитаем коэффициент распределения меди.

$$C(\text{CuL}_2)_{(o)} = \frac{n(\text{CuL}_2)_{(o)}}{V_{(o)}} = \frac{m(\text{CuL}_2)_{(o)}}{MV_{(o)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}}$$

$$C(\text{Cu}^{2+})_{(в)} = \frac{n(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{V_{(в)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{MV_{(в)}}$$

$$D = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}} : \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{MV_{(в)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}$$

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх.}}$, мг	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}$, мг	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$
$m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}$, мг	571,4	796,8	799,97	799,9997
D	2,5	249	26665,67	2500000

Рост коэффициента распределения с увеличением pH объясняется смещением реакции экстракции вправо в результате увеличения степени диссоциации реагента HL и, как следствие, увеличения равновесной концентрации комплекса меди, экстрагируемого в органическую фазу.

Запишем выражение для константы экстракции:

$$K = \frac{[\text{CuL}_2]_{(o)} [\text{H}^+]_{(в)}^2}{[\text{Cu}^{2+}]_{(в)} [\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Выделив в выражении для константы экстракции выражение для коэффициента распределения получим:

$$K = D \frac{[\text{H}^+]_{(в)}^2}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Так как $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, получим выражение:

$$K = D \frac{10^{-2\text{pH}}}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

pH	1	2	3	4
D	2,5	249	26665,67	2500000
K	0,499	0,498	0,533	0,500

Константа экстракции равна $K = 0,5$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (2)	2х16. = 2 б.
Расчет коэффициентов распределения Cu(II)	2 б.
Объяснение зависимости коэффициента распределения от pH	2 б.
Вывод уравнения константы экстракции	1 б.
Уравнение связи K и D	1 б.
Вычисление константы экстракции	2 б.
ИТОГО	10 б.

4.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Так как вещество А содержит водород, то оно имеет общую формулу – ЭH_n , где n – валентность элемента Э, А – относительная атомная масса элемента Э

$$w(\text{H}) = \frac{1n}{1n + A} = 0,0882$$

$$A = 10,34n$$

При $n = 1$, $A = 10,34$, близко к бору, но он не может быть одновалентным

При $n = 2$, $A = 20,68$, близко к гелию, но он не образует гидридов

При $n=3$, $A = 31,02$, фосфор, удовлетворяет условиям

При $n = 4$, $A = 41,36$, нет элемента

A – PH_3 (фосфин),

B – PH_4I (иодид фосфония),

C – P (фосфор),

D – Ca_3P_2 (фосфид кальция),

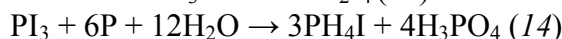
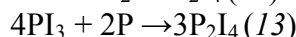
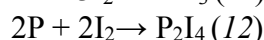
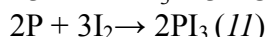
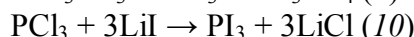
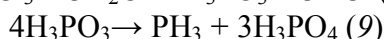
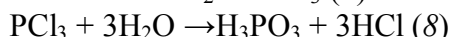
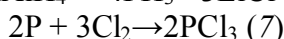
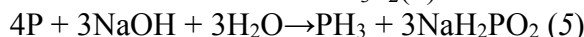
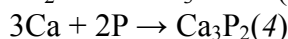
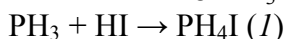
E – PCl_3 (трихлорид фосфора),

F – PI_3 (трийодид фосфора),

G – H_3PO_3 (фосфористая кислота),

H – P_2I_4 (дйидид фосфора),

J – H_3PO_4 (фосфорная кислота).



3. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ – двойной суперфосфат.

Разбалловка

Формулы соединений A-J	9x0,25 = 2,25 б.
Написание уравнений реакций (1) – (15)	15x0,5 = 7,5 б.
Указание на удобрение, производное фосфорной кислоты	0,25 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2

Метод определения меди (II) основан на окислении иодида калия до молекулярного иода с последующим определением выделившегося иода титрованием тиосульфатом натрия:



Рассчитаем коэффициент распределения меди.

$$C(\text{CuL}_2)_{(o)} = \frac{n(\text{CuL}_2)_{(o)}}{V_{(o)}} = \frac{m(\text{CuL}_2)_{(o)}}{MV_{(o)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}}$$

$$C(\text{Cu}^{2+})_{(в)} = \frac{n(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{V_{(в)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{MV_{(в)}}$$

$$D = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}} : \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}{MV_{(в)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}}$$

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}}, \text{мг}$	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}, \text{мг}$	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$
$m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}, \text{мг}$	571,4	796,8	799,97	799,9997
D	2,5	249	26665,67	2500000

Рост коэффициента распределения с увеличением pH объясняется смещением реакции экстракции вправо в результате увеличения степени диссоциации реагента HL и, как следствие, увеличения равновесной концентрации комплекса меди, экстрагируемого в органическую фазу.

Запишем выражение для константы экстракции:

$$K = \frac{[\text{CuL}_2]_{(o)} [\text{H}^+]_{(в)}^2}{[\text{Cu}^{2+}]_{(в)} [\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Выделив в выражении для константы экстракции выражение для коэффициента распределения получим:

$$K = D \frac{[\text{H}^+]_{(в)}^2}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Так как $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, получим выражение:

$$K = D \frac{10^{-2\text{pH}}}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

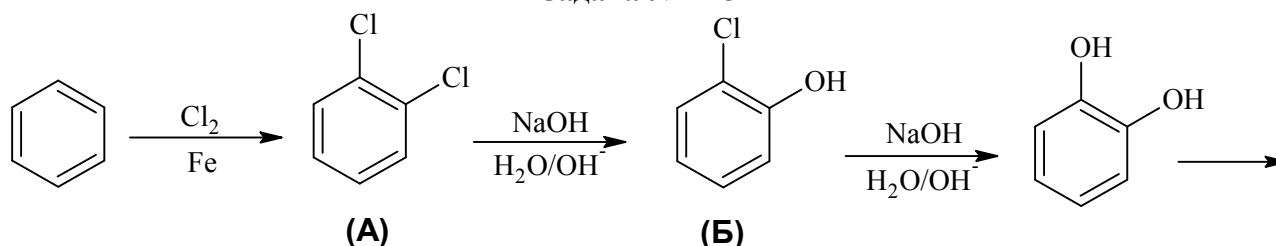
pH	1	2	3	4
D	2,5	249	26665,67	2500000
K	0,499	0,498	0,533	0,500

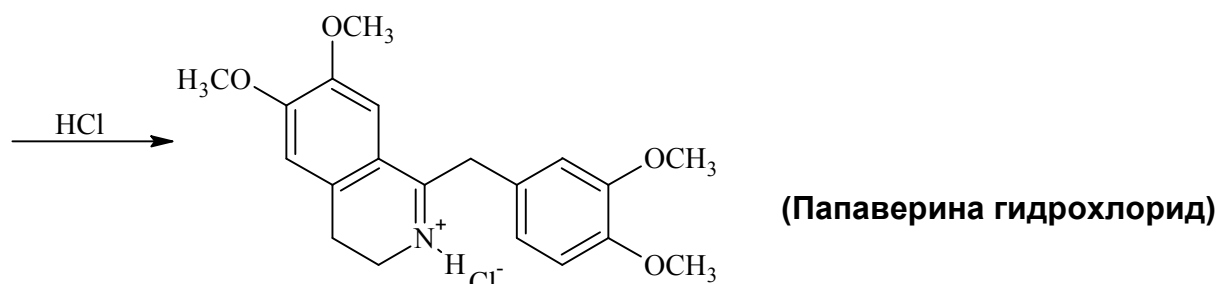
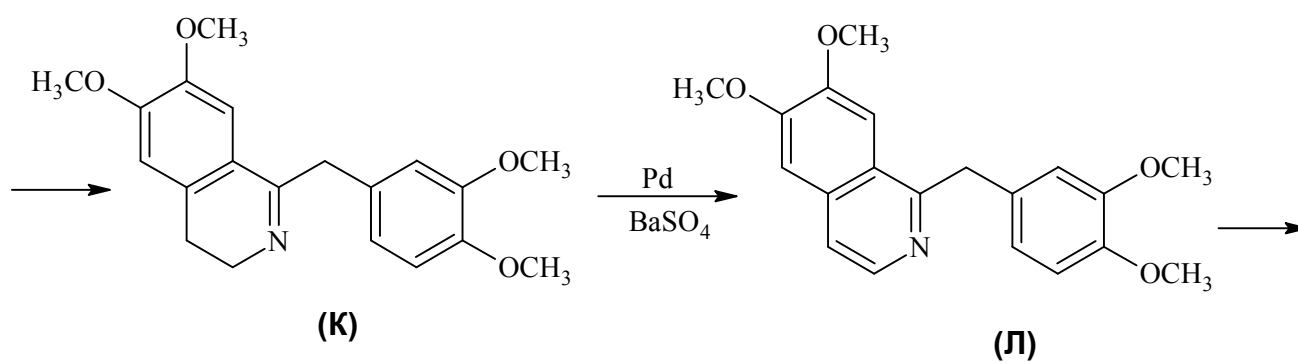
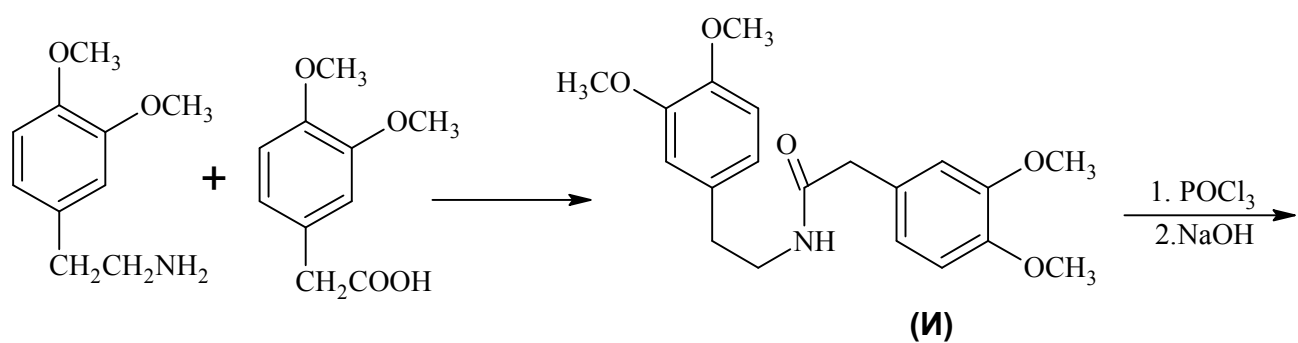
Константа экстракции равна $K = 0,5$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (2)	2x16. = 2 б.
Расчет коэффициентов распределения Cu(II)	2 б.
Объяснение зависимости коэффициента распределения от pH	2 б.
Вывод уравнения константы экстракции	1 б.
Уравнение связи K и D	1 б.
Вычисление константы экстракции	2 б.
ИТОГО	10 б.

