ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

заключительного этапа

олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального университета

«45 Параллель» по химии 2023-2024 года

8 Класс

Задание 1.

Смесь двух термически неустойчивых оксидов металлов поместили в пробирку, закрепленную в лапке штатива вертикально, и осторожно нагрели до прекращения выделения газа. После охлаждения в пробирке собралась тяжелая серебристая жидкость массой 11,13 г. Сильное нагревание этой жидкости в открытой пробирке привело к уменьшению массы содержимого до 1,08 г, при этом количество вещества в пробирке уменьшилось в 6 раз.

1. Установите качественный и количественный состав (в масс. %) исходной смеси оксидов. Ответ подтвердите расчетами.
2. Приведите еще три способа получения газа, образовавшегося при нагревании смеси оксидов

Задание 2.

Очень тяжёлый газ **X** образуется при взаимодействии двух простых веществ, **Y** и **Z**, взятых в мольном соотношении 1:24. Он тяжелее воздуха в 5 с небольшим раз, а массовая доля одного из элементов в нём примерно равна 22 %. Газ **X** – очень инертный, он не реагирует ни с кислородом, ни с водой, ни с кислотами, ни со щелочами, но способен взаимодействовать с сильными восстановителями. С активными металлами **X** вступает в реакцию замещения, а реакция **X** с сероводородом даёт простое вещество **Y** и газ, который почти в 1,5 раза легче воздуха.

1. Определите молекулярную формулу газа **X**. Составьте его структурную формулу.
2. Запишите уравнения реакции синтеза **X** и его реакций с литием и с сероводородом.

Задание 3.

Для получения растворимых солей бария используют природный минерал барит, состоящий в основном из сульфата бария. Тонко измельчённый минерал смешивают с коксом и нагревают в течение некоторого времени при температуре около 900 °C. При этом образуются два продукта: твёрдое вещество и газ, горящий на воздухе голубым пламенем. После охлаждения твёрдого продукта реакции его растворяют в разбавленной соляной кислоте. Растворение сопровождается выделением бесцветного газа, который можно поглотить раствором едкого натра до получения средней соли. При

добавлении к полученной соли раствора иода выделяется осадок, приобретающий при стоянии желтоватый цвет. Запишите уравнения всех описанных химических процессов.

Задание 4.

Гитарные струны часто делают из бронзы. Бронза — это сплав из меди (80 % по массе) и олова. Считая, что гитарная струна весит примерно 10 г, рассчитайте число атомов меди и олова в ней. Какой длины станет такая струна, если её вытянуть до толщины в один атом? Радиусы атомов меди и олова считайте равным $1{,}5*10^{-10}$ м.

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

заключительного этапа

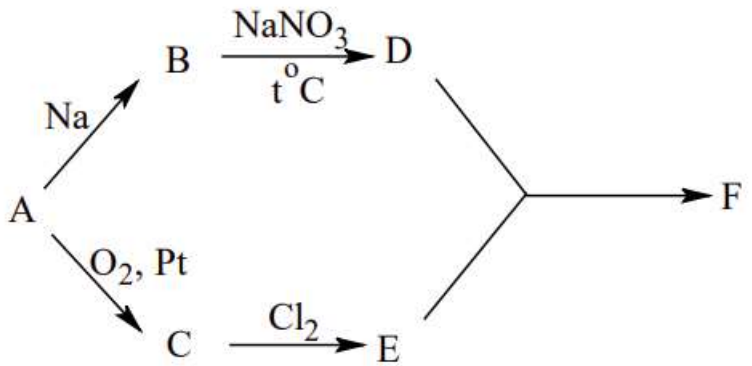
олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального университета

«45 Параллель» по химии 2023-2024 года

9 Класс

Задание 1.

Необычное бинарное соединение **F** было выделено в твёрдом виде только в 1993 году. Данное вещество образуется при взаимодействии твёрдого бинарного вещества **D** (ω(Na) = 35,38%) и газообразного вещества **E**. Схема синтеза **F** из вещества **A** (ρн.у. = 0,759 г/л), объёмы производства которого достигают двухсот млн. тонн, приведена на схеме ниже:



1) Определите все зашифрованные вещества. Для веществ **A** и **D** приведите необходимый расчёт.
2) Напишите уравнения реакций (5 реакций).
3) Как называется вещество **F**.
4) Приведите структурную формулу вещества **F**.

Задание 2.

