

Химия. 8 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Юный химик Антон убирался в лаборатории и нашел склянку с неизвестным соединением **A**. Обратившись к своим старшим коллегам химикам-аналитикам, которые провели анализ, Антон установил, что **A** – кристаллогидрат, в состав которого входят фосфор, натрий и кислород, а их массовые доли соответственно равны 8,65 %, 12,84 % и 71,48 %. Известно также, что **A** применяется в пищевой промышленности в качестве эмульгатора, и содержит фосфор в степени окисления +5.
 1. Определите соединение **A**, подтвердив расчетом.
 2. Навеску **A** массой 17,90 г прокалили при 290 °С. В ходе реакции образовалось твердое вещество **B** массой 6,65 г и вода. Массовые доля кислорода и фосфора в **B** соответственно равны 42,11 % и 23,29 %. Определите продукты данной реакции. Запишите уравнение протекающей реакции. К какому типу химической реакций относится этот процесс?
 3. Назовите вещества **A** и **B** по систематической номенклатуре.

- 2) Газ **X**, имеющий плотность равную 0,77 кг/м³ (н.у.), был получен в лаборатории путем нагрева нашатыря с гашеной известью.
 1. Определите **X**, подтвердив его состав расчетом.
 2. Приведите его тривиальное и номенклатурное названия.
 3. Запишите уравнение реакции получения **X**.
 4. Объем газа **X** (н.у.), содержащий $3,20 \cdot 10^{24}$ атомов элемента, название которого произошло от древнегреческого слова ἄζωτος – безжизненный, растворили в 500 мл воды. Рассчитайте массовую долю **X** в образовавшемся растворе. Как называется полученный раствор?
 5. Предложите 2 способа получения газа **X**: в лабораторных и промышленных условиях.

- 3) **Y** при нормальных условиях - бесцветный газ без вкуса и запаха - является основным компонентом природного газа и используется для производства электроэнергии при сжигании его в газовых турбинах или парогенераторах. Определите формулу **Y**, если в 50 г этого вещества содержится 17,119 мг электронов ($m(e) = 9,1 \cdot 10^{-28}$ г; $1 \text{ а.е.м} = 1,66 \cdot 10^{-24}$ г).
 1. Газ **Y** массой 50 г оказался в воздухе лаборатории из-за технических неполадок. Определите во сколько раз его концентрация в лаборатории

больше значения ПДК (предельно допустимая концентрация) в воздухе рабочей зоны (20 мг/м^3), если площадь лаборатории равна 40 кв.м. , а высота потолка – $2,5 \text{ м.}$ Опасно ли теперь находиться в лаборатории?

2. Напишите уравнение реакции горения Y .
 3. Изобразите структурную формулу вещества Y .
- 4) Одноатомный газ Z , имеющий плотность по азоту $4,70$, при низких температурах и высоких давлениях образует соединения включения - клатраты, в которых атомы газа расположены в полостях структуры вещества-«хозяина», например, с водой $\text{Z} \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
1. Определите формулу $\text{Z} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, если при разложении $0,48 \text{ г}$ этого вещества выделилось $68,3 \text{ мл Z}$. Условия разложения: $T = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ и $p = 0,8 \text{ атм.}$ Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клайперона: $pV=nRT$.
Для справки: $1^\circ\text{C} + 273,15 = \text{K}$; $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$;
 $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$
 2. С помощью расчетов проверьте правильность утверждения: «В 1 м^3 воздуха содержится около 1 см^3 газа Z », если объемная доля газа Z в воздухе составляет $8,6 \cdot 10^{-5} \%$.
 3. Оцените массу атмосферы, если общие запасы Z в ней равны $1,6 \cdot 10^{11} \text{ м}^3$.
 4. Запишите электронную конфигурацию атома, образующего Z .
 5. Что означает название газа Z ?
- 5) Лаборант Василий перед проведением исследования приготовил растворы нитрата свинца, гидроксида калия, хлорида алюминия, пероксида водорода, иодида натрия и серной кислоты. Лаборант забыл подписать колбы и перепутал все растворы. Дополнительных реактивов для идентификации каждого раствора у Василия не оказалось.
1. Помогите Василию распознать перепутанные растворы. Составьте схему проведения эксперимента. Укажите продукты, которые могут быть получены в ходе реакций распознавания растворов. Какие изменения в ходе реакций можно заметить?
 2. Напишите уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде.
 3. Рассчитайте массу осадка, который образуется при смешивании 100 мл 7% раствора серной кислоты ($\rho = 1,0453 \text{ г/мл}$) с раствором хлорида бария, содержащим $1,8 \text{ моль}$ этой соли. Определите продукты, полученные после прокалывания этого осадка с углем. Запишите все упомянутые уравнения реакций.

Химия. 8 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Юный химик Антон убирался в лаборатории и нашел склянку с неизвестным соединением **A**. Обратившись к своим старшим коллегам химикам-аналитикам, которые провели анализ, Антон установил, что **A** – кристаллогидрат, в состав которого входят алюминий, азот и кислород, а их массовые доли соответственно равны 7,19 %, 11,20 % и 76,77 %. Известно также, что **A** может применяться в текстильной промышленности для дубления кожи, а также как протрава при крашении тканей.
 1. Определите соединение **A**, подтвердив расчетом.
 2. Навеску **A** выдержали при температуре 30 °С в вакууме. В ходе реакции масса твердого вещества уменьшилась на 24,0 %. Определите формулу конечного вещества (кристаллогидрата **B**), подтвердив расчетом. Запишите уравнение протекающей реакции. К какому типу химических реакций относится этот процесс?
 3. Назовите вещества **A** и **B** по систематической номенклатуре.

- 2) Газ **X** был получен в лаборатории путем взаимодействия концентрированной серной кислоты с поваренной солью при слабом нагревании
 1. Определите газ **X** и рассчитайте его плотность (г/л) при н.у.
 2. Приведите название газа **X** по систематической номенклатуре.
 3. Запишите уравнение реакции получения газа **X**.
 4. Объем газа **X** (н.у.), содержащий $1,36 \cdot 10^{24}$ атомов элемента, название которого произошло от древнегреческого слова $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$ – изжелта-зелёный, растворили в 600 мл воды. Рассчитайте массовую долю **X** в образовавшемся растворе. Как называется полученный раствор?
 5. Определите концентрацию раствора (%), полученного при растворении 28 л газа **X** в 250 г воды. Укажите продукты взаимодействия этого раствора с натрием и марганцем.

- 3) **Y** – бесцветный газ с неприятным запахом тухлых яиц (тухлого мяса). В больших концентрациях ядовит и даже огнеопасен. Из-за своей токсичности находит ограниченное применение. Может встречаться в составе некоторых минеральных вод.
 1. Определите формулу газа **Y**, если в 50 г этого вещества содержится 14,501 мг электронов ($m(e) = 9,1 \cdot 10^{-28}$ г; $1 \text{ а.е.м} = 1,66 \cdot 10^{-24}$ г).

2. Газ **Y** массой 22,4 г оказался в воздухе лаборатории из-за технических неполадок. Определите во сколько раз его концентрация в лаборатории больше значения ПДК (предельно допустимая концентрация) газа в воздухе рабочей зоны (3 мг/м^3), если площадь лаборатории равна 40 кв.м., а высота потолка – 2,5 м. Опасно ли теперь находиться в лаборатории?
 3. В воздухе газ **Y** горит синим пламенем. Напишите уравнение реакции горения газа **Y**.
 4. Изобразите структурную формулу вещества **Y**.
- 4) Одноатомный газ **Z**, имеющий плотность по воздуху 1,375, при низких температурах и высоких давлениях образует соединения включения - клатраты, в которых атомы газа расположены в полостях структуры вещества-«хозяина», например, с водой **Z·xH₂O**.
1. Определите формулу соединения **Z·xH₂O**, если при разложении 0,39 г этого вещества выделилось 103,4 мл **Z**. Условия разложения: $T = 42,0 \text{ }^\circ\text{C}$ и $p = 1 \text{ атм}$. Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клайперона : $pV=nRT$.
Для справки: $1^\circ\text{C} + 273,15 = \text{K}$; $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$;
 $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$
 2. С помощью расчетов проверьте правильность утверждения: «В 1 м^3 воздуха содержится около 9400 см^3 газа **Z**», если объемная доля газа **Z** в воздухе составляет 0,934 %.
 3. Оцените массу атмосферы, если общие запасы **Z** в ней равны $2,24 \cdot 10^{17} \text{ м}^3$.
 4. Запишите электронную конфигурацию атома, образующего **Z**.
 5. Что означает название газа **Z**?
- 5) Лаборант Василий перед проведением исследования приготовил растворы нитрата свинца, гидроксида натрия, сульфата алюминия, сульфида натрия, иодида калия и соляной кислоты. Лаборант забыл подписать колбы и перепутал все растворы. Дополнительных реактивов для идентификации каждого раствора у Василия не оказалось.
1. Помогите Василию распознать перепутанные растворы. Составьте схему проведения эксперимента. Укажите продукты, которые могут быть получены в ходе реакций распознавания растворов. Какие изменения в ходе реакций можно заметить?
 2. Напишите уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде.
 3. Вычислите объём (при н. у.) выделившегося сероводорода, если к 120 г 9 % раствора соляной кислоты добавили избыток сульфида магния. Запишите упомянутое уравнение реакции.