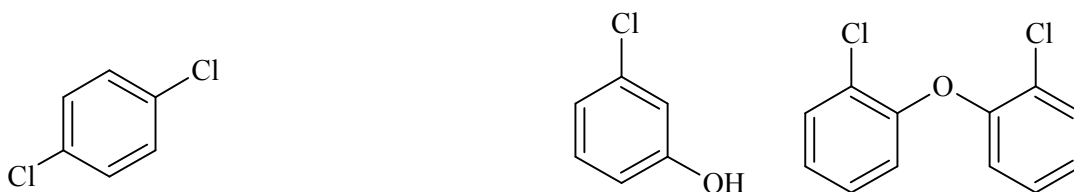
Задача №11-3





Вещества А:

Вещества Б

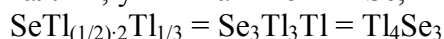
**Разбалловка**

Написание структурных формул веществ А – В	3x0,5 б. = 1,5 б.
Написание структурных формул веществ Г – Л	8x1 б. = 8 б.
Написание побочных продуктов (как минимум одного для каждой из двух реакций)	2x0,25 б. = 0,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

На основании вышесказанного формулу соединения можно записать в виде $AT_{2n}O_m$, где А – атомы плотнейшей упаковки, Т и О – атомы, занимающие тетраэдрические и октаэдрические пустоты соответственно, а n и m – степень заполненности пустот.

Рассчитаем формулу селенида таллия, учитывая что А = Se, Т = О = Tl:



Рассчитаем координационные числа (КЧ) атомов в селениде таллия:

КЧ атома таллия в тетраэдрической пустоте по определению равно 4;

КЧ атома таллия в октаэдрической пустоте по определению равно 6;

КЧ атома селена равно: $KЧ = (4 \cdot 3 + 6 \cdot 1) / 3 = 6$

Из формулы Se_3Tl_3Tl видно, что в тетраэдрических пустотах находится ионы Tl^+ , а в октаэдрических – Tl^{3+} .

**Разбалловка**

Определение формулы селенида таллия	2 б.
Вычисление координационных чисел	3x1 б. = 3 б.
Соответствие пустот и заряда ионов таллия	2x0,5б. = 1 б.
Написание уравнений реакций (1) и (2)	2x2 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

X_1 – CH_3COH (этаналь),

X_2 – CH_3COOH (этановая кислота),

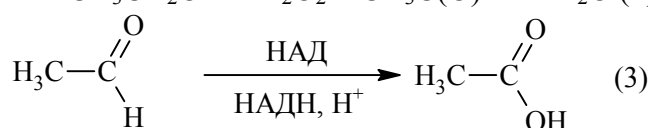
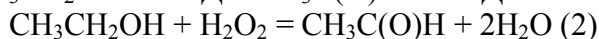
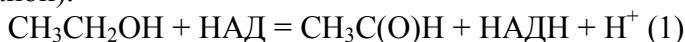
X_3 – CO_2 (углекислый газ),

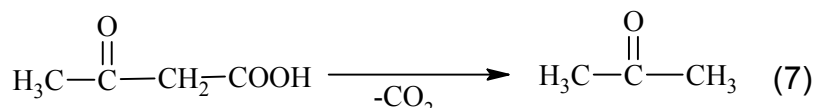
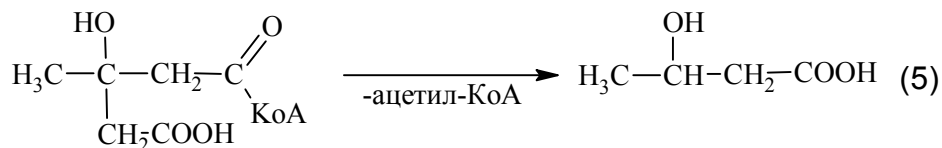
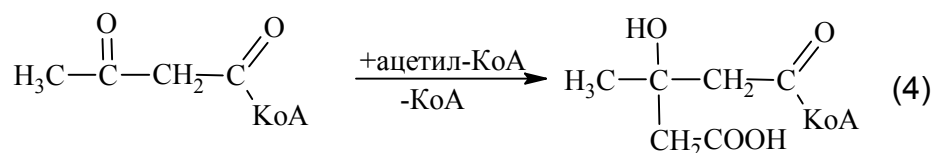
X_4 – H_2O (вода),

X_5 – $CH_3CH(OH)CH_2COOH$ (3-гидрокибутановая кислота),

X_6 – $CH_3C(O)CH_2COOH$ (3-оксобутановая кислота),

X_7 – $CH_3C(O)CH_3$ (пропанон).





Из кинетического уравнения реакции первого порядка найдем k_1 :

$$\frac{[A]_0}{[A]} = 16, t = 20, k_1 = \frac{1}{20} \ln 16 = 0,14 \text{ мин}^{-1} = 8,4 \text{ ч}^{-1}.$$

Из уравнения решения кинетического уравнения найдем k_2

$$[A]_0 = 3,8 \text{ г/л}, t = 10 \text{ ч}, [B] = 1,9 \text{ г/л}$$

Примем, что $(1 - e^{-k_1 t}) \approx 1$

$$k_2 = \frac{[A]_0 \times (1 - e^{-k_1 t}) - [B]}{t} \approx \frac{[A]_0 - [B]}{t} = \frac{3,8 - 1,9}{10} = 0,19 \text{ г/л} \cdot \text{ч}$$

Рассчитаем время, необходимое для достижения $[B] = 0,35 \text{ г/л}$

$$[A]_0 = 3,8 \text{ г/л}$$

$$0,35 = 3,8 \times (1 - e^{-8,4 \times t}) - 0,19 \times t \approx 3,8 - 0,19t$$

$$t = \frac{3,45}{0,19} = 18,2 \text{ ч}$$

Значит, минимальное время достижения предельно допустимой концентрации составляет 18,2 часа.

Разбалловка

Определение веществ X_1 - X_7	7x0,5б. = 3,5б.
Написание реакций (1) – (7)	7x0,5б. = 3,5б.
Вычисление k_1 и k_2	2x1 б. = 2 б.
Расчет времени для достижения предельно допустимой концентрации	1 б.
ИТОГО	10 б.

3.3. Критерии оценивания заданий Экспериментального тура

3.3.1. Задание 9 класса

Составим таблицу, отвечающую возможным взаимодействиям между приведенными растворами:

	MnSO ₄	H ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaOH	AlCl ₃	ZnSO ₄	NH ₃ ·H ₂ O
MnSO ₄		-	↓(1)	↓(2) Ок. (3)	-	-	↓(4) Ок. (3)
H ₂ SO ₄	-		↑(5)	-	-	-	-
Na ₂ CO ₃	↓(1)	↑(5)		-	↓↑(6)	↑(7)	-
NaOH	↓(2) Ок. (3)	-	-		↓(8) P-p (9)	↓(10) P-p (11)	-
AlCl ₃	-	-	↓↑(6)	↓(8) P-p (9)		-	↓(12)
ZnSO ₄	-	-	↑(7)	↓(10) P-p (11)			↓(13) P-p (14)
NH ₃ ·H ₂ O	↓(4) Ок. (3)	-	-		↓(12)	↓(13) P-p(14)	

↓ - образование осадка

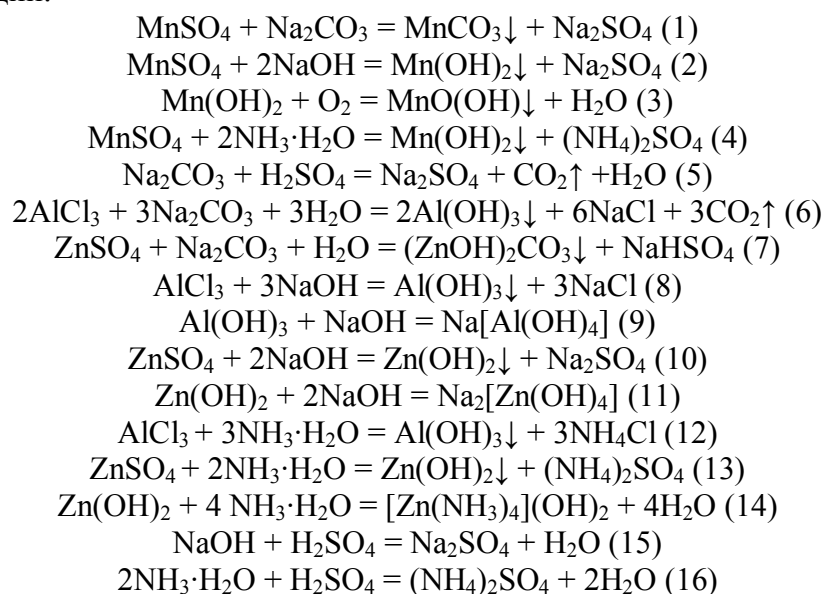
↑ - выделение газа

Ок. – изменяет окраску в результате окисления кислородом воздуха

P-p – растворяется при добавлении избытка реагента

(1) – номер уравнения химической реакции (см. ниже)

Уравнения реакций:



Состав осадка при взаимодействии солей алюминия и цинка с карбонатом натрия зависит от степени гидролиза соли. Катион алюминия подвергается гидролизу в большей степени, чем катион цинка, поэтому гидролиз образующегося карбоната протекает до конца и образуется гидроксид алюминия (реакция 6).

В случае солей цинка, вследствие гидролиза осаждается гидроксокарбонат цинка, то есть гидролиз останавливается на первой стадии (реакция 7).

Разбалловка

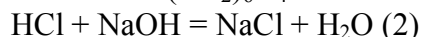
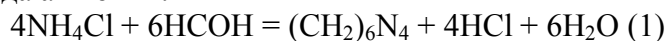
Экспериментальная часть	
Определение соответствия пробирок	6x1,5 б. = 9 б.
ИТОГО	9 б.
Теоретическая часть	

Написание уравнений реакций (1) – (16)	16x0,5 б. = 8 б.
Обоснование различия в составе осадков при использовании солей алюминия и цинка	3 б.
ИТОГО	11 б.
ИТОГО	20 б.

