

Задания 9 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №9-1

При взаимодействии 5,6 г простого вещества **A** 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 **A**.*
- 2. Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.*

Задача №9-2

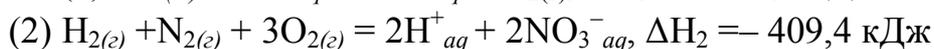
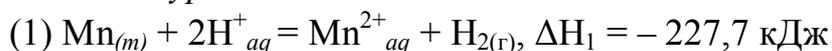
Многие металлы могут образовывать оксиды с различными степенями окисления металла. Содержание металла **X** в одном из его оксидов в 1,1133 больше, чем в другом оксиде этого металла. Если каждый из оксидов металлов растворить в соляной кислоте и затем быстро добавить раствор щелочи, то образуется в каждом 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:*

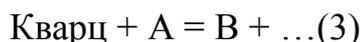




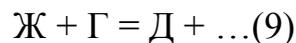
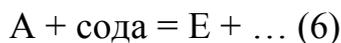
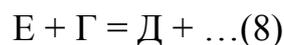
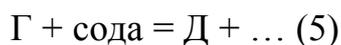
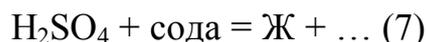
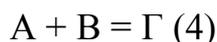
2. *Рассчитайте до какой температуры можно нагреть алюминиевую пластину массой 2,5 кг и имеющую температуру 25°C, используя энергию, выделившуюся при образовании 2 моль воды из простых веществ (реакция 4). Удельная теплоемкость алюминия 0,903 кДж/(кг·К)*

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 A, B и пары H_2SO_4 , и твердый отход разложения, состоящий из 80% B, 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 A 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 A, 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 **A**, 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 **A** (*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 **A** (*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 **A** гидроксида натрия в присутствии окислителя, например, хлорида натрия (*реакция 7*). Кислоту **K₃** также можно получить в реакции **K₄** с одним из хлоридов элемента **A** 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 **A** 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**.

1. Определите вещество **A** и назовите его аллотропные модификации.
2. Определите кислоты **K₁ – K₅** и напишите их структурные формулы.
3. Напишите уравнения химических реакций описанных в тексте.

Задания 10 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №10-1

При сжигании 1 моль углеводорода **A** в токе кислорода выделилось 89,6 л углекислого газа (при н.у.). Такое же количество углеводорода **A** 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.

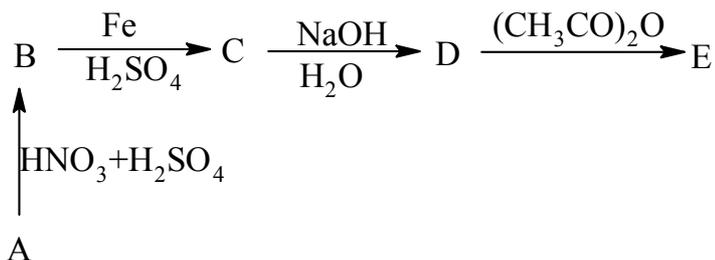
- 1. Определите вещество, которое находилось в банке.*
- 2. Предложите объяснение описанным наблюдениям и подтвердите их уравнениями реакций, назовите все вещества.*

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: $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) = 242,6$ кДж/моль; $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{H}_2) = 435,95$ 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 $0,903$ кДж/(кг·К)

Задача №10-5

Элемент **A**, 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 **A** (*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 **A** (*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 **A** гидроксида натрия в присутствии окислителя, например, хлорита натрия (*реакция 7*). Кислоту **K₃** также можно получить в реакции **K₄** с одним из хлоридов элемента **A** 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 **A** 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**.

1. Определите вещество **A** и назовите его аллотропные модификации.
2. Определите кислоты **K₁ – K₅** и напишите их структурные формулы.
3. Напишите уравнения химических реакций описанных в тексте.

Задания 11 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

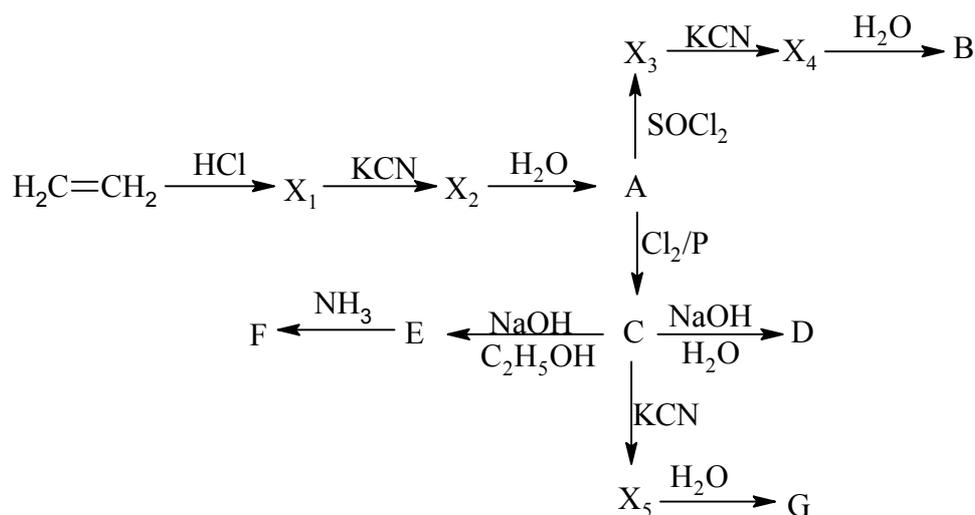
Задача №11-1

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

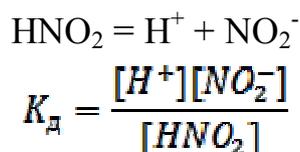
Карбоновые кислоты – один из самых многочисленных классов органических веществ. Сегодня Вам предстоит получить 7 карбоновых кислот из одного соединения – этилена.



- 1. Напишите схемы химических реакций, отвечающих представленным превращениям. Напишите структурные формулы веществ X₁ – X₅ и А – G. Назовите кислоты А – G.*
- 2. Напишите уравнение реакции, позволяющей в одну стадию получить кислоту А из кислоты G*

Задача №11-3

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



Знание константы диссоциации позволяет вычислить ряд других характеристик раствора кислоты, а именно величину рН 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 рН полученных растворов. Напомним, что величина рН – 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 **E** является природным соединением. Оно присутствует в крови, является энергетическим материалом для клеток, а также составной ча-

стью 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 $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{HCl}) = -92,3$ кДж/моль и энергии диссоциации водорода и хлора на атомы: $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) = 242,6$ кДж/моль; $\Delta H^\circ_{\text{дисс}}(\text{H}_2) = 435,95$ 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 $0,903$ кДж/(кг·К)*