Химия. 8 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Юный химик Антон убирался в лаборатории и нашел склянку с неизвестным соединением **A**. Обратившись к своим старшим коллегам химикам-аналитикам, которые провели анализ, Антон установил, что **A** – кристаллогидрат, в состав которого входят медь, сера и кислород, а их массовые доли соответственно равны 25,45 %, 12,84 % и 57,67 %. Известно также, что **A** может применяться в сельском хозяйстве как антисептик.
 1. Определите соединение **A**, подтвердив расчетом.
 2. Навеску **A** нагрели до 105 °С. В ходе реакции масса твердого вещества уменьшилась на 14,4 %. Определите формулу конечного вещества (кристаллогидрата **B**), подтвердив расчетом. Запишите уравнение протекающей реакции. К какому типу химической реакций относится этот процесс?
 3. Назовите вещества **A** и **B** по систематической номенклатуре.
- 2) Газ **X**, имеющий плотность равную 1,52 кг/м³ (н.у), был получен в лаборатории действием соляной кислоты на сульфид железа (II).
 1. Определите газ **X**, подтвердив расчетом
 2. Приведите название газа **X** по систематической номенклатуре
 3. Запишите уравнение реакции получения газа **X**
 4. Объем газа **X** (н.у.), содержащий $8,0 \cdot 10^{23}$ атомов элемента, название которого произошло от из старославянского «сѣра» – «смола», «горючее вещество, жир», растворили в 300 мл воды. Рассчитайте массовую долю **X** в образовавшемся растворе. Как называется полученный раствор?
 5. Вычислите массу осадка, образовавшегося в результате пропускания газа **X** через 4% раствор нитрата меди (II) массой 32 г. Укажите продукты взаимодействия **X** с избыточным и недостаточным количеством гидроксидом калия, а также с хлоридом меди (II).
- 3) **Y** – бесцветный газ с неприятным запахом, ядовит. Известно, что в состав газа **Y** входит кремний. **Y** широко используется в микроэлектронике и получает всё большее применение при изготовлении кристаллических и тонкоплёночных фотопреобразователей.
 1. Определите формулу газа **Y**, если в 50 г этого вещества содержится 15,4075 мг электронов ($m(e) = 9,1 \cdot 10^{-28}$ г; 1 а.е.м = $1,66 \cdot 10^{-24}$ г)

2. Газ **Y** массой 2 г оказался в воздухе лаборатории из-за технических неполадок. Определите во сколько раз его концентрация в лаборатории больше значения ПДК (предельно допустимая концентрация) газа в воздухе рабочей зоны (5 мг/м^3), если площадь лаборатории равна 40 кв.м., а высота потолка – 2,5 м. Опасно ли теперь находиться в лаборатории?
 3. В присутствии кислорода **Y** может самовозгораться. Напишите уравнение реакции окисления газа **Y**.
 4. Изобразите структурную формулу вещества **Y**.
- 4) Одноатомный газ **Z**, имеющий плотность по воздуху 2,90, при низких температурах и высоких давлениях образует соединения включения - клатраты, в которых атомы газа расположены в полостях структуры вещества-«хозяина», например, с водой **Z·xH₂O**.
1. Определите формулу соединения **Z·xH₂O**, если при разложении 1 г этого вещества выделилось 147,3 мл **Z**. Условия разложения: $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ и $p = 0,9 \text{ атм}$. Для расчета используйте уравнение Менделеева-Клайперона : $pV=nRT$.
Для справки: $1^\circ\text{C} + 273,15 = \text{K}$; $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$;
 $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$
 2. С помощью расчетов проверьте правильность утверждения: «В 1 м^3 воздуха содержится около 1 см^3 газа **Z**», если объемная доля газа **Z** в воздухе составляет $1,14 \cdot 10^{-4} \%$.
 3. Оцените массу атмосферы, если общие запасы **Z** в ней равны $5,3 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$.
 4. Запишите электронную конфигурацию атома, образующего **Z**.
 5. Что означает название газа **Z**?
- 5) Лаборант Василий перед проведением исследования приготовил растворы хлорида калия, сульфата аммония, карбоната натрия, сульфата цинка, сульфата марганца, нитрата свинца и карбоната аммония. Лаборант забыл подписать колбы и перепутал все растворы. Из дополнительных реактивов для идентификации каждого раствора у Василия были только растворы серной кислоты и гидроксида натрия.
1. Помогите Василию распознать перепутанные растворы. Составьте схему проведения эксперимента. Укажите продукты, которые могут быть получены в ходе реакций распознавания растворов. Какие изменения в ходе реакций можно заметить?
 2. Напишите уравнения всех проведенных реакций в молекулярном и ионном виде.
 3. В результате взаимодействия растворов KCl с AgNO_3 выпал осадок массой 1,74 г. Вычислите массу исходного раствора AgNO_3 с массовой долей 20%, взятого для проведения реакции. Запишите упомянутое уравнение реакции.

Химия. 9 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) В ходе проведения реакции, исходными компонентами которой были вещества **X**, **Y** и **Z**, образовалось два продукта: газ с характерным неприятным запахом и соль **N**, содержащая $\omega(\text{H}) = 1,498\%$, $\omega(\text{O}) = 23,970\%$ и $\omega(\text{металла}) = 51,311\%$.

X – простое вещество, неметалл. Рассматривая строение атома химического элемента, образующего вещество **X**, можно заметить, что количество электронов в высшей степени окисления в 1,5 раза меньше количества электронов в основном состоянии атома. Вещество **Y** проявляет сильные основные свойства. Находясь в твердом агрегатном состоянии, **Y** вступает в реакцию с 2,45 г оксида цинка при нагревании, образуя 7,02 г основного продукта (реакция 2). **Z** – наиболее распространенный на планете Земля растворитель.

1. Определите вещество **X**, запишите электронную конфигурацию атомов в двух наиболее часто встречающихся положительных степенях окисления.
2. Определите вещества **Y**, **N** (ответ подтвердите расчетами) и **Z**.
3. Запишите уравнения реакций 1, 2. Уравняйте реакцию 1 с помощью метода электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
4. Запишите название соли, полученной в ходе реакции 1.
5. Рассчитайте объем (н.у.) газа, выделившегося в реакции 1, если известно, что 6,2 грамма вещества **X** растворили в 200 мл 20% раствора вещества **Y** ($\rho = 1,230$ г/мл).

2) Какие соединения вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (продукты реакции указаны без коэффициентов):

- 1) $\dots + \dots \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$
- 2) $\dots + \dots \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$
- 3) $\dots + \dots + \dots \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 4) $\dots + \dots + \dots \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\dots \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

Запишите полные уравнения реакций, обозначив к какому типу они относятся.

3) В закрытом пятилитровом сосуде при постоянной температуре проходит реакция образования аммиака. Начальные концентрации азота и водорода равны 3 и 9 моль/л, соответственно. Известно, что равновесие наступает, когда прореагировало 10 % азота.

1. Рассчитайте, как изменится давление в сосуде к моменту наступления равновесия (ответ округлите до сотых).

2. Реакция образования аммиака экзотермическая, теплота образования NH_3 - 46,2 кДж/моль. Сколько теплоты выделится к моменту наступления равновесия реакции?
- 4) Школьник Саша нашел в химической лаборатории склянку с неизвестной жидкостью **A**, не имеющей цвета и запаха. На этикетке сохранилась единственная запись - «... кислота 85%». Решив выяснить, что это за вещество, Саша воспользовался раствором нитрата серебра. Взяв избыток неизвестного раствора **A** и 50 мл 2,1% раствора AgNO_3 ($\rho = 1,015$ г/мл) он получил 0,838 г осадка желтого цвета (реакция 1). Определившись с веществом **A**, Саша решил продолжить эксперименты. В классе под рукой оказался мел, полностью растворив его кусочек в избытке вещества **A**, и дождавшись исчезновения пузырьков газа (реакция 2) Саша прилил к полученному раствору 10 мл раствора сульфата натрия с концентрацией 1,5 моль/л. Известно, что в ходе реакции выпало 2,58 г кристаллогидрата **B**.
1. Определите неизвестное вещество **A**, подтвердив ответ расчетами.
 2. Запишите уравнения всех описанных реакций.
 3. Приведите формулу образовавшегося кристаллогидрата **B**, ответ подтвердите расчетами.
 4. Приведите тривиальное название кристаллогидрата **B**.
- 5) Ученица Ольга работала над междисциплинарным проектом химико-экологической направленности. Перед ней стояли две задачи: изучить на практике процесс работы аппарата Киппа и исследовать возможность использования отходов своего эксперимента в качестве вторичного сырья для получения реактивов. Одним из отходов является раствор, который остается в аппарате Киппа после получения газа **X** при использовании в качестве исходных реагентов цинка и соляной кислоты.
1. Напишите реакцию (1), которая проходит в аппарате Киппа, уравняйте, используя метод электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель;
 2. Рассчитайте массу безводной соли, которую можно было бы извлечь из раствора для дальнейшего применения, если известно, что полностью прореагировало 10 г цинка, содержащего 3,5 % примесей со 180 мл 32%-го раствора соляной кислоты ($\rho = 1,160$ г/мл), а также объем выделившегося газа **X**. Ответ округлите до сотых.
 3. Приведите два промышленных способа получения газа **X**, запишите уравнение химических реакция (2, 3).
 4. Приведите примеры двух других газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа. Запишите уравнения химических реакций (4, 5).