3.3.2. Задание 10 класса

Экспериментальная часть

Определение хлорида аммония:



$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot 10^{-3},$$

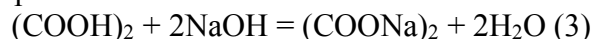
где $C(\text{NaOH})$ – молярная концентрация NaOH, полученная при стандартизации

$V(\text{NaOH})$ – объем (мл) раствора NaOH затраченного на титрование аликвоты соли аммония

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot 53,45$$

$$C(\text{NH}_4\text{Cl}) = m(\text{NH}_4\text{Cl}) / V_{\text{аликвоты}} = m(\text{NH}_4\text{Cl}) / 0,01$$

Стандартизация раствора NaOH:



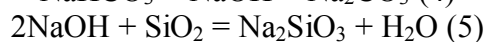
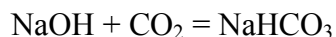
$$C(\text{NaOH}) = C(\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2) \cdot V(\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2) / V(\text{NaOH}) = 0,05 \cdot 10 / V(\text{NaOH}),$$

где $V(\text{NaOH})$ – объем (мл) раствора NaOH затраченного на титрование аликвоты стандартного раствора щавелевой кислоты.

Теоретическая часть

Выбор индикатора при определении солей аммония обусловлен обратимостью реакции образования уротропина. Титрование с метилоранжем заканчивается при pH раствора 3-5, то есть при, а с фенолфталеином при pH = 8-10. Использование фенолфталеина обеспечивает слабощелочную среду в конце титрования, вследствие чего реакция образования уротропина полностью смещается вправо.

Устанавливать точную концентрацию гидроксида натрия рекомендуется устанавливать непосредственно перед проведением анализа, так как его раствор способен поглощать углекислый газ из атмосферы, а также реагировать со стеклом, в котором хранится раствор. По этой причине рекомендуется хранить растворы гидроксида натрия в емкостях из полимерных материалов.



Разбалловка

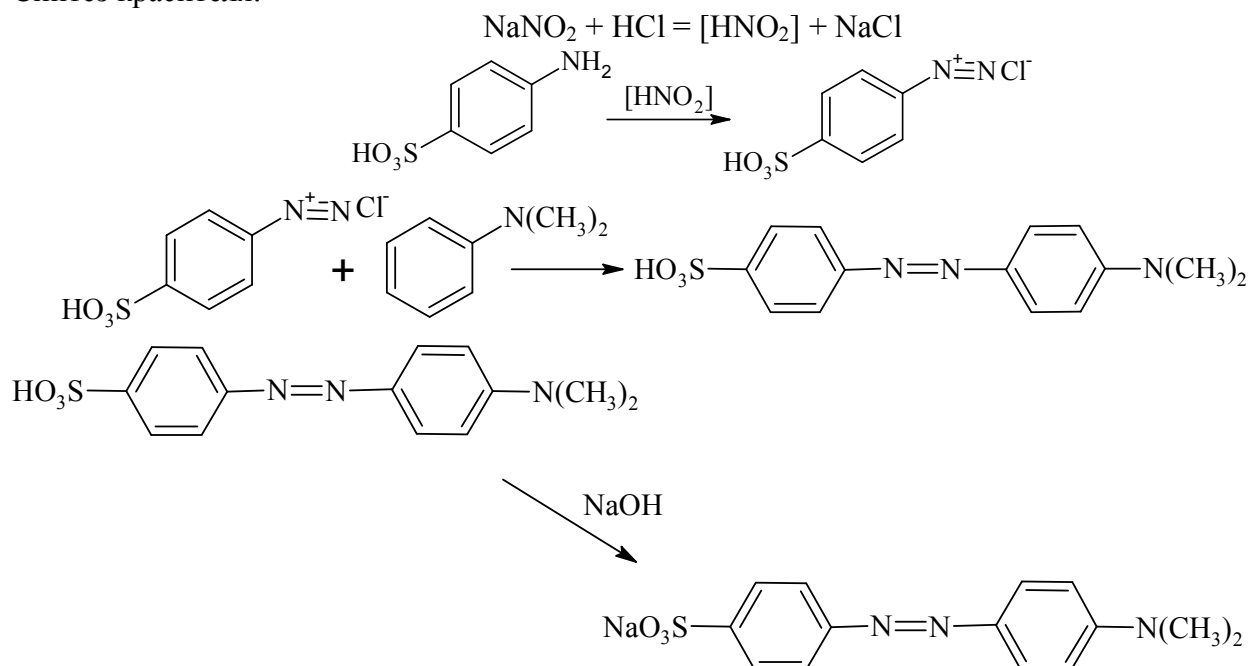
<i>Экспериментальная часть</i>	
Написание уравнений реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
Расчет концентрации NaOH по данным титрования*	1 б.
Расчет концентрации NH ₄ Cl по данным титрования*	3 б.
<i>Экспериментальная часть. Характеристики точности</i>	
ошибка определения менее 5%	4 б.
ошибка определения от 5% до 10%	3 б.
ошибка определения более 10%	2 б.
<i>Техника эксперимента</i>	
Оценивается умение работать с бюреткой, пипетками, правила мытья бюреток, и др. Участнику выставляется балл от 0 до 3	3 б.
<i>Теоретическая часть</i>	

Обоснование использования фенолфталеина	2 б.
Обоснование причин, обуславливающих установление точной концентрации NaOH перед анализом:	
С уравнениями реакций	4 б.
Без уравнений реакций	2 б.
ИТОГО	20 б.

* оценивается вывод формулы, приводящий к правильному результату, без учета точности расчетов.

3.3.3. Задание 11 класса

Синтез красителя:

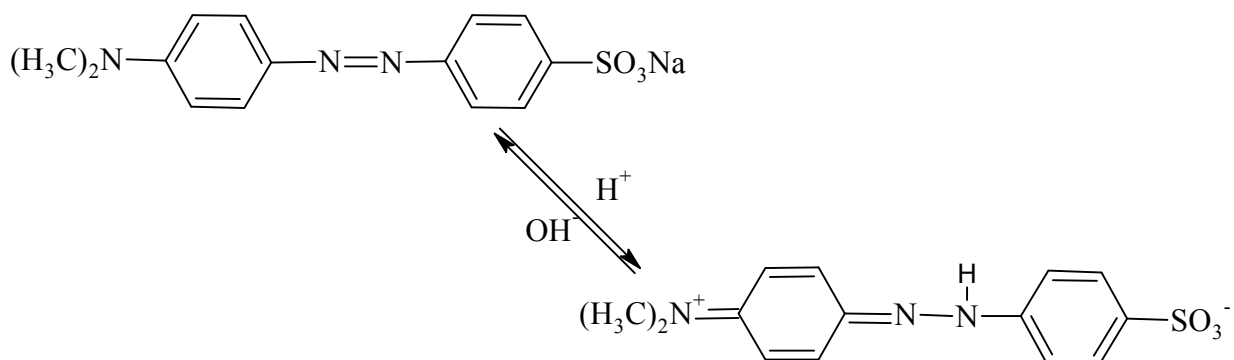


Расчет выхода:

$$\begin{aligned}
 n(\text{диметиланилин}) &= 1/121 = 0,0083 \text{ моль} \\
 n(\text{сульфаниловая кислота}) &= 1/173 = 0,0058 \text{ моль} \\
 n_{\text{теор}}(\text{метилоранж}) &= 0,0058 \text{ моль} \\
 m_{\text{теор}}(\text{метилоранж}) &= 0,0045 \cdot 327 = 1,90 \text{ г} \\
 \eta &= (m_{\text{практ}}(\text{метилоранж})/1,90) \cdot 100
 \end{aligned}$$

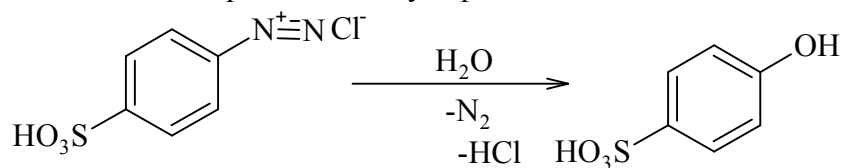
Равновесия в растворе:

В водных растворах в зависимости от pH устанавливается следующее равновесие:



В щелочных и нейтральных растворах метилоранж имеет оранжево-желтую окраску. Подкисление приводит к протонированию диазогруппы и изменению окраски индикатора в красный. Как правило, окраска метилового оранжевого изменяется в пределах pH 3,1-4,4.

Дiazотирование необходимо осуществлять при охлаждении, так как образующаяся соль диазония крайне не устойчива и при температурах близких к комнатным подвергается гидролизу с образованием п-гидрокси-бензолсульфокислоты:



Разбалловка

<i>Экспериментальная часть</i>	
Написание уравнений синтеза метилоранжа	4x1 б. = 4 б.
Расчет выхода метилоранжа	2 б.
Определение pH перехода индикатора*:	
В интервале в 1 ед. pH (2-3, 3-4)	4 б.
Диапазон более 1 ед. pH (2-4, 3-5 и др.)	2 б.
<i>Техника эксперимента</i>	
Оцениваются общелабораторные навыки: взвешивание, растворение, фильтрование под вакуумом. Участнику выставляется балл от 0 до 4	4 б.
<i>Теоретическая часть</i>	
Схема, иллюстрирующая равновесные формы индикатора и объяснение изменение окраски индикатора	2 б.
Объяснение необходимости охлаждения при diaзотировании сульфаниловой кислоты:	
С уравнениями реакций (любыми приемлемыми)	4б.
Без уравнений реакций	2б.
ИТОГО	20 б.

* Следует проверить pH перехода индикатора на приготовленных растворах, чтобы установить достоверный интервал.

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. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её энергия. Для какого из перечисленных соединений прочность связи максимальна?

- | | |
|--------|--------|
| 1. HF | 3. HBr |
| 2. HCl | 4. HI |

2. Большинство неорганических веществ при растворении в воде подвергается электролитической диссоциации. Из приведенного списка выберете те вещества, которые являются слабыми электролитами в водном растворе:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Азотистая кислота | 4. Гидроксид аммония |
| 2. Сульфат магния | 5. Серная кислота |
| 3. Гидроксид натрия | 6. Ацетат натрия |

3. В 1950 г Г. Сиборгом и А. Гирсо при бомбардировке америция-241 α -частицами с энергией в 35 МэВ был получен один из изотопов нового элемента.