Химия. 9 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) В химической лаборатории провели реакцию, исходными компонентами которой были вещества **X**, **Y** и **Z**. В результате реакции образовалось три продукта: кислота, существующая только в водном растворе (молярная масса кислоты 144 г/моль), бесцветный газ и вода (реакция 1).

Известно, что **X** – простое вещество, неметалл. Рассматривая строение атома химического элемента, образующего вещество **X**, можно заметить, что количество электронов в высшей степени окисления в 1,8 раз меньше количества электронов в низшей степени окисления. Также известно, что элемент, соответствующий простому веществу **X** – второй по распространенности на Земле после кислорода. Вещество **Y** проявляет сильные кислотные свойства. При действии избытка концентрированного раствора **Y** на 0,9 г углерода выделяется 6,72 л газа бурого цвета (реакция 2).

Вещество **Z** называют «плавиковой кислотой». Для ее хранения используют тары из различных типов пластмасс, так как она разъедает стекло (реакция 3) и другие силикатные материалы.

1. Определите вещество **X**, запишите электронную конфигурацию атомов в самой низшей и в самой высокой степенях окисления.
2. Определите вещества **Y** (ответ подтвердите расчетами) и **Z**.
3. Запишите уравнения реакций 1-3.
4. Уравняйте реакцию 1 с помощью метода электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
5. Запишите название кислоты, полученной в ходе реакции 1.
6. Рассчитайте объем выделившегося газа в реакции 1 при н.у., если известно, что 8,4 грамма вещества **X** растворили в 200 мл 40% раствора вещества **Y** ($\rho = 1,254$ г/мл), а вещество **Z** взято в избытке.

2) Какие соединения вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (продукты реакции указаны без коэффициентов):

- 1) $\dots + \dots \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$
- 2) $\dots + \dots \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
- 3) $\dots + \dots \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 4) $\dots + \dots \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\dots \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3$

Запишите полные уравнения реакций, обозначив, к какому типу они относятся.

3) В закрытом двухлитровом сосуде при постоянной температуре проходит реакция образования оксида азота (IV). Начальные концентрации оксида азота (II) и

кислорода равны 4 и 2 моль/л соответственно. Известно, что равновесие наступает, когда прореагировало 10 % оксида азота (II).

1. Рассчитайте, как изменится давление в сосуде к моменту наступления равновесия реакции (ответ округлите до сотых).
 2. Реакция образования оксида азота (IV) экзотермическая. В этой реакции выделяется 57 кДж на 1 моль продукта. Сколько теплоты выделится к моменту наступления равновесия реакции?
- 4) Школьник Денис нашел в химической лаборатории склянку с неизвестной жидкостью **A**, не имеющей цвета и запаха. На этикетке сохранилась единственная запись - «... кислота 85%». Решив выяснить, что это за вещество, Денис воспользовался раствором гидроксида бария. Взяв избыток неизвестного раствора **A** и 80 мл 9,8 % раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ($\rho = 1,10$ г/мл) он получил 10,217 г осадка (реакция 1). Определившись с веществом **A**, Денис решил продолжить эксперименты. В классе под рукой оказался мел, полностью растворив его кусочек в избытке вещества **A**, и дождавшись исчезновения пузырьков газа (реакция 2) Денис прилил к полученному раствору 60 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 2 моль/л (реакция 3).
1. Определите неизвестное вещество **A**, подтвердив ответ расчетами.
 2. Запишите уравнения всех описанных реакций.
 3. Запишите название соли, полученной в ходе реакции 2.
 4. Определите, сколько осадка (г) выпало в ходе реакции 3, если известно, что масса вступившей в реакцию соли равна 21,2 г.
- 5) Ученица Анастасия работала над междисциплинарным проектом химико-экологической направленности. Перед ней стояли две задачи: изучить на практике процесс работы аппарата Киппа и исследовать возможность использования отходов своего эксперимента в качестве вторичного сырья для получения реактивов. Одним из отходов является раствор, который остается в аппарате Киппа после получения газа **X** при использовании в качестве исходных реагентов меди и азотной кислоты.
1. Напишите реакцию (1), которая проходит в аппарате Киппа, уравняйте, используя метод электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель;
 2. Рассчитайте массу безводной соли, которую можно было бы извлечь из раствора для дальнейшего применения, если известно, что полностью прореагировало 25 г меди, содержащей 5,4 % примесей с 250 мл 31%-го раствора азотной кислоты ($\rho = 1,186$ г/мл). Вычислите также объем выделившегося бесцветного газа **X**. Ответ округлите до сотых.
 3. Приведите промышленный способ получения газа **X**, запишите уравнение химической реакции (2).
 4. Приведите примеры двух других газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа. Запишите уравнения химических реакций (3, 4).

Химия. 9 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) В химической лаборатории провели реакцию, исходными компонентами которой были вещества **X**, **Y** и **Z**. В результате реакции образовалось два продукта: бесцветный ядовитый газ, являющийся несолеобразующим оксидом, и трехосновная кислота (реакция 1).

Известно, что **X** – простое вещество, неметалл. Рассматривая строение атома химического элемента, образующего вещество **X**, можно заметить, что количество электронов в высшей степени окисления в 1,5 раза меньше количества электронов в основном состоянии атома.

Вещество **Y** является сильным окислителем и проявляет сильные кислотные свойства. При действии избытка очень разбавленного раствора **Y** на магний образуются две соли, содержащие одинаковые анионы и вода (реакция 2).

Вещество **Z** является наиболее распространенным растворителем на планете Земля.

1. Определите вещество **X**, запишите электронную конфигурацию атомов в самой низшей и в самой высокой степени окисления.
2. Определите вещества **Y** и **Z**.
3. Запишите уравнения реакций 1, 2. Уравняйте реакции с помощью метода электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
4. Запишите тривиальное название соли, полученной в ходе реакции 2 (не содержащей в составе магний).
5. Рассчитайте объем выделившегося газа в реакции 1 при н.у., если известно, что 6,2 грамма вещества **X** растворили в 50 мл 10% раствора вещества **Y** ($\rho = 1,060$ г/мл).

2) Какие соединения вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (продукты реакции указаны без коэффициентов):

- 1) $\dots + \dots \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CH}_4 \uparrow$
- 2) $\dots + \dots \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\dots + \dots + \dots \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$
- 4) $\dots + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 5) $\dots \rightarrow 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

Запишите полные уравнения реакций, обозначив к какому типу они относятся.

3) В закрытом двухлитровом сосуде при постоянной температуре проходит реакция образования углекислого газа. Начальные концентрации оксида углерода (II) и

кислорода равны 6 и 3 моль/л соответственно. Известно, что равновесие наступает, когда прореагировало 10 % оксида углерода (II).

1. Рассчитайте, как изменится давление в сосуде к моменту наступления равновесия реакции (ответ округлите до сотых).
2. Реакция образования углекислого газа экзотермическая. В этой реакции выделяется 283 кДж на 1 моль продукта. Сколько теплоты выделится к моменту наступления равновесия реакции?

4) Школьник Сергей нашел в химической лаборатории склянку с неизвестной тяжелой бесцветной жидкостью **А**. На этикетке сохранилась единственная запись - «... кислота 31%». Решив выяснить, что это за вещество, Сергей воспользовался раствором хлорида бария. Взяв избыток неизвестного раствора **А** и 50 мл 9,9% раствора BaCl_2 ($\rho = 1,094$ г/мл) он получил 6,058 г осадка (реакция 1).

Обнаружив в лаборатории минерал - гидроксокарбонат меди (вещество **Г**), он растворил его навеску 6,66 г в избытке раствора **А** и получил 672 мл (н.у.) газа **Б** (реакция 2), который в реакции со щелочью **В** (реакция 3) образует 3 г осадка. В раствор, оставшийся после реакции 2, Сергей добавил имеющийся в лаборатории раствор гидроксида натрия. Известно, что в процессе нейтрализации выделилось 3,92 г осадка, и весь непрореагировавший избыток вещества **А** был полностью израсходован. При добавлении избытка опилок неизвестного металла **Д** (реакция 4) к полученной смеси их масса увеличилась на 0,16 г.

1. Определите неизвестные вещества **А-Д**, подтвердив ответ расчетами.
2. Запишите уравнения всех описанных реакций 1-4.

5) Ученица Дарья работала над междисциплинарным проектом химико-экологической направленности. Перед ней стояли две задачи: изучить на практике процесс работы аппарата Киппа и исследовать возможность использования отходов своего эксперимента в качестве вторичного сырья для получения реактивов. Одним из отходов является раствор, который остается в аппарате Киппа после получения газа **Х** при использовании в качестве исходных реагентов карбоната кальция и соляной кислоты.

1. Напишите реакцию (1), которая проходит в аппарате Киппа;
2. Рассчитайте массу безводной соли, которую можно было бы извлечь из раствора для дальнейшего применения, если известно, что полностью прореагировало 24 г карбоната кальция, содержащего 4 % примесей со 180 мл 32%-го раствора соляной кислоты ($\rho = 1,160$ г/мл), а также объем выделившегося газа **Х**. Ответ округлите до сотых.
3. Для чего в лаборатории может быть использована полученная безводная соль?
4. Приведите промышленный способ получения газа **Х**, запишите уравнение химической реакции (2).
5. Приведите примеры двух других газов, которые можно получить с помощью аппарата Киппа. Запишите уравнения химических реакций (3, 4).

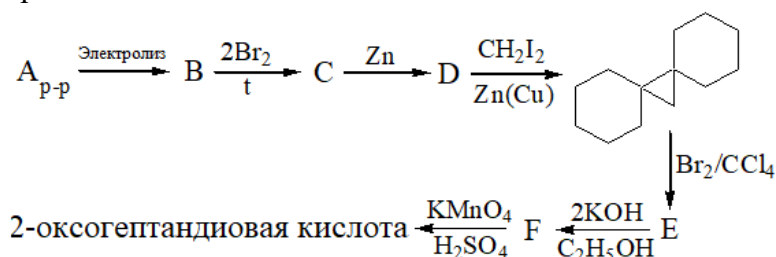
Химия. 10 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

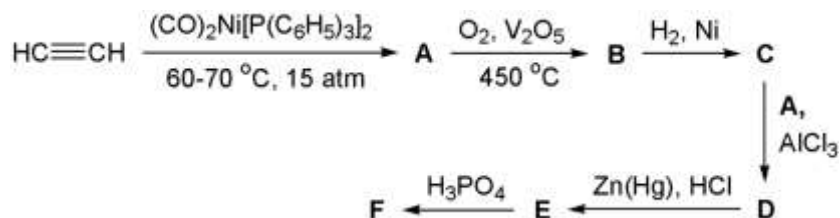
Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксогептандиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава $\text{C}_{12}\text{H}_{22}$, а вещество **D** (состава $\text{C}_{12}\text{H}_{20}$) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 2) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов 1-тетралона (**F**) – бициклического соединения, содержащего 11.0 % кислорода по массе:



1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что все соединения в ряду **A-F** содержат по меньшей мере один цикл, соединение **B** имеет брутто-формулу $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$, при этом в реакции **A** → **B** происходит потеря ароматичности.
 2. Напишите уравнения всех представленных на схеме реакций.
 3. Как называются реакции **C** → **D** и **D** → **E**?
- 3) «Сегодня я познакомлю вас с довольно опасным и ядовитым газом, который, впрочем, применяется для производства полупроводников», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полипропилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики заворуженно смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в стоявший на столе большой стеклянный сосуд ($V=65$ л), на дне которого находился слой мокрого песка, и заполнил сосуд кислородом. Аппаратура, присоединенная к сосуду, показала давление 101,3 кПа,

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
2. Приведите формулы веществ **A – E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.

5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где T - температура замерзания растворителя, T_1 - температура замерзания раствора, ΔT - понижение температуры, m – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя), K_f – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$.

Величина ΔT для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что m – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A₁** (для получения **A**) и **B₁** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,695 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре -0,380 °С. Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A₁** и **B₁**.
2. Сколько хлорбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола (5,5 °С) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола 5,12 К·кг/моль.

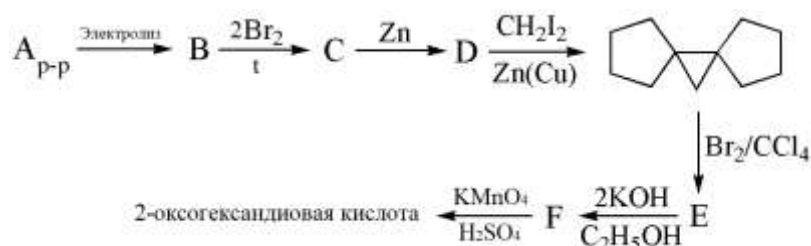
Химия. 10 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

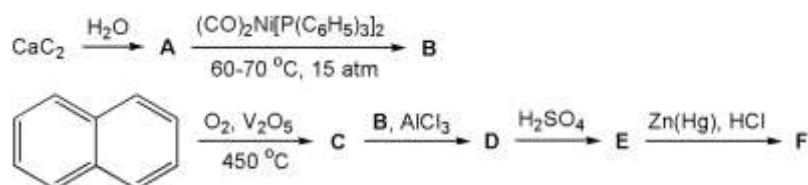
Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксогександиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$, а вещество **D** (состава $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 2) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов трициклического бинарного соединения (**F**), содержащего 6.67 % водорода по массе:



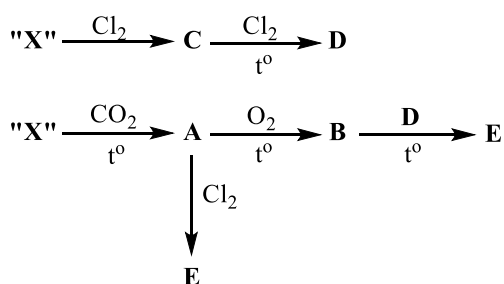
1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что соединение **B** может быть получено из натриевой соли бензойной кислоты по реакции Дюма, **C** имеет брутто-формулу $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$, при этом в реакции **нафталин** \rightarrow **C** происходит потеря ароматичности одного из колец нафталина.
 2. Напишите уравнения всех представленных на схеме реакций.
 3. Как называются реакции **C** \rightarrow **D** и **E** \rightarrow **F**?
- 3) «Сегодня я познакомлю вас с чрезвычайно опасным и ядовитым газом, широко использующимся в электронной промышленности», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полиэтилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики заворуженно смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в стоявший на столе большой стеклянный сосуд объемом 55,0 л, на дне которого стояла колба с жидкостью и находился слой мокрого песка, и заполнил сосуд кислородом. Аккуратно, чтобы не

выпустить кислород, преподаватель разрезал полимерную оболочку. Произошла яркая вспышка, сопровождающаяся продолжительным горением.

1. Определите состав газа, если известно следующее. Объем баллона с газом – 4,5 л (все объемы приведены в расчете на н.у., если не оговорено иное), масса оболочки из полимера равна 11,2 г. Давление до опыта в сосуде и баллоне – атмосферное. После охлаждения сосуда до 0 °С давление в нем оказалось равным 0,591 бар. После вскрытия колбы с концентрированным раствором гидроксида натрия и установления равновесия давление в сосуде уменьшилось до 0,265 бар. Газ, оставшийся в сосуде после всех описанных операций, оказался кислородом. Никаких новых соединений в твердом и жидком состояниях в сосуде не содержится. Объемами песка на дне и объемом колбы пренебрегите, считайте, что все реакции прошли до конца. Приведите все необходимые расчеты.
2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
3. Почему в сосуде не найдено новых соединений?
4. Объясните, зачем на дно сосуда поместили мокрый песок.

- 4) Юный химик, попав в университетскую лабораторию, увидел две баночки с реактивами. К сожалению, реактивы были еще советскими, поэтому этикетка на них почти не читалась. Сохранилось лишь одно слово на обеих баночках. «Оксиды!» - воскликнул юный химик, – «Но какие?». Этот вопрос мучил бы его всю жизнь, если бы не преподаватель, который решил, что это его очередной студент пришел сдавать коллоквиум. И дал юному химику задачку, связанную с этими оксидами, которая звучит следующим образом:

«Первый оксид (соединение **A**) представляет собой белые хлопья с неприятным запахом; второй оксид (соединение **B**) выглядит как белый кристаллический порошок. Оба оксида образованы одним и тем же элементом **X** и обладают высокой токсичностью. Известно, что отношение массовой доли элемента **X** в соединении **A** к массовой доли элемента **X** в соединении **B** равно 1,291.



Вещество **A** может быть получено при взаимодействии простого вещества, образованного элементом **X**, с оксидом углерода (IV) при нагревании – реакция 3 (см. схему). Соединение **B** образуется при нагревании соединения **A** с кислородом – реакция 4. При взаимодействии вещества **A** с хлором происходит образование соединения **E** – реакция 5, которое также может быть получено при нагревании соединений **B** и **D** – реакция 6. Соединение **D** образуется при нагревании соединения **C** с хлором – реакция 2, которое в свою очередь может быть получено хлорированием простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 1. Соединения **C**, **D** и **E** являются важными реагентами в органическом синтезе»

Соединение	С	D	E
Массовая доля Cl	77.5%	85.1%	69.4%

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
 2. Приведите формулы веществ **A – E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
 3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.
- 5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где T - температура замерзания растворителя, T_1 - температура замерзания раствора, ΔT - понижение температуры, m – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя), K_f – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}$.

Величина ΔT для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что m – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A1** (для получения **A**) и **B1** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,380 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре $-0,257 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A1** и **B1**.
2. Сколько бромбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола ($5,5^\circ\text{C}$) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола $5,12 \text{ К}\cdot\text{кг/моль}$.