Укажите в ответе современное название этого элемента (Например, бериллий).

4.1. При пропускании сероводорода через нейтральный раствор перманганата калия наблюдается обесцвечивание и образование осадка, состоящего из двух веществ: черного вещества **А** и желтого **Б**. Известно, что **А**, реагирует с концентрированной соляной кислотой с выделением желто-зеленого газа **В**.

В ответе укажите химическую формулу **А** (например, SO_2).

4.2. При пропускании сероводорода через нейтральный раствор перманганата калия наблюдается обесцвечивание и образование осадка, состоящего из двух веществ: черного вещества **А** и желтого **Б**. Известно, что **А**, реагирует с концентрированной соляной кислотой с выделением желто-зеленого газа **В**.

В ответе укажите химическую формулу **Б** (например, SO_2).

4.3. При пропускании сероводорода через нейтральный раствор перманганата калия наблюдается обесцвечивание и образование осадка, состоящего из двух веществ: черного вещества **А** и желтого **Б**. Известно, что **А**, реагирует с концентрированной соляной кислотой с выделением желто-зеленого газа **В**.

В ответе укажите химическую формулу **В** (например, SO_2).

4.4. При пропускании сероводорода через нейтральный раствор перманганата калия наблюдается обесцвечивание и образование осадка, состоящего из двух веществ: черного вещества **А** и желтого **Б**. Известно, что **А**, реагирует с концентрированной соляной кислотой с выделением желто-зеленого газа **В**.

Напишите уравнение химической реакции, протекающей при пропускании сероводорода. В ответе укажите сумму коэффициентов (например, 25).

5. При добавлении карбоната натрия к раствору нитрата алюминия наблюдается образование:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1. Карбоната алюминия | 3. Гидрокарбоната алюминия |
| 2. Углекислого газа | 4. Гидроксида алюминия |

6. Окислителями в водных растворах в присутствии кислот являются:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. HCl (конц) | 4. KMnO_4 |
| 2. PbO_2 | 5. KI |
| 3. H_2SO_4 (р-р) | 6. HNO_3 (конц) |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31.6 г KNO_3 , а при 80°C – 166.6.

200 г технического KNO_3 (содержит 5.5% примесей) растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C .

Определите какая масса KNO_3 выпадет в осадок (ответ округлите до десятых, например 27.5).

8.1. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой объем хлора (в литрах при н.у.) был получен в результате электролиза? Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

8.2. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой максимальный объем хлора (в литрах при н.у.) может быть получен при электролизе указанного раствора? Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.3. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Вычислите концентрацию хлорида натрия в растворе (в массовых %) после окончания электролиза. При расчетах примите, что выделяющиеся газы не растворяются в воде. Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.4. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Определите массу сухого остатка (в граммах) образующегося при выпаривании раствора после электролиза. Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

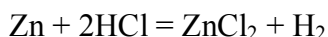
9. Наличие в водном растворе сульфид-ионов в присутствии хлорид-ионов и можно доказать с помощью действия раствора:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. NH_4Cl | 4. HCl |
| 2. ZnSO_4 | 5. AgNO_3 |
| 3. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | 6. H_2SO_4 |

10. Пропускание неизвестного газа через склянку с баритовой водой привело к её помутнению. Каков состав газа, попущенного через склянку:

1. $\text{SO}_2 + \text{CO}_2$
2. $\text{O}_2 + \text{HCl}$
3. $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2$
4. $\text{HCl} + \text{H}_2$
5. $\text{N}_2 + \text{NH}_3$
6. $\text{SO}_3 + \text{NO}_2$

11. Лабораторным способом получения водорода является взаимодействие металлического цинка с раствором кислоты:



Какие из представленных факторов способствуют увеличению скорости реакции получения водорода:

1. Замена хлороводородной кислоты на уксусную
2. Увеличение температуры
3. Увеличение концентрации хлороводородной кислоты
4. Уменьшение концентрации хлороводородной кислоты

12.1. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через отфильтрованный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 28,4)

12.2. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите мольную долю (в %) хлорида алюминия в исходной смеси. В ответе укажите число, округленного до десятых (например – 15,2).

12.3. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида свинца в исходной смеси. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 15,2).

12.4. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида натрия в растворе, полученном при растворении смеси. В ответе укажите число, округленное до целого (например – 15).

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых имеют щелочную среду:

1. Na_2CO_3
2. K_2SO_4
3. FeSO_4
4. NaBrO
5. Na_3PO_4
6. CoCl_2

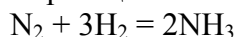
14. При прокаливании 1 моль какого из веществ образуется максимальный объем газообразных продуктов (при н.у.):

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. CaCO_3 | 3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. NaHCO_3 |

15. Действие раствора хлороводородной кислоты позволяет различить растворы:

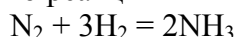
1. Сульфита и карбоната натрия
2. Сульфата и сульфита натрия
3. Нитратов серебра и магния
4. Нитратов серебра и свинца

16.1. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



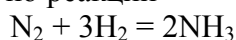
Какое минимальное количество воды (в л) необходимо взять для полного протекания реакции с указанным количеством CaH_2 ? В ответе укажите число, округленное до десятых (например, 14,2).

16.2. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



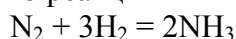
Какой объем азота в литрах (при н.у.) необходим для получения аммиака из полученного водорода? В ответе укажите число, округленное до целых (например, 17).

16.3. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Реакционная смесь была охлаждена до -40°C с целью отделения жидкого аммиака. Определите массу (в кг) полученного аммиака, если его выход в процессе реакции составил 97,2%. В ответе укажите число округленное до целых (например, 25).

16.4. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Образующийся при растворении CaH_2 твердый продукт может быть прокален с получением негашеной извести. Какую массу (в кг) негашеной извести можно получить из 5 кг CaH_2 . В ответе укажите число округленное до десятых (например, 4,5).

17. Количество электронов на внешнем электронном уровне одинаково для частиц:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Al^0 и F^- | 3. Al^0 и F^{+3} |
| 2. Al^{3+} и F^- | 4. Al^{3+} и F^{+7} |

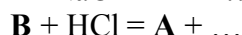
18. При взаимодействии 2,5 г щелочного металла с избытком воды выделилось 0,72 л водорода (при н.у.).

Какой металл был растворен в воде. В ответе укажите его название (например, железо).

19. Гидроксид натрия можно получить:

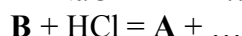
1. Растворением в воде оксида натрия
2. Взаимодействием между сульфатом натрия и гидроксидом аммония
3. Действием воды на амальгаму натрия
4. Гидролизом гидрида натрия

20.1. Вещество **A**, представляющее собой бинарное соединение содержащее 20,2% алюминия участвует в следующих превращениях:



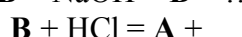
Укажите в ответе формулу вещества **A** (например, nh_4cl).

20.2. Вещество **A**, представляющее собой бинарное соединение содержащее 20,2% алюминия участвует в следующих превращениях:



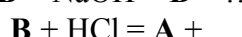
Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, nh_4cl).

20.3. Вещество **A**, представляющее собой бинарное соединение содержащее 20,2% алюминия участвует в следующих превращениях:



Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, nh_4cl).

20.4. Вещество **A**, представляющее собой бинарное соединение содержащее 20,2 % алюминия участвует в следующих превращениях:



При упаривании раствора вещества **A** образуется кристаллогидрат, содержащий 44,7 % воды. Укажите в ответе количество моль воды, приходящееся на 1 моль вещества **A** в кристаллогидрате (например, 12).

4.1.2 Задания 10 класса

1. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её длина. Для какого из перечисленных соединений длина связи максимальная?

1. HF

3. HBr

2. HCl

4. HI

2. Большинство неорганических веществ при растворении в воде подвергается электролитической диссоциации. Из приведенного списка выберите те вещества, которые являются слабыми кислотами в водном растворе:

1. Азотистая кислота

4. Муравьиная кислота

2. Марганцевая кислота

5. Хлороводородная кислота

3. Гипохлорная кислота

6. Фтороводородная кислота

3. В природе уран встречается в виде тех изотопов: уран-238 (распространенность 99,274%), уран-238 (0,720%) и уран-X (0,006%), являющийся продуктом α -распада урана-238.

Укажите в ответе массовое число третьего изотопа урана (например, 123)

4.1. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**B**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **A** (например, SO_2).

4.2. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**B**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **B** (например, SO_2).

4.3. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**B**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **B** (например, FeCl_2).

4.4. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**B**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

Напишите уравнение химической реакции, протекающей при растворении. В ответе укажите сумму коэффициентов (например, 25).

5. При кипячении изопропилбромида в водном растворе гидроксида натрия преимущественно образуется:

1. Метилэтилен
2. 2-метилпропанол-1
3. Изопропанол
4. Бромид натрия

6. Восстановителями в водных растворах в присутствии кислот являются:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. HCl (конц) | 4. KMnO_4 |
| 2. PbO_2 | 5. KI |
| 3. H_2SO_4 (p-p) | 6. HNO_3 (конц) |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31.6 г KNO_3 , а при 80°C – 166.6.

200 г технического KNO_3 (содержит 5,5% примесей) растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C .

Определите какая масса KNO_3 выпадет в осадок (ответ округлите до десятых, например 27.5).

8.1. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой объем хлора (в литрах при н.у.) был получен в результате электролиза? Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

8.2. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой максимальный объем хлора (в литрах при н.у.) может быть получен при электролизе указанного раствора? Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.3. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Вычислите концентрацию хлорида натрия в растворе (в массовых %) после окончания электролиза. При расчетах примите, что выделяющиеся газы не растворяются в воде. Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.4. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Определите массу сухого остатка (в граммах) образующегося при выпаривании раствора после электролиза. Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

9. В лабораторию доставлена твердая смесь солей натрия, содержащая Na_2SO_4 , NaCl и Na_2CO_3 . Перед сотрудниками была поставлена задача доказать наличие в этой смеси сульфат-ионов.

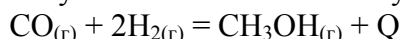
Укажите в ответе последовательность действий, позволяющих установить наличие сульфат-ионов в представленной смеси (например, 123)

1. Действие раствора серной кислоты;
2. Действие раствора сульфата магния
3. Растворение смеси в дистиллированной воде;
4. Отделение осадка декантацией
5. Действие раствора хлорида бария;
6. Действие раствора нитрата серебра.