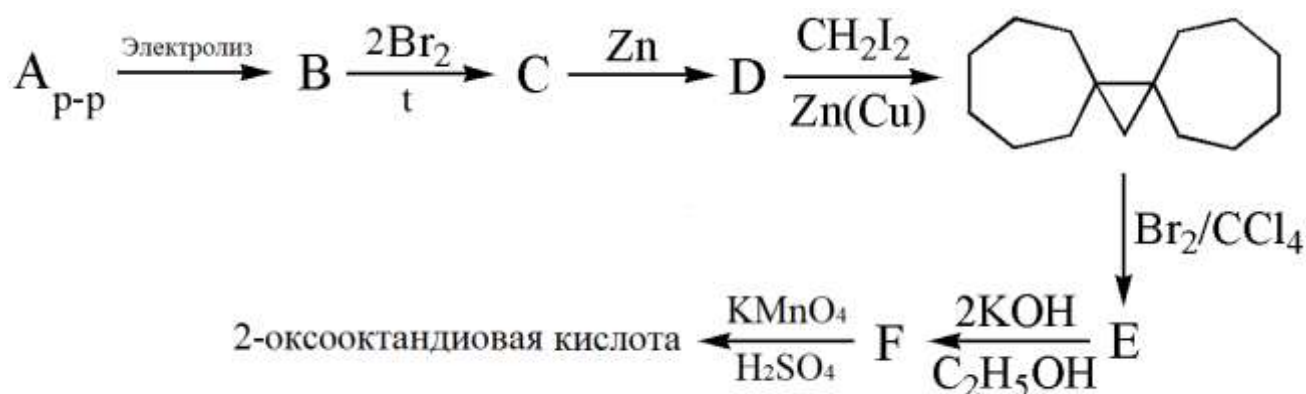
Химия. 10 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

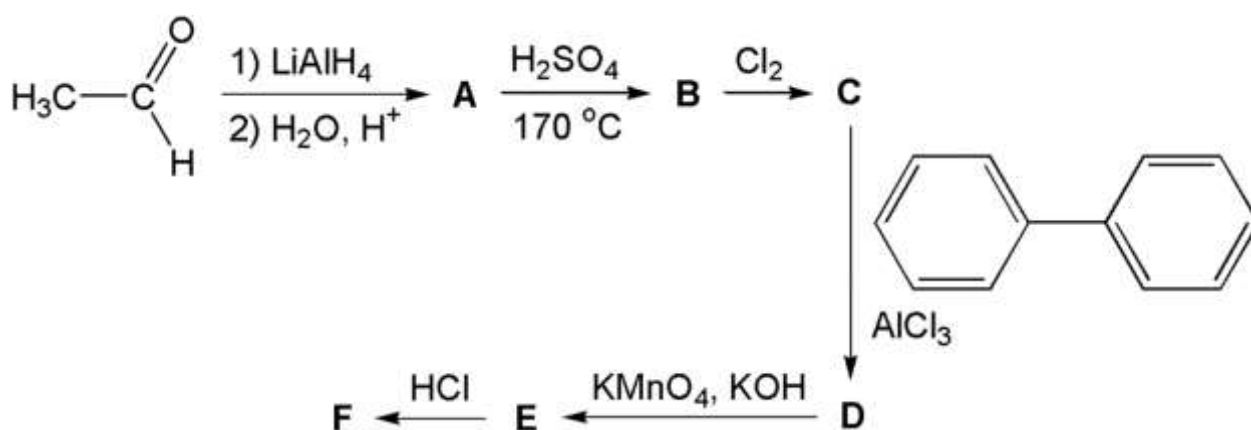
Все решения должны быть полными и обоснованными.

- 1) Расшифруйте представленный ниже синтез 2-оксооктандиовой кислоты, исходя из водного раствора калиевой соли **A**:



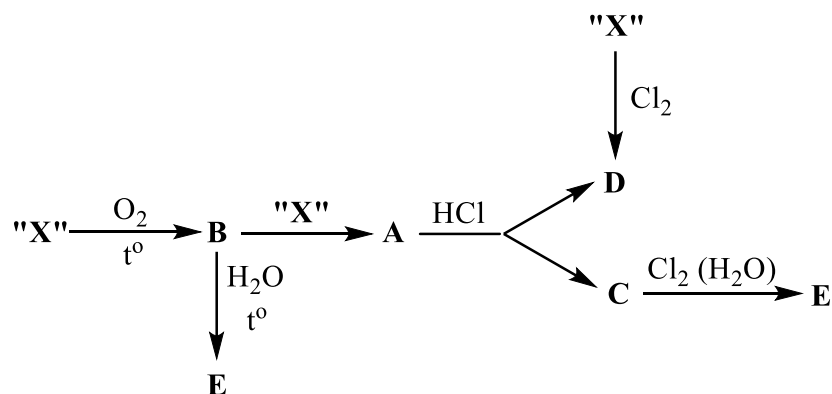
Известно, что вещество **B** – бициклическое соединение состава $\text{C}_{14}\text{H}_{26}$, а вещество **D** (состава $\text{C}_{14}\text{H}_{24}$) способно реагировать с водным раствором перманганата калия на холоду и обесцвечивать бромную воду.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 2. Напишите уравнения представленных реакций для получения веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 3. Приведите структурные формулы четырех любых изомеров вещества **B**.
- 1) Ниже приведена схема одного из возможных синтезов дифеновой кислоты (**F**) – бициклического соединения, содержащего 26.4 % кислорода по массе:



1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, если известно, что соединение **D** является трициклическим и не содержит хлора, при этом соединение **C** реагирует с бифенилом в мольном соотношении 1:1.
 2. Напишите схему реакции получения соединения **A** и уравнения реакций получения соединений **B**, **C**, **D**, **E**, **F**.
 3. Как называется реакция $C \rightarrow D$?
 4. Как изменится состав продуктов превращения $A \rightarrow B$, если снизить температуру до 140 °С? Напишите уравнение реакции.
- 3) «Коллеги, мне удалось провести довольно сложный процесс и получить весьма реакционноспособный и ядовитый газ с крутым норомом, который, впрочем, применяется для производства полупроводников», - сказал преподаватель химического кружка и эффектно достал из тумбочки прозрачный баллон из полипропилена, заполненный бесцветным газом. Юные химики завороженно смотрели, как их преподаватель поместил баллон с неизвестным газом в большой стеклянный сосуд, на дне которого стояла колба с жидкостью и находился слой мокрого песка. Учитель заполнил сосуд кислородом и аккуратно, чтобы не выпустить кислород, разрезал полимерную оболочку, произошла яркая вспышка, сопровождающаяся продолжительным горением.
1. Определите состав неизвестного газа, если известно следующее. Объем сосуда - 60 л, а баллона с газом - 2,6 л давление в баллоне - атмосферное, масса оболочки из полимера равна 16,8 г, температура 23 °С. Аппаратура, присоединенная к сосуду, показала начальное давление кислорода 150 кПа. По окончании реакции горения колбу вскрыли, после установления равновесия и охлаждения сосуда до исходной температуры масса колбы увеличилась на 52,8 г, а давление в сосуде стало 0,546 бар. Анализ оставшегося газа в сосуде показал, что это чистый кислород, никаких новых соединений на дне и стенках сосуда не обнаружено. Приведите все необходимые расчеты. Объемом стакана и песка на дне пренебрегите, считайте, что все реакции прошли до конца.
 2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
 3. Предположите, что за жидкость была в колбе и почему её масса увеличилась?
 4. Приведите способ получения неизвестного газа, который мог использовать преподаватель.
- 4) Юный химик, попав в университетскую лабораторию, увидел две баночки с реактивами. К сожалению, реактивы были еще советскими, поэтому этикетка на них почти не читалась. Сохранилось лишь одно слово на обеих баночках. «Оксиды!» - воскликнул юный химик, - «но какие?». Этот вопрос мучил бы его всю жизнь, если бы не преподаватель, который решил, что это его очередной студент пришел сдавать очередной коллоквиум. И дал юному химику задачу, связанную с этими оксидами, которая звучит следующим образом:

«Первый оксид (соединение **A**) представляет собой белые хлопья с неприятным запахом; второй оксид (соединение **B**) выглядит как белый кристаллический порошок. Оба оксида образованы одним и тем же элементом **X** и обладают высокой токсичностью. Известно, что отношение массовой доли кислорода в соединении **A** к массовой доле кислорода в соединении **B** равно 0,774.



Соединение **B** может быть получено при сжигании простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 1 (см. схему). При нагревании **B** с простым веществом элемента **X** образуется соединение **A** – реакция 2, которое при обработке газообразным хлороводородом разлагается на два соединения: кислоту **C** и соединение **D** – реакция 3. При обработке кислоты **C** хлорной водой образуется кислота **E** – реакция 4, которая также может быть получена растворением соединения **B** в кипящей воде – реакция 5. Соединение **D** также может быть получено хлорированием простого вещества, образованного элементом **X** – реакция 6.

Соединение	C	E
Массовая доля O	58,5%	65,3%

Поможем юному химику?