10. Пропускание неизвестного газа через склянку с известковой водой привело к её помутнению. Каков состав газа, пропущенного через склянку:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ | 4. $\text{SO}_3 + \text{NO}_2$ |
| 2. $\text{O}_2 + \text{HCl}$ | 5. $\text{N}_2 + \text{NH}_3$ |
| 3. $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2$ | 6. $\text{HCl} + \text{H}_2$ |

11. В промышленности метанол получают из синтез-газа по уравнению реакции:



Какие из факторов способствуют увеличению выхода метанола:

1. Повышение температуры
2. Понижение давления
3. Повышение давления
4. Понижение температуры

12.1. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через отфильтрованный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 28,4)

12.2. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите мольную долю (в %) хлорида алюминия в исходной смеси. В ответе укажите число, округленного до десятых (например – 15,2).

12.3. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида свинца в исходной смеси. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 15,2).

12.4. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида натрия в растворе, полученном при растворении смеси. В ответе укажите число, округленное до целого (например – 15).

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых имеют кислую среду:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Na_2CO_3 | 4. NaBrO_3 |
| 2. K_2SO_4 | 5. Na_3PO_4 |
| 3. FeSO_4 | 6. CoCl_2 |

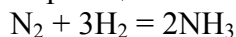
14. При прокаливании 1 моль какого из веществ образуется минимальный объем газообразных продуктов (при н.у.):

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ | 3. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. NaHCO_3 |

15. Действием бромной воды можно различить:

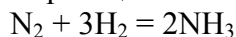
1. Растворы иодида калия и хлорида натрия
2. Ацетилен и пентан
3. Бензол и циклогексан
4. Этилен и ацетилен

16.1. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



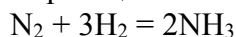
Какое минимальное количество воды (в л) необходимо взять для полного протекания реакции с указанным количеством CaH_2 ? В ответе укажите число, округленное до десятых (например, 14,2).

16.2. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



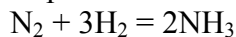
Какой объем азота в литрах (при н.у.) необходим для получения аммиака из полученного водорода? В ответе укажите число, округленное до целых (например, 17).

16.3. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Реакционная смесь была охлаждена до -40°C с целью отделения жидкого аммиака. Определите массу (в кг) полученного аммиака, если его выход в процессе реакции составил 97,2%. В ответе укажите число округленное до целых (например, 25).

16.4. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Образующийся при растворении CaH_2 твердый продукт может быть прокален с получением негашеной извести. Какую массу (в кг) негашеной извести можно получить из 5 кг CaH_2 . В ответе укажите число округленное до десятых (например, 4,5).

17. Какие из частиц имеют одинаковое количество электронов:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Al^{3+} и F^- | 3. Al^0 и F^{+3} |
| 2. C^{+4} и F^- | 4. S^{2-} и Ar |

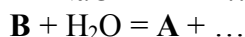
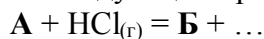
18. При сжигании в токе кислорода 1,4 г углеводорода образовалось 1,12 л углекислого газа (при н.у.) и 1,8 г воды. Известно, что 2,8 г исследуемого вещества присоединяет 8,0 г брома.

Установите формулу исследуемого углеводорода и в ответе укажите его название по номенклатуре ИЮПАК (например, н-гептан)

19. Гидроксид натрия можно получить:

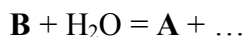
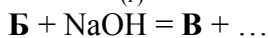
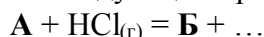
1. Растворением в воде пероксида натрия
2. Электролизом расплава хлорида натрия
3. Действием воды на амальгаму натрия
4. Гидролизом амида натрия

20.1. Вещество **В** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



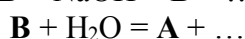
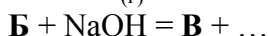
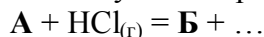
Укажите в ответе формулу вещества **А** (например, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$).

20.2. Вещество **В** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



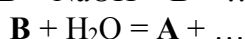
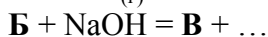
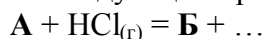
Укажите в ответе формулу вещества **Б** (например, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$).

20.3. Вещество **В** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



Укажите в ответе формулу вещества **В** (например, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$).

20.4. Вещество **В** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



При дегидратации соединения **A** при температуре 450 – 550°C на катализаторе из оксидов алюминия и хрома образуется вещество **Г**, используемое при производстве полимеров. Укажите в ответе название вещества **Г** (например, 2-метилпропан).

4.1.3 Задания 11 класса

1. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её длина. Для какого из перечисленных соединений длина связи минимальна?

- | | |
|--------|--------|
| 1. HF | 3. HBr |
| 2. HCl | 4. HI |

2. Большое количество веществ при растворении в воде подвергается электролитической диссоциации. Из приведенного списка выберите те вещества, которые являются электролитами в водном растворе:

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Сахароза | 4. Изобутанол |
| 2. α-аминоуксусная кислота | 5. Теллуриводородная кислота |
| 3. 4-аминобензальдегид | 6. β-гидроксипропановая кислота |

3. В 1940 Э. Макмилланом и П. Абельсном был получен новый химический элемент по следующей схеме: изотоп урана-238 облучают потоком нейтронов, образующийся при этом изотоп урана испускает β-частицу с образованием нового элемента.

В ответе укажите название синтезированного элемента (например, золото)

4.1. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**Б**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **A** (например, SO_2).

4.2. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**Б**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **Б** (например, SO_2).

4.3. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**Б**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

В ответе укажите химическую формулу **B** (например, $FeCl_2$).

4.4. При растворении твердого хлорида железа (II) в концентрированной серной кислоте наблюдается выделение смеси газов бурого газа (**A**) и бесцветного (**Б**), при этом образующийся раствор приобретает бурую окраску, обусловленную соединением **B**.

Напишите уравнение химической реакции, протекающей при растворении. В ответе укажите сумму коэффициентов (например, 25).

5. При кипячении этилацетата в растворе гидроксида калия:

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Уксусная кислота | 3. Этанол |
| 2. Этилат калия | 4. Ацетат калия |

6. Восстановителями в щелочных водных растворах являются:

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. Zn | 4. CaH_2 |
| 2. NaClO | 5. $KMnO_4$ |
| 3. Cl_2 | 6. $FeSO_4$ |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31.6 г KNO_3 , а при 80°C – 166.6.

200 г технического KNO_3 (содержит 5,5% примесей) растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C.

Определите какая масса KNO_3 выпадет в осадок (ответ округлите до десятых, например 27.5).

8.1. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой объем хлора (в литрах при н.у.) был получен в результате электролиза? Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

8.2. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Какой максимальный объем хлора (в литрах при н.у.) может быть получен при электролизе указанного раствора? Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.3. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Вычислите концентрацию хлорида натрия в растворе (в массовых %) после окончания электролиза. При расчетах примите, что выделяющиеся газы не растворяются в воде. Ответ округлите до десятых (например, 4.2).

8.4. 100 г 10% раствора хлорида натрия подвергли электролизу током 2А в течение 2 часов. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл HCl с концентрацией 1 моль/л.

Определите массу сухого остатка (в граммах) образующегося при выпаривании раствора после электролиза. Ответ округлите до десятых (например, 6.4).

9. В лабораторию доставлена твердая смесь солей натрия, содержащая Na_2SO_4 , NaCl и Na_2CO_3 . Перед сотрудниками была поставлена задача доказать наличие в этой смеси сульфат-ионов.

Укажите в ответе последовательность действий, позволяющих установить наличие сульфат-ионов в представленной смеси (например, 123)

1. Действие раствора серной кислоты;
2. Действие раствора сульфата магния
3. Растворение смеси в дистиллированной воде;
4. Отделение осадка декантацией
5. Действие раствора хлорида бария;
6. Действие раствора нитрата серебра.

10. Пропускание неизвестного газа через склянку с баритовой водой привело к её помутнению. Каков состав газа, попущенного через склянку:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ | 4. $\text{SO}_3 + \text{NO}_2$ |
| 2. $\text{O}_2 + \text{HCl}$ | 5. $\text{N}_2 + \text{NH}_3$ |
| 3. $\text{SO}_3 + \text{SO}_2$ | 6. $\text{HCl} + \text{H}_2$ |

11. Декарбонизация карбоната магния протекает по уравнению:



Какие из факторов способствуют увеличению выхода оксида магния:

1. Повышение температуры
2. Понижение температуры
3. Удаление углекислого газа из зоны реакции
4. Увеличение давления в зоне реакции

12.1. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через отфильтрованный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 28,4)

12.2. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите мольную долю (в %) хлорида алюминия в исходной смеси. В ответе укажите число, округленного до десятых (например – 15,2).

12.3. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида свинца в исходной смеси. В ответе укажите число, округленное до десятых (например – 15,2).

12.4. Смесь хлоридов свинца, натрия и алюминия растворили в 1000 мл дистиллированной воды и отфильтровали. Масса полученного осадка после высушивания составила 5,5 г. Через полученный раствор пропустили избыток аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Было получено 12,5 г белого порошка. При выпаривании оставшегося раствора получено 28,0 г хлорида натрия.

Определите массовую долю (в %) хлорида натрия в растворе, полученном при растворении смеси. В ответе укажите число, округленное до целого (например – 15).

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых имеют кислую среду:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Na_2SO_3 | 4. NaBrO_3 |
| 2. CoSO_4 | 5. Na_3PO_4 |
| 3. FeSO_4 | 6. CaCl_2 |

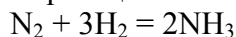
14. Газообразные продукты, образующиеся при прокаливании 1 моль каждого из веществ, пропустили через склянку с концентрированной серной кислотой. В каком случае наблюдается максимальное увеличение массы склянки с серной кислотой:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. CaCO_3 | 3. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. NaHCO_3 |

15. Действием свежесозданного гидроксида меди (II) можно различить:

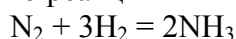
1. Ацетальдегид и ацетон
2. Уксусную кислоту и ацетальдегид
3. Этанол и глицерин
4. Метилэтилкетон и метанол

16.1. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



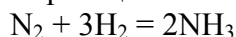
Какое минимальное количество воды (в л) необходимо взять для полного протекания реакции с указанным количеством CaH_2 ? В ответе укажите число, округленное до десятых (например, 14,2).

16.2. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



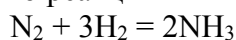
Какой объем азота в литрах (при н.у.) необходим для получения аммиака из полученного водорода? В ответе укажите число, округленное до целых (например, 17).

16.3. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Реакционная смесь была охлаждена до -40°C с целью отделения жидкого аммиака. Определите массу (в кг) полученного аммиака, если его выход в процессе реакции составил 97,2%. В ответе укажите число округленное до целых (например, 25).

16.4. Водород, выделившийся при растворении 5.0 кг CaH_2 в избытке воды, был нагрет до 450°C и направлен на синтез аммиака по реакции



Образующийся при растворении CaH_2 твердый продукт может быть прокален с получением негашеной извести. Какую массу (в кг) негашеной извести можно получить из 5 кг CaH_2 . В ответе укажите число округленное до десятых (например, 4,5).

17. Какие из частиц имеют одинаковое количество электронов на внешнем электронном уровне:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Al^{3+} и F^- | 3. Al^{3+} и F^{+3} |
| 2. C^{+4} и F^- | 4. S^{2-} и Ar |

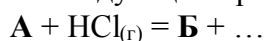
18. При сжигании в токе кислорода 1,4 г углеводорода образовалось 1,12 л углекислого газа (при н.у.) и 1,8 г воды. Известно, что 2,8 г исследуемого вещества присоединяет 8,0 г брома.

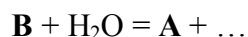
Установите формулу исследуемого углеводорода и в ответе укажите его название по номенклатуре ИЮПАК (например, н-гептан)

19. Оксид меди (II) можно получить:

1. Прокаливанием гидроксида меди (II)
2. Действием ацетальдегида на гидроксид меди (II)
3. Разложением нитрата меди (II)
4. Окислением меди в токе кислорода

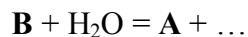
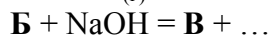
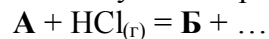
20.1. Вещество **В** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:





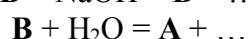
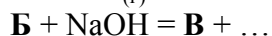
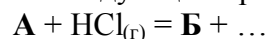
Укажите в ответе формулу вещества **A** (например, c6h12oh).

20.2. Вещество **B** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



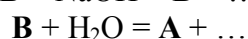
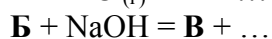
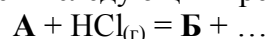
Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, c6h12oh).

20.3. Вещество **B** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, c6h12oh).

20.4. Вещество **B** представляет собой углеводород, содержащий 85,7% углерода и имеющий плотность по воздуху 0.966, участвует в следующих превращениях:



При дегидратации соединения **A** при температуре 450 – 550°C на катализаторе из оксидов алюминия и хрома образуется вещество **Г**, используемое при производстве полимеров. Укажите в ответе название вещества **Г** (например, 2-метилпропан).

4.2 Критерии оценивания заданий Интернет-тура (первая волна)

4.2.1 Задания 9 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	6	X			X		
3	4	берклий					
4	16	MnO ₂	S	Cl ₂	14		
5	4		X		X		
6	6		X		X		X
7	4	141,6					
8	16	1,7	1,9	1,3	7,2		
9	6		X		X		X
10	6	X		X			X
11	4		X	X			
12	16	66,2	32,9	8,3	5		
13	6	X			X	X	
14	4		X				
15	4		X	X			
16	16	4,3	1779	2,6	6,7		
17	4				X		

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
18	4	калий					
19	4	X		X	X		
20	16	AlCl ₃	Al(OH) ₃	Na[Al(OH) ₄]	6		
ИТОГО	150						

4.2.2 Задания 10 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4				X		
2	6	X		X	X		X
3	4	234					
4	16	NO ₂	HCl	Fe(NO ₃) ₃	10		
5	4		X	X	X		
6	6	X				X	
7	4	141,6					
8	16	1,7	1,9	1,3	7,2		
9	6	3245					
10	6	X		X	X		X
11	4			X	X		
12	16	66,2	32,9	8,3	5		
13	6			X			X
14	4				X		
15	4	X	X				
16	16	4,3	1779	2,6	6,7		
17	4	X			X		
18	4	этилен / этен					
19	4	X		X	X		
20	16	C ₂ H ₅ OH	C ₂ H ₅ Cl	C ₂ H ₄	1,3-бута- -диен		
ИТОГО	150						

4.2.3 Задания 11 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	6		X			X	X
3	4	нептуний					
4	16	NO ₂	HCl	Fe(NO ₃) ₃	10		
5	4			X	X		
6	6	X		X	X		
7	4	141,6					
8	16	1,7	1,9	1,3	7,2		
9	6	3245					
10	6	X		X	X		

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
11	4	X		X			
12	16	66,2	32,9	8,3	5		
13	6		X	X			
14	4			X			
15	4	X	X	X			
16	16	4,3	1779	2,6	6,7		
17	4				X		
18	4	этилен / этен					
19	4	X		X	X		
20	16	C ₂ H ₅ OH	C ₂ H ₅ Cl	C ₂ H ₄	1,3-бута- -диен		
ИТОГО	150						

4.3 Задания Интернет-тура (вторая 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.

4.3.1. Задания 9 класса

1. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её прочность. Для какого из перечисленных соединений энергия связи Н-Э максимальна?

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. H ₂ O | 3. H ₂ Se |
| 2. H ₂ S | 4. H ₂ Te |

2. Большинство неорганических веществ при растворении в воде подвергается электролитической диссоциации. Из приведенного списка выберите вещества, которые могут проявлять кислотные свойства:

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1. HCl | 4. Fe(OH) ₂ |
| 2. NaOH | 5. H ₃ PO ₄ |
| 3. CaH ₂ | 6. HMnO ₄ |

3. Какое количество молекул воды приходится на 1 молекулу сульфата натрия в кристаллогидрате, если массовая доля натрия в кристаллогидрате равна 19.83%.

- | | |
|------|-------|
| 1. 2 | 3. 8 |
| 2. 5 | 4. 10 |

4.1. При действии концентрированной азотной кислоты на газообразное вещество **А** образуется желтый аморфный осадок вещества **Б** и выделяется бурый газ **В**. Известно, что газ образующийся при сжигании **Б** на воздухе обладает антибактериальным действием.

Укажите в ответе вещество **А** (например, NaOH).

4.2. При действии концентрированной азотной кислоты на газообразное вещество **А** образуется желтый аморфный осадок вещества **Б** и выделяется бурый газ **В**. Известно, что газ образующийся при сжигании **Б** на воздухе обладает антибактериальным действием.

Укажите в ответе вещество **Б** (например, NaOH).

4.3. При действии концентрированной азотной кислоты на газообразное вещество **А** образуется желтый аморфный осадок вещества **Б** и выделяется бурый газ **В**. Известно, что газ образующийся при сжигании **Б** на воздухе обладает антибактериальным действием.

Укажите в ответе вещество **В** (например, NaOH).

4.4. При действии концентрированной азотной кислоты на газообразное вещество **А** образуется желтый аморфный осадок вещества **Б** и выделяется бурый газ **В**. Известно, что газ образующийся при сжигании **Б** на воздухе обладает антибактериальным действием.

Напишите уравнение реакции взаимодействия вещества **А** с азотной кислотой и укажите в ответе сумму коэффициентов в уравнении. (например, 25)

5. Сливание равных объемов 0,05 моль/л раствора серной кислоты и 0,10 моль/л раствора гидроксида натрия приведет к получению раствора, содержащего

- | | |
|--|---|
| 1. NaHSO_4 | 4. $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH}$ |
| 2. Na_2SO_4 | 5. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| 3. $\text{NaHSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | 6. $\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |

6. Какие из приведенных веществ могут окисляться в кислых водных растворах:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 4. HNO_3 |
| 2. FeCl_2 | 5. KMnO_4 |
| 3. H_2S | 6. MnSO_4 |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при его перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31,6 г KNO_3 , а при 80°C – 166,6.

200 г технического KNO_3 растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C при этом получили 150,0 г осадка. Определите массовую долю примесей в техническом нитрате калия. Ответ округлите до десятых.

8.1. Путем растворения некоторого количества безводного сульфата меди в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор (раствор 1), имеющий плотность 1,08 г/мл.

Полученный раствор был разбавлен равным объемом воды и получен раствор 2.

К раствору 2 был добавлен кристаллический $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в таком количестве, что массовая доля CuSO_4 вновь стала равна 10% (раствор 3).

Вычислите, какая масса (в граммах) безводного CuSO_4 потребуется для приготовления раствора 1. Ответ округлите до целых (например, 4,3).

8.2. Путем растворения некоторого количества безводного сульфата меди в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор (раствор 1), имеющий плотность 1,08 г/мл.

Полученный раствор был разбавлен равным объемом воды и получен раствор 2.

К раствору 2 был добавлен кристаллический $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в таком количестве, что массовая доля CuSO_4 вновь стала равна 10% (раствор 3).

Вычислите массовую долю (в %) сульфата меди в растворе 2. Ответ округлите до десятых (Например, 10,0).

8.3. Путем растворения некоторого количества безводного сульфата меди в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор (раствор 1), имеющий плотность 1,08 г/мл.

Полученный раствор был разбавлен равным объемом воды и получен раствор 2.

К раствору 2 был добавлен кристаллический $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в таком количестве, что массовая доля CuSO_4 вновь стала равна 10% (раствор 3).

Вычислите какая масса (в г) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ была добавлена к раствору 2. Ответ округлите до десятых (например, 3.3).

8.4. Путем растворения некоторого количества безводного сульфата меди в 100 мл воды был приготовлен 10% раствор (раствор 1), имеющий плотность 1,08 г/мл.

Полученный раствор был разбавлен равным объемом воды и получен раствор 2.

К раствору 2 был добавлен кристаллический $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в таком количестве, что массовая доля CuSO_4 вновь стала равна 10% (раствор 3).

Вычислите объем (в мл) полученного раствора 3. Ответ округлите до целых (например, 60).