1. Какой элемент зашифрован под литерой **X**? Ответ обязательно подтвердите расчетами.
 2. Приведите формулы веществ **A** – **E**. Напишите уравнения всех 6 реакций и уравняйте их.
 3. Изобразите структурные формулы соединений **A** и **B**.
- 5) Один из методов определения молярной массы веществ основан на сравнении температур замерзания раствора вещества и чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией. Температура замерзания раствора ниже, чем чистого растворителя:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f * m$$

где T - температура замерзания растворителя, T_1 - температура замерзания раствора, ΔT - понижение температуры, m – моляльность раствора (количество моль растворенного вещества в 1 кг растворителя), K_f – криоскопическая константа, которая является характеристикой данного растворителя. Для воды $K_f = 1,86 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$.

Величина ΔT для идеальных растворов не зависит от природы растворенных частиц, а зависит только от их концентрации. Поэтому если вещество диссоциирует в растворе на ионы, то формула остаётся справедливой, с тем лишь уточнением, что m – суммарное количество моль частиц (в том числе ионов, образовавшихся при диссоциации) на 1 кг растворителя.

1. Вещества **A** и **B** ионного строения, имеющие одинаковый количественный состав и отличающиеся лишь одним атомом, были получены пропусканием газа **N** через кислоты **A₁** (для получения **A**) и **B₁** (для получения **B**). Водный раствор, содержащий 100 г воды и 1,00 г **A**, замерзает при температуре на 0,257 К ниже, чем вода. Водный раствор с таким же массовым содержанием **B** замерзает при температуре $-0,695 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте молярные массы веществ **A** и **B**. Определите формулы **A**, **B**, **N**, **A₁** и **B₁**.
2. Сколько иодбензола нужно растворить в 100 г бензола, чтобы температура замерзания этого раствора была ниже температуры замерзания бензола ($5,5^\circ\text{C}$) на 1 градус? Криоскопическая постоянная бензола $5,12 \text{ К}\cdot\text{кг}/\text{моль}$.

Химия. 11 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Пропанон (диметилкетон) при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_6H_{14}O_2$ (реакция 1), не содержащего вторичных атомов углерода. Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** не образует оптических изомеров и может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-диметилбутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_6H_{12}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

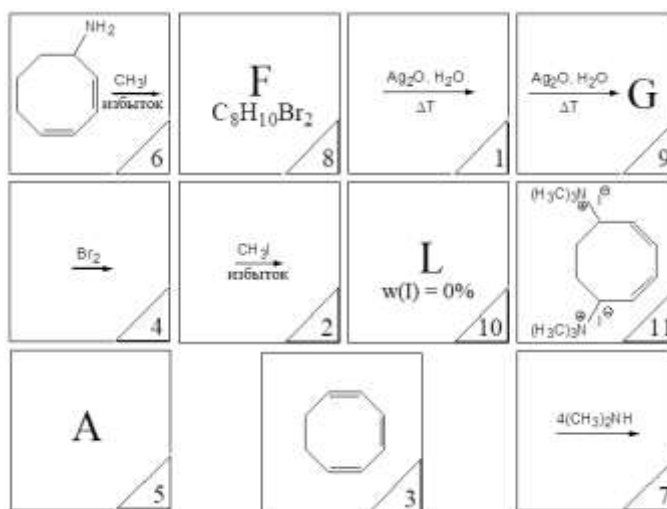
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокорекционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

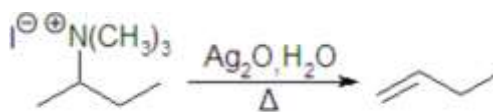
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

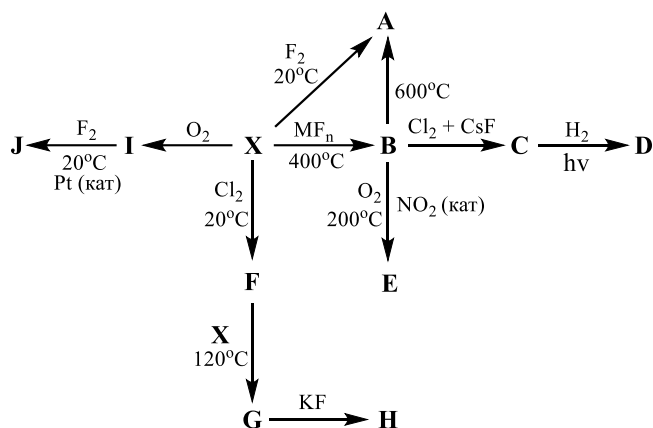
2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу циклического соединения **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки 6.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:



1. Восстановите схему синтеза **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 2. Известно, что вещество **G** можно получить тетрамеризацией ацетилена с использованием $\text{Ni}(\text{CN})_2$ в качестве катализатора. Напишите уравнение протекающего процесса.
 3. Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150°C (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли пиролизу. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль монометилового эфира бутандиовой кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной анодной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, а **H** содержит 55,17 масс.% углерода, 36,78 масс.% кислорода и водород.
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
 2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
 3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
 4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?
- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня». Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:



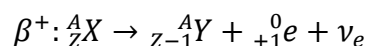
X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A**, **B** и **C** – газы, причем **A** – химически инертный газ, благодаря чему его применяют как изолятор и теплоноситель в высоковольтной электротехнике, а **B**, напротив, – весьма реакционноспособен. **D** содержит фтор ($\omega_{\text{F}} = 74,8\%$) и представляет собой бесцветную жидкость. **E**, **H**, **I**, **J** – газы. **E** впервые был получен Муассаном и Лебо в 1902 году. **H** термически нестабилен, а **I** отличается характерным запахом. **F** – темно-красная жидкость, при добавлении которой к расплаву простого вещества **X** происходит образование соединения **G**, являющегося светло-жёлтой маслянистой жидкостью. MF_n – фторид металла.

Дополнительно известно, что все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в газах **E** и **J** составляет 12,9% и 31,4% соответственно. Кроме того, соединения **G** и **H** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **H** в 1,324 раза больше, чем в соединении **G**.

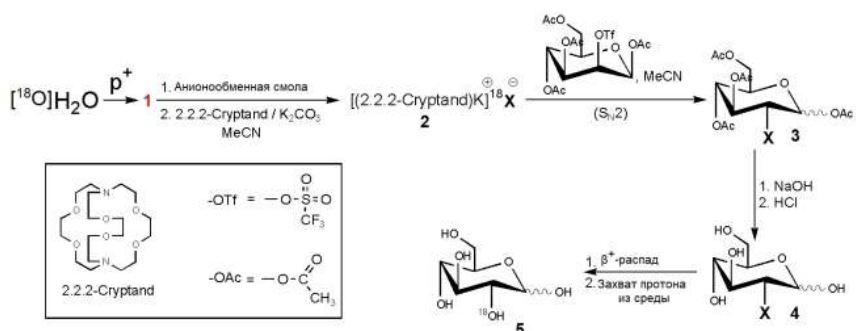
1. О каком элементе идет речь в задаче?
2. В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
3. Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при нагревании фторида этого же металла в более низкой степени окисления в присутствии фтора, причем прирост массы при этом составляет 19,6%. Напишите уравнение этой реакции.
4. Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.

5) 2- ^{18}F фтор-2-дезоксид-Д-глюкоза (^{18}F ФДГ, ^{18}F FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза ^{18}F ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:



1. Установите формулу соединения 1, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
2. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида X для соединения 4, учитывая, что в соединении 1 до взаимодействия с анионообменником активность X была равна 115 ГБк, синтез длился 28 минут, а период полураспада радионуклида X составляет 110 минут.

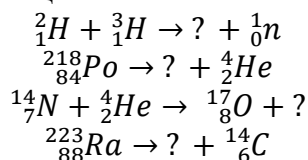
Химические выходы (η) полупродуктов следующие:

$$\eta_1 (\text{Соединение 2 из Соединения 1}) = 70\%$$

$$\eta_2 (\text{Соединение 3 из Соединения 2}) = 85\%$$

$$\eta_3 (\text{Соединение 4 из Соединения 3}) = 90\%$$

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [с-1 = Бк].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества 4, содержащего радионуклид X:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[X]4}{A_0[X]1} * 100\%,$$

Где $A_t[X]4$ – активность X в соединении 4 в конце синтеза, $A_0[X]1$ – активность X в соединении 1 на начало синтеза

Химия. 11 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Ацетофенон (метилфенилкетон) при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_{16}H_{18}O_2$ (реакция 1). Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-дифенилбутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_{16}H_{16}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

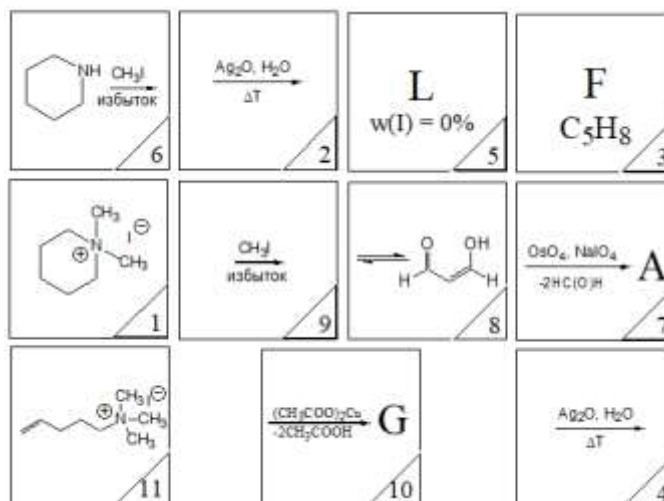
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокорекционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