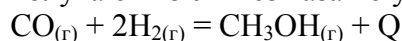
9. Наличие примеси ионов свинца в растворе нитрата кальция можно доказать добавлением раствора:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. NH_3 | 4. Na_2SO_4 |
| 2. KI | 5. NaCl |
| 3. Na_2CO_3 | 6. H_2SO_4 |

10. Пропускание смеси оксида углерода (IV) и аммиака через колонку с этим наполнителем **не** позволяет разделить газы:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. H_2SO_4 (конц.) | 4. P_2O_5 |
| 2. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | 5. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| 3. NaOH | 6. H_3PO_4 (конц.) |

11. В промышленности метанол получают из синтез-газа по уравнению реакции:



Какие из факторов способствуют увеличению выхода метанола:

1. Повышение температуры
2. Понижение давления
3. Повышение давления
4. Понижение температуры

12.1. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.2. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю (в процентах) сульфата бария в смеси. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.3. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите мольную долю карбоната бария (в процентах) в смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.4. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю солей в фильтрате (в процентах), полученном при растворении смеси. Ответ округлите до десятых (например, 2.1)

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых имеют нейтральную реакцию среды:

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| 1. Na_2CO_3 | 4. NaBrO |
| 2. K_2SO_4 | 5. NaCl |
| 3. FeSO_4 | 6. CoCl_2 |

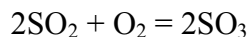
14. При прокаливании 1 моль какого из веществ образуется максимальный объем кислорода (при н.у.):

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. NaNO_3 | 3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ |

15. Действие раствора сульфата натрия позволяет различить растворы:

1. Нитратов бария и магния
2. Хлоридов бария и кальция
3. Нитратов свинца и алюминия
4. Хлоридов алюминия и магния

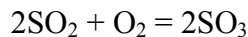
16.1. Газ, выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита, был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем газа (в литрах, при н.у.) выделится при обжиге пирита? Ответ округлите до целого числа (например, 256).

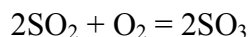
16.2. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем (в литрах, при н.у.) оксида серы (VI) был получен из указанного количества пирита, если выход продукта в реакции окисления SO_2 составляет 95.5%. Ответ округлите до целых (например, 62)

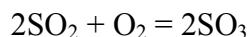
16.3. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Вычислите, какой минимальный объем воздуха (в литрах, при н.у) потребуется для превращения пирита в оксид серы (VI). Примите объемную долю кислорода в воздухе 20%. Ответ округлите до целых (например, 254).

16.4. Газ выделившийся при обжиге 2,4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Твердый остаток после обжига пирита может быть использован для получения металлического железа. Вычислите, какое количество железа (кг) может быть получено из продуктов обжига 2,4 кг пирита. Ответ округлите до десятых.

17. В каких рядах элементов радиус атома увеличивается при переходе слева направо:

- | | |
|---|--|
| 1. $\text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{N}$ | 3. $\text{Si} \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{Sn}$ |
| 2. $\text{Cl} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Si}$ | 4. $\text{I} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{Cl}$ |

18. Для восстановления 5,22 г оксида металла потребовалось 1,434 л водорода (при н.у.).

Установите, какой металл был получен в результате реакции. В ответе укажите его название (например, кальций)

19. Гидроксид меди (II) можно получить взаимодействием:

- | | |
|---|--|
| 1. $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$ (нед.) | 3. $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| 2. $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ (изб) | 4. $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ (нед.) |

20.1. При добавлении к раствору вещества А, содержащему 55,9% хлора, раствора гидроксида натрия образуется зеленоватый осадок вещества Б, приобретающий коричневую окраску при интенсивном перемешивании, переходя при этом в соединение В при действии кислорода воздуха.

Укажите в ответе формулу вещества А (например, BaSO_4).

20.2. При добавлении к раствору вещества А, содержащему 55,5% хлора, раствора гидроксида натрия образуется зеленоватый осадок вещества Б, приобретающий коричневую окраску при интенсивном перемешивании, переходя при этом в соединение В при действии кислорода воздуха.

Укажите в ответе формулу вещества Б (например, BaSO_4).

20.3. При добавлении к раствору вещества А, содержащему 55,5% хлора, раствора гидроксида натрия образуется зеленоватый осадок вещества Б, приобретающий коричневую окраску при интенсивном перемешивании, переходя при этом в соединение В при действии кислорода воздуха.

Укажите в ответе формулу вещества В (например, BaSO_4).

20.4. При добавлении к раствору вещества А, содержащему 55,5% хлора, раствора гидроксида натрия образуется зеленоватый осадок вещества Б, приобретающий коричневую окраску при интенсивном перемешивании, переходя при этом в соединение В при действии кислорода воздуха.

Напишите уравнение превращения Б в вещество В и укажите в ответе сумму коэффициентов (например, 15)

4.3.2 Задания 10 класса

1. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её полярность. Для какого из перечисленных соединений полярность связи Н-Э максимальна?

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. H_2O | 3. H_2Se |
| 2. H_2S | 4. H_2Te |

2. Для большинства органических и неорганических веществ характерны кислотно-основные взаимодействия. Из приведенного списка выберите вещества, которые могут проявлять кислотные свойства:

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. HCl | 4. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ |
| 2. Ацетилен | 5. Метиламин |
| 3. NaOH | 6. Этанол |

3. При распаде изотопа протактиния-235 образуется изотоп урана-235 и следующий вид частиц:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. α -частицы | 3. ядра атома водорода-1 |
| 2. β -частицы | 4. ядра атома гелия-4 |

4.1. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **A** (например, NaOH).

4.2. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, NaOH).

4.3. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, NaOH).

4.4. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Напишите уравнение реакции взаимодействия вещества **A** с серной кислотой и укажите в ответе сумму коэффициентов в уравнении. (например, 25).

5. Сливание равных объемов 0,15 моль/л раствора серной кислоты и 0,10 моль/л раствора гидроксида натрия приведет к получению раствора, содержащего

- | | |
|--|---|
| 1. NaHSO_4 | 4. $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH}$ |
| 2. Na_2SO_4 | 5. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| 3. $\text{NaHSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | 6. $\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |

6. Какие из приведенных веществ могут восстанавливаться в кислых водных растворах:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 4. HNO_3 |
| 2. FeCl_2 | 5. KMnO_4 |
| 3. H_2S | 6. MnSO_4 |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при его перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31.6 г KNO_3 , а при 80°C – 166.6.

200 г технического KNO_3 растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C при этом получили 150,0 г осадка. Определите массовую долю примесей в техническом нитрате калия. Ответ округлите до десятых.

8.1. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Масса какого электрода увеличилась? Выберите правильный ответ:

1. Анод
2. Катод

8.2. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Вычислите, на сколько грамм увеличилась масса одного из электродов после осуществления электролиза. Ответ округлите до целых (например, 6). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

8.3. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Определите объем газа (в литрах, при н.у.), выделившегося за время электролиза. Ответ округлите до целых (например, 1). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

8.4. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Какое время (в часах) потребуется для полного превращения указанного количества раствора сульфата меди при выбранном токе? Ответ округлите до десятых (например, 2.5). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

9. Наличие примеси ионов кальция в растворе нитрата магния можно доказать добавлением раствора:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. NH_3 | 4. Na_2SO_4 |
| 2. Na_3PO_4 | 5. NaCl |
| 3. Na_2CO_3 | 6. H_2SO_4 |

10. Пропускание смеси оксида углерода (IV) и оксида углерода (II) через колонку с этим наполнителем позволяет разделить газы:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. H_2SO_4 (конц) | 4. P_2O_5 |
| 2. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | 5. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| 3. NaOH | 6. H_3PO_4 (конц.) |

11. Декарбонизация карбоната магния протекает по уравнению:



Какие из факторов способствуют увеличению выхода оксида магния:

1. Повышение температуры
2. Понижение температуры
3. Удаление углекислого газа из зоны реакции
4. Увеличение давления в зоне реакции

12.1. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.2. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю (в процентах) сульфата бария в смеси. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.3. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите мольную долю карбоната бария (в процентах) в смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.4. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю солей в фильтрате (в процентах), полученном при растворении смеси. Ответ округлите до десятых (например, 2.1)

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых не изменяют окраски фенолфталеина:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Na_2CO_3 | 4. NaBrO_3 |
| 2. K_2SO_4 | 5. Na_3PO_4 |
| 3. FeSO_4 | 6. CoCl_2 |

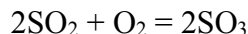
14. При прокаливании 1 моль какого из нитратов образуется максимальный объем газообразных продуктов (при н.у.):

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. NaNO_3 | 3. AgNO_3 |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ |

15. Действием свежееосажденного гидроксида меди (II) можно различить:

1. Ацетальдегид и ацетон
2. Уксусную кислоту и ацетальдегид
3. Этанол и глицерин
4. Метилэтилкетон и метанол

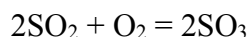
16.1. Газ, выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита, был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем газа (в литрах, при н.у.) выделится при обжиге пирита? Ответ округлите до целого числа (например, 256).

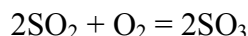
16.2. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем (в литрах, при н.у.) оксида серы (VI) был получен из указанного количества пирита, если выход продукта в реакции окисления SO_2 составляет 95.5%. Ответ округлите до целых (например, 62)

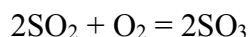
16.3. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Вычислите, какой минимальный объем воздуха (в литрах, при н.у.) потребуется для превращения пирита в оксид серы (VI). Примите объемную долю кислорода в воздухе 20%. Ответ округлите до целых (например, 254).

16.4. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Твердый остаток после обжига пирита может быть использован для получения металлического железа. Вычислите, какое количество железа (кг) может быть получено из продуктов обжига 2,4 кг пирита. Ответ округлите до десятых.

17. В каких рядах элементов радиус атома уменьшается при переходе слева направо:

- | | |
|---|--|
| 1. $\text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{N}$ | 3. $\text{Si} \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{Sn}$ |
| 2. $\text{Cl} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Si}$ | 4. $\text{I} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{Cl}$ |

18. При сжигании 2.3 г одноатомного спирта в токе кислорода образуется 2.24 л углекислого газа (при н.у.) и 2.7 г воды. То же количество спирта при действии натрия образует 0.56 литров (при н.у.) водорода.

Установите, какой спирт был подвергнут исследованию. Укажите в ответе его название в соответствии с номенклатурой ИЮПАК (например, пентанол-2).

19. Гидроксид алюминия можно получить взаимодействием:

- | | |
|--|---|
| 1. $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH}$ (изб.) | 3. $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| 2. $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$ (изб.) | 4. $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4$ |

20.1. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **А** (например, метан).

20.2. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Б** (например, метан).

20.3. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Г** (например, метан).

20.4. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Д** (например, метан).

4.3.3 Задания 11 класса

1. Одной из важных характеристик ковалентной связи является её полярность. Для какого из перечисленных соединений полярность связи Н-Э минимальна?