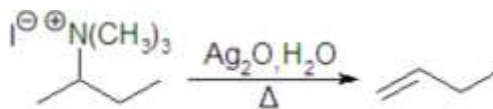
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

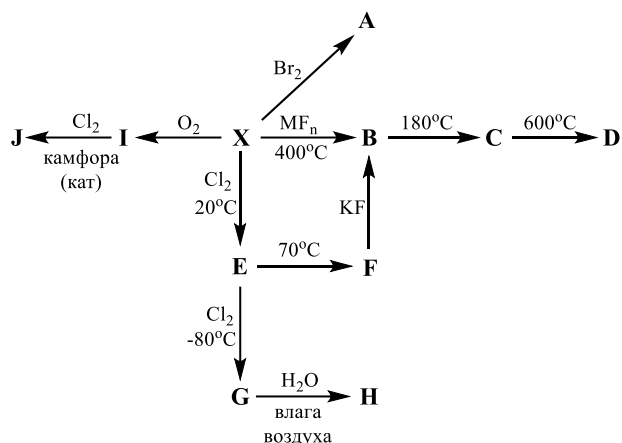
2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу некоего хелатного комплекса меди(II) **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки 6.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:



1. Восстановите схему синтеза соединения **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 2. Известно, что вещество **F** можно получить дегидратацией пентандиола-1,5. Напишите уравнение протекающего процесса.
 3. Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150 °С (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль монометилового эфира пропандиовой кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой C₄H₈O₂, а **H** содержит 49,32 масс.% углерода, 43,84 масс.% кислорода и водород.
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
 2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
 3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
 4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?
- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня». Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:

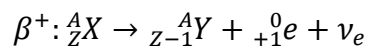


X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A** – красная дымящаяся жидкость. **B**, **C**, **D** – газы. **B** и **C** при термическом разложении выделяют вещество **X**. **D** тяжелее воздуха **чуть больше чем в 5 раз**, химически инертен, благодаря чему применяется в электронике как изолятор. **E** – темно-красная термически нестабильная жидкость, которая разлагается свыше 70 градусов с выделением хлора и образованием светло-желтой маслянистой жидкости **F**. **G** – бледно-желтые кристаллы (температура плавления около -31° , выше – темно-бурая жидкость, свыше -15 градусов соединение разлагается). **H** – продукт частичного гидролиза соединения **G**, бесцветная дымящаяся на воздухе жидкость с удушающим запахом. **I** – газ с характерным запахом, **J** – резко пахнущая жидкость, дымящая на воздухе. MF_n – фторид металла.

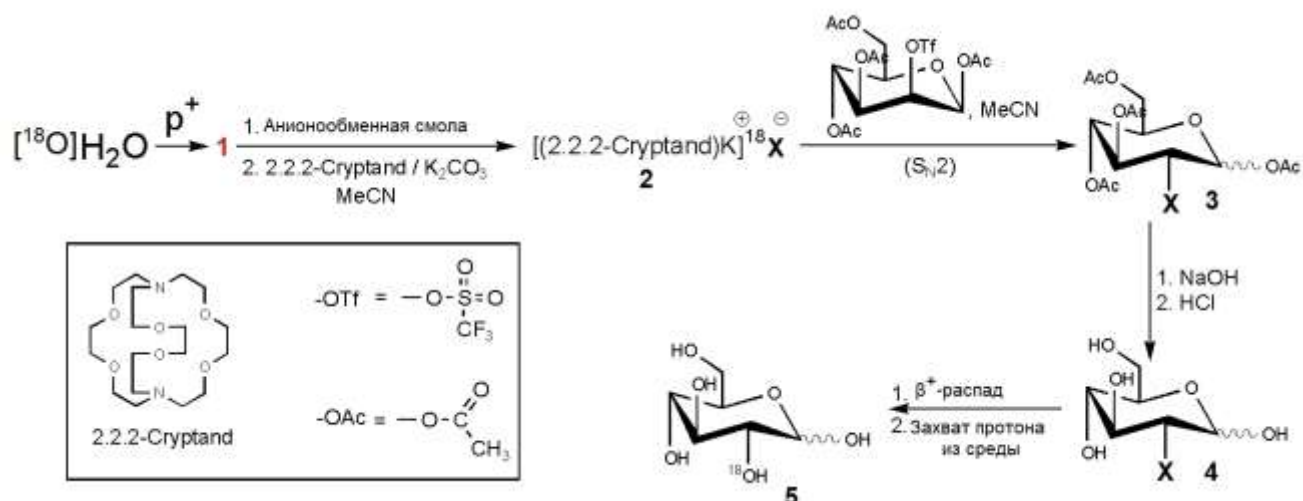
Все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в соединениях **H** и **J** составляет $13,4\%$ и $23,7\%$ соответственно. Соединения **A**, **B** и **F** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **B** в $2,196$ раза больше, чем в соединении **A**.

- О каком элементе идет речь в задаче?
 - В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
 - Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при растворении металла **M** в плавиковой кислоте в присутствии перекиси, причем для растворения $0,54$ граммов металла требуется $0,2$ мл 37% раствора пероксида водорода (плотность раствора $1,14$ г/мл). Напишите уравнение этой реакции.
 - Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.
- 5) 2- ^{18}F фтор-2-дезоксид-Д-глюкоза (^{18}F ФДГ, ^{18}F FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза ^{18}F ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:



4. Установите формулу соединения **1**, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
5. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида **X** для соединения **4**, учитывая, что в соединении **1** до взаимодействия с анионообменником активность **X** была равна 110 ГБк, синтез длился 29 минут, а период полураспада радионуклида **X** составляет 110 минут.

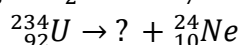
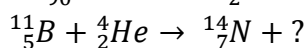
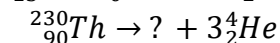
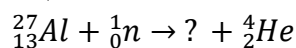
Химические выходы (η) для полупродуктов следующие:

$$\eta_1 (\text{Соединение } 2 \text{ из Соединения } 1) = 65\%$$

$$\eta_2 (\text{Соединение } 3 \text{ из Соединения } 2) = 84\%$$

$$\eta_3 (\text{Соединение } 4 \text{ из Соединения } 3) = 89\%$$

6. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [$\text{с}^{-1} = \text{Бк}$].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества **4**, содержащего радионуклид **X**:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[\text{X}]4}{A_0[\text{X}]1} * 100\%,$$

Где $A_t[\text{X}]4$ – активность **X** в соединении **4** в конце синтеза, $A_0[\text{X}]1$ – активность **X** в соединении **1** на начало синтеза

Химия. 11 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Метил(п-метилфенил)кетон при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_{18}H_{22}O_2$ (реакция 1). Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-ди(п-метилфенил)бутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_{18}H_{20}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

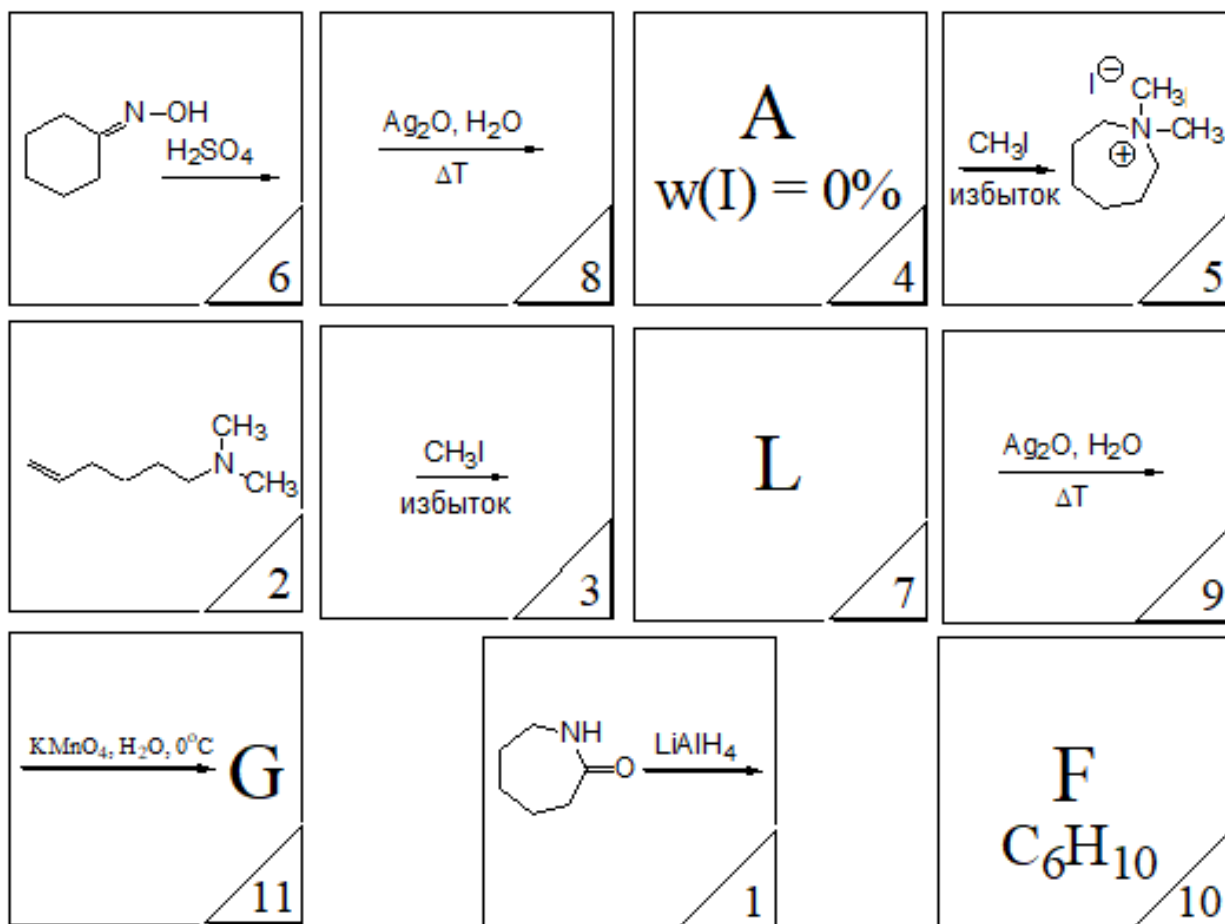
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокорекционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

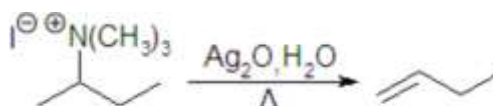
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу некоего четырёхатомного спирта **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки б.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:

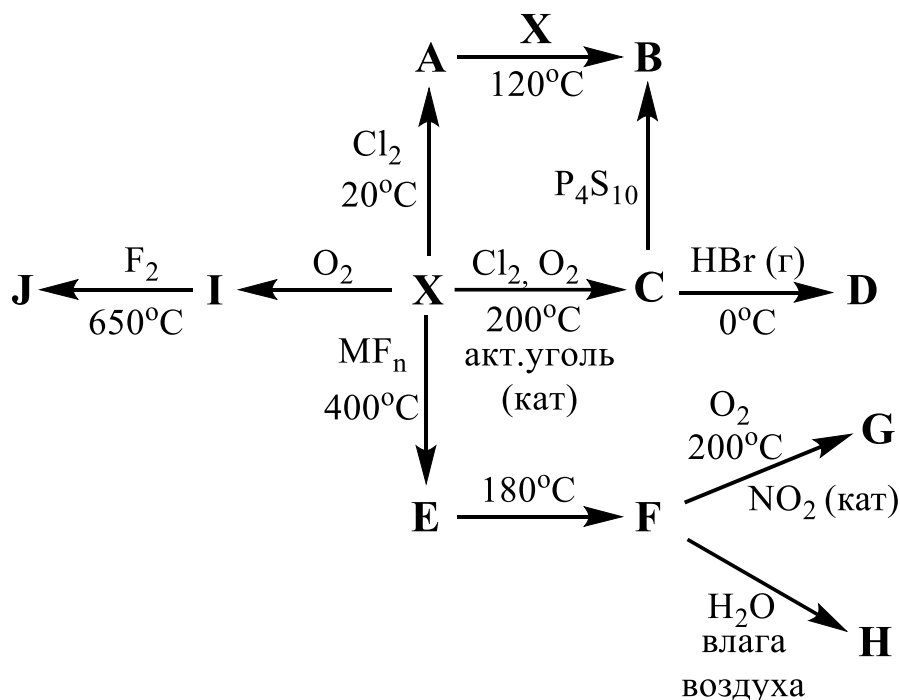


- Восстановите схему синтеза соединения **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 - Известно, что вещество **F** можно получить дегидратацией гександиола-1,6. Напишите уравнение протекающего процесса.
 - Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150°C (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли пиролизу. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию вещества **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль моноэтилового эфира пентандиовой

кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой $C_7H_{14}O_2$, а **H** содержит 62,61 масс.% углерода, 27,83 масс.% кислорода и водород.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?

- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня».
- Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:



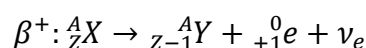
X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A** – темно-красная жидкость, при добавлении которой к расплаву простого вещества **X** происходит образование соединения **B**, являющегося светло-жёлтой маслянистой жидкостью. **C** – бесцветная дымящая на воздухе жидкость с удушающим запахом. **D** – оранжево-желтая жидкость. **E** – газ, термически неустойчивый, разлагающийся при $180^\circ C$ на газ **F** и простое вещество **X**. **G** – газ, который впервые был получен Муассаном и Лебо в 1902 году. **H** – продукт частичного гидролиза **F**, газ с удушливым запахом. **I** – газ с характерным запахом, **J** – газ, химически инертный, плотность которого при нормальных условиях составляет $0,00652$ г/мл. MF_n – фторид металла.

Дополнительно известно, что все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в соединении **G** составляет 12,9%. Также известно, что соединения **C**, **D** и **H**

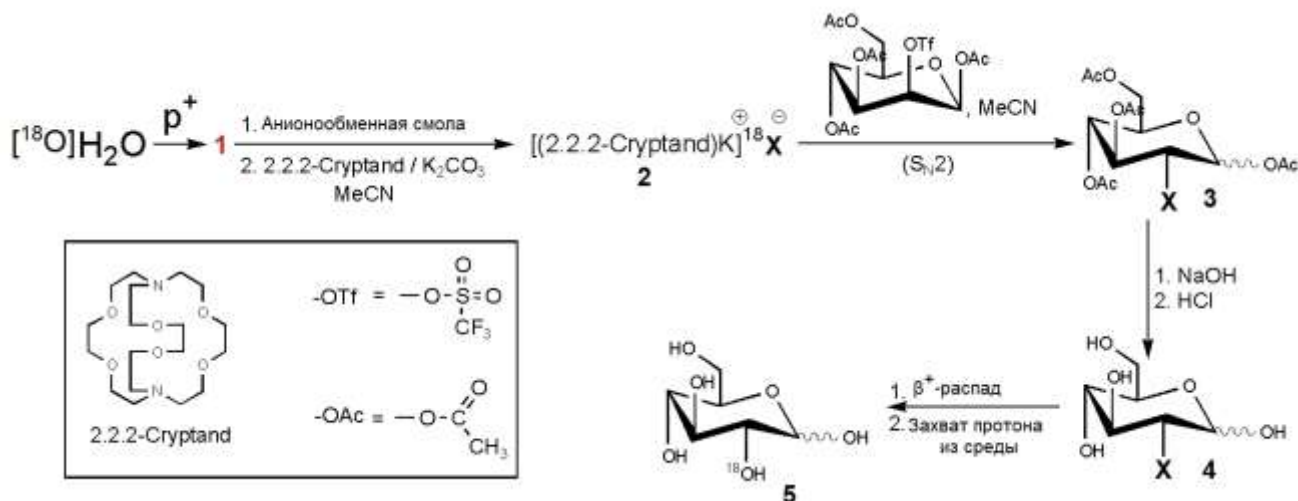
имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **H** в 2,419 раз больше, чем в соединении **D**.

1. О каком элементе идет речь в задаче?
 2. В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
 3. Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при растворении металла **M** в плавиковой кислоте в присутствии пероксида водорода, причем для растворения 0,54 граммов металла требуется 0,223 мл 40% раствора плавиковой кислоты (плотность раствора 1,123 г/мл). Напишите уравнение этой реакции.
 4. Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.
- 5) 2-[^{18}F]фтор-2-дезоксид-D-глюкоза ($[^{18}F]$ ФДГ, $[^{18}F]$ FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза $[^{18}F]$ ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:

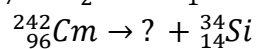
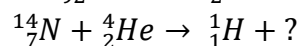
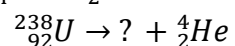
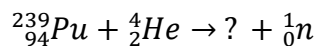


1. Установите формулу соединения **1**, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
2. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида **X** для соединения **4**, учитывая, что в соединении **1** до взаимодействия с анионообменником активность **X** была равна 120 ГБк, синтез длился 30 минут, а период полураспада радионуклида **X** составляет 110 минут.

Химические выходы (η) для полупродуктов следующие:

- η_1 (Соединение 2 из Соединения 1) = 71%
 η_2 (Соединение 3 из Соединения 2) = 86%
 η_3 (Соединение 4 из Соединения 3) = 91%

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [$\text{с}^{-1} = \text{Бк}$].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества **4**, содержащего радионуклид **X**:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[\text{X}]\mathbf{4}}{A_0[\text{X}]\mathbf{1}} * 100\%,$$

Где $A_t[\text{X}]\mathbf{4}$ – активность **X** в соединении **4** в конце синтеза, $A_0[\text{X}]\mathbf{1}$ – активность **X** в соединении **1** на начало синтеза