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. H_2O | 3. H_2Se |
| 2. H_2S | 4. H_2Te |

2. Для большинства органических и неорганических веществ характерны кислотно-основные взаимодействия. Из приведенного списка выберите вещества, которые могут проявлять амфотерные свойства:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. HMnO_4 | 4. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ |
| 2. α -аминоуксусная кислота | 5. Теллуриводородная кислота |
| 3. 4-аминобензальдегид | 6. Изопропанол |

3. Одним из способов образования урана-235 является распад плутония-239, сопровождающийся выделением следующих частиц:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. α -частиц | 3. ядер водорода-1 |
| 2. β -частиц | 4. электронов |

4.1. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **А**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **Б** и выделяется газ **В**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **Б** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **A** (например, NaOH).

4.2. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, NaOH)

4.3. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Укажите в ответе формулу вещества **B** (например, NaOH)

4.4. При действии концентрированной серной кислоты на белое кристаллическое вещество **A**, содержащее элемент окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, образуются черно-серые кристаллы **B** и выделяется газ **B**, образующийся также при гниении белков. Известно, что добавление раствора тиосульфата натрия к веществу **B** приводит к его растворению и получению бесцветного раствора.

Напишите уравнение реакции взаимодействия вещества **A** с серной кислотой и укажите в ответе сумму коэффициентов в уравнении. (например, 25).

5. Сливание равных объемов 0,10 моль/л раствора серной кислоты и 0,15 моль/л раствора гидроксида натрия приведет к получению раствора, содержащего

- | | |
|--|---|
| 1. NaHSO_4 | 4. $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH}$ |
| 2. Na_2SO_4 | 5. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| 3. $\text{NaHSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | 6. $\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |

6. Какие из приведенных веществ могут окисляться в кислых водных растворах:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 4. HNO_3 |
| 2. FeCl_2 | 5. KMnO_4 |
| 3. H_2S | 6. MnSO_4 |

7. Растворимость нитрата калия в воде сильно зависит от температуры, что является полезным свойством при его перекристаллизации. Например, при 20°C в 100 г воды растворяется 31,6 г KNO_3 , а при 80°C – 166,6.

200 г технического KNO_3 растворили при нагревании в 150 мл дистиллированной воды, горячий раствор отфильтровали и охладили до 20°C при этом получили 150,0 г осадка. Определите массовую долю примесей в техническом нитрате калия. Ответ округлите до десятых.

8.1. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Масса какого электрода увеличилась? Выберите правильный ответ:

3. Анод
4. Катод

8.2. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго

осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Вычислите, на сколько грамм увеличилась масса одного из электродов после осуществления электролиза. Ответ округлите до целых (например, 6). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

8.3. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов, при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Определите объем газа (в литрах, при н.у.), выделившегося за время электролиза. Ответ округлите до целых (например, 1). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

8.4. 200 г 10% раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу с инертными электродами током 2А в течение 2 часов при этом масса одного из электродов увеличилась, а второго осталась неизменной. На нейтрализацию полученного раствора потребовалось 150 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 1 моль/л.

Какое время (в часах) потребуется для полного превращения указанного количества раствора сульфата меди при выбранном токе? Ответ округлите до десятых (например, 2.5). При расчетах примите относительную атомную массу меди равной 64.

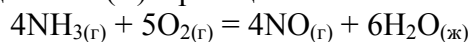
9. Наличие примеси ионов свинца в растворе нитрата кальция можно доказать добавлением раствора:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. NH_3 | 4. Na_2SO_4 |
| 2. KI | 5. NaCl |
| 3. Na_2CO_3 | 6. H_2SO_4 |

10. Пропускание смеси оксида углерода (II) и аммиака через колонку с этим наполнителем позволяет разделить газы:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. H_2SO_4 (конц) | 4. P_2O_5 |
| 2. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | 5. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| 3. NaOH | 6. H_3PO_4 (конц.) |

11. Увеличение выхода оксида азота (II) в реакции каталитического окисления аммиака:



1. Увеличение давления
2. Удаление оксида азота из зоны реакции
3. Понижение давления
4. Увеличение концентрации кислорода в газовой смеси

12.1. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массу (в граммах) смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.2. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю (в процентах) сульфата бария в смеси. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.3. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите мольную долю карбоната бария (в процентах) в смеси взятой для исследования. Ответ округлите до целого числа (например, 21)

12.4. К смеси сульфата, хлорида и карбоната бария добавили 500 мл воды, после фильтрования полученной суспензии было получено 12,5 г осадка. При выпаривании полученного фильтрата образовалось 11,5 г твердого остатка.

Полученный на первой стадии осадок обработали соляной кислотой с концентрацией 1 моль/л, в результате чего выделилось 0,625 л газа (при н.у).

Вычислите массовую долю солей в фильтрате (в процентах), полученном при растворении смеси. Ответ округлите до десятых (например, 2.1)

13. Многие соли при растворении в воде подвергаются гидролизу. Из приведенного списка выберите те соли, водные растворы которых вызывают изменение окраски фенолфталеина:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Na_2CO_3 | 4. NaBrO_3 |
| 2. CoSO_4 | 5. Na_3PO_4 |
| 3. FeSO_4 | 6. CaCl_2 |

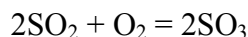
14. При прокаливании 1 моль какого из нитратов образуется максимальный объем газообразных продуктов (при н.у.):

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. NaNO_3 | 3. AgNO_3 |
| 2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 4. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ |

15. Действием свежееосажденного гидроксида меди (II) можно различить:

1. Ацетальдегид и ацетон
2. Уксусную кислоту и ацетальдегид
3. Этанол и глицерин
4. Метилэтилкетон и метанол

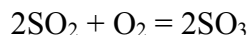
16.1. Газ, выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита, был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем газа (в литрах, при н.у.) выделится при обжиге пирита? Ответ округлите до целого числа (например, 256).

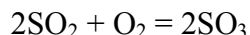
16.2. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Какой объем (в литрах, при н.у.) оксида серы (VI) был получен из указанного количества пирита, если выход продукта в реакции окисления SO_2 составляет 95.5%. Ответ округлите до целых (например, 62)

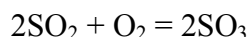
16.3. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Вычислите, какой минимальный объем воздуха (в литрах, при н.у.) потребуется для превращения пирита в оксид серы (VI). Примите объемную долю кислорода в воздухе 20%. Ответ округлите до целых (например, 254).

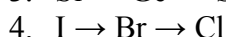
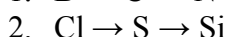
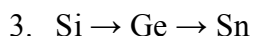
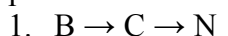
16.4. Газ выделившийся при обжиге 2.4 кг пирита был направлен в каталитическую реакцию с кислородом воздуха:



с целью получения оксида серы (VI) для дальнейшего производства серной кислоты.

Твердый остаток после обжига пирита может быть использован для получения металлического железа. Вычислите, какое количество железа (кг) может быть получено из продуктов обжига 2,4 кг пирита. Ответ округлите до десятых.

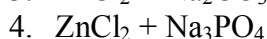
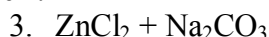
17. В каких рядах элементов электроотрицательность уменьшается при переходе слева направо:



18. При сжигании 2.3 г одноатомного спирта в токе кислорода образуется 2.24 л углекислого газа (при н.у.) и 2.7 г воды. То же количество спирта при действии натрия образует 0.56 литров (при н.у.) водорода.

Установите, какой спирт был подвергнут исследованию. Укажите в ответе его название в соответствии с номенклатурой ИЮПАК (например, пентанол-2).

19. Гидроксид цинка можно получить взаимодействием:



20.1. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **А** (например, метан).

20.2. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Б** (например, метан).

20.3. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется

соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Г** (например, метан).

20.4. Углеводород **А** содержащий 91.3% углерода, плотность паров по кислороду которого равна 2.875 при окислении подкисленным раствором перманганата калия образует вещество **Б**. При облучении ультрафиолетом эквимольной смеси углеводорода **А** с хлором образуется соединение **В**, которое при гидролизе дает вещество **Г**, реагирующее с **Б** при кипячении в присутствии кислоты с образованием вещества **Д**.

Укажите в ответе название вещества **Д** (например, метан).

4.4 Критерии оценивания заданий Интернет-тура (вторая волна)

4.4.1 Задания 9 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	6	X				X	X
3	4		X				
4	16	H ₂ S	S	NO ₂	8		
5	6		X				
6	4		X	X			X
7	4	1,3					
8	16	11,1	5,2	19,1	216		
9	6		X			X	
10	6				X		
11	4			X	X		
12	16	24	29	25	2,2/2,3		
13	6		X			X	
14	4				X		
15	4	X		X			
16	16	896	856	8400	1,1		
17	4		X	X			
18	4	цинк					
19	4	X			X		
20	16	FeCl ₂	Fe(OH) ₂	Fe(OH) ₃	11		
ИТОГО	150						

4.4.2 Задания 10 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4	X					
2	6	X	X		X		X
3	4		X				
4	16	KI	I ₂	H ₂ S	26		
5	6						X

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
6	4	X			X	X	
7	4	1,3					
8	16	2	5	1	3,3 / 3,4		
9	6				X		X
10	6		X	X		X	
11	4	X		X			
12	16	24	29	25	2,2 / 2,3		
13	6		X	X	X		X
14	4				X		
15	4	X	X	X			
16	16	896	856	8400	1,1		
17	4	X			X		
18	4	этанол					
19	4		X	X			
20.1	4	Толуол / метилбензол					
20.2	4	Бензойная кислота					
20.3	4	Бензиловый спирт					
20.4	4	Бензилбензоат / бензиловый эфир бензойной кислоты					
ИТОГО	150						

4.4.3 Задания 11 класса

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
1	4				X		
2	6		X		X		
3	4	X					
4	16	KI	I ₂	H ₂ S	26		
5	6			X			
6	4		X	X			X
7	4	1,3					
8	16	2	5	1	3,3 / 3,4		
9	6		X			X	
10	6	X					X
11	4	X	X		X		
12	16	24	29	25	2,2 / 2,3		
13	6	X				X	
14	4				X		
15	4	X	X	X			
16	16	896	856	8400	1,1		
17	4		X	X			
18	4	этанол					
19	4	X					
20.1	4	Толуол / метилбензол					

№	Баллы	Варианты ответа					
		1	2	3	4	5	6
20.2	4	Бензойная кислота					
20.3	4	Бензиловый спирт					
20.4	4	Бензилбензоат / бензиловый эфир бензойной кислоты					
ИТОГО	150						

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



Игорь Юрьевич Макарихин