Образец бесцветного газа **Y** разделили на две равные части. При пропускании первой части через избыток раствора нитрата свинца выпадает желтый осадок массой 78,37 г. Вторую часть смешали с бесцветным газом **X**, при этом объемные доли компонентов полученной смеси оказались равны, а массовая доля газа **X** составила 1/3.

1. Определите вещества **X** и **Y**, учитывая, что оба газа окрашивают раствор лакмуса в красный цвет. 2. Определите массу осадка, полученного при пропускании полученной газовой смеси через избыток известковой воды. Приведите в ответе уравнения всех описанных в задаче реакций.

3. Напишите не более 2 уравнений химических реакций, приводящих к получению газа **X**, и не более 2 уравнений химических реакций, иллюстрирующих его химические свойства.

Задание 3.

В древнегреческой литературе часто встречается сплав с таинственным названием орихалк. Из этого жёлтого «испускавшего огнистое блистание» металла были сделаны стены акрополя Атлантиды и щит Геракла. Сегодня многие учёные уверены, что этот легендарный металл существовал на самом деле. Выдвигается много различных гипотез, и согласно одной из самых популярных орихалк является сплавом двух металлов, встречающимся, как было открыто в конце XX века, и в виде самородков. Большой знаток древнегреческих мифов Петя решил экспериментально установить состав орихалка. Для этого он растворил 2 грамма сплава в концентрированной азотной кислоте. Сплав растворился без осадка, при этом выделилось 1,4 литра газа (реакции 1,2). Затем он добавил к раствору избыток щёлочи, в результате чего из раствора выделился осадок голубого цвета (реакции 3,4). Петя отделил этот осадок от раствора, прокалил (реакция 5) и взвесил. Масса вещества после прокаливания оказалась равной 2 граммам. Приливая к оставшемуся раствору соляную кислоту, Петя наблюдал выпадение белого осадка (реакция 6) и последующее его растворение (реакция 7).

1) Помогите Пете узнать возможный состав легендарного древнегреческого сплава. Определите двухвалентные металлы, входящие в состав сплава, и их массовые доли.

2) Запишите уравнения всех перечисленных реакций.

3) Как сегодня называется сплав, состоящий из определённых вами металлов?

Задание 4.

Химический элемент образует два газообразных оксида. Один из них при объеме 11,2 л (н.у.) имеет массу 22 г, объемная доля этого газа в воздухе 0,04%. Второй газообразный оксид ядовит, предельно допустимая концентрация (ПДК) этого газа в воздухе 30 мг/м^3. Масса одной молекулы второго газа составляет $4{,}651 \cdot 10^{-26}$ кг.

1) Установите химические формулы газообразных оксидов и назовите их.

2) Сколько молекул первого оксида содержится а) в 1 л воздуха; б) в помещении площадью 10 м ^{2} и высотой 2,5 м?

3) Сколько молекул второго оксида может содержаться в 1 л воздуха в соответствии с его ПДК? Во сколько раз превышена ПДК, если в помещении площадью 10 м^2 и высотой 2,5 м находится $1{,}613 \cdot 10^{24}$ молекул этого газа.

4) Опишите роль данных газообразных оксидов в природе.

5) Напишите уравнения химических реакций образования, описанных в задании, оксидов из простых веществ и взаимного превращения их друг в друга.

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

заключительного этапа

олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального университета

«45 Параллель» по химии 2023-2024 года

10 Класс

Задание 1.

Красно-коричневое бинарное соединение **А** содержит элемент **X**, который проявляет в соединениях только одну степень окисления, отличную от нуля (массовая доля **X** составляет 32,53%). Данное соединение можно получить взаимодействием благородного металла **М** с сильным окислителем **Б**, в котором массовая доля **X** равна 31,2% (реакция 1). Вещество **Б** получают взаимодействием соответствующих простых веществ в особых условиях (реакция 2). При нагревании **Б** разлагается с образованием двух газов **В** и **Г** (реакция 3). Газ **В** химически инертен и используется при анестезии. Вещество **Б** является настолько сильным окислителем, что окисляет даже воду (реакция 4), а органические вещества разрушает полностью (реакция 5).

1) Определите элемент **X**, металл **М**, а также соединения **А-Г**.
2) Напишите уравнения всех указанных реакций. В качестве примера, иллюстрирующего взаимодействие вещества **Б** с органическими соединениями, напишите уравнение реакции **Б** с метаном.
3) Укажите условия, при которых образуется соединение **Б**?

Задание 2.

Из циклопентена двумя разными способами были получены два вещества **X** и **Y**, которые имели одинаковый состав $C_5H_{10}O_2$. Оба вещества имеют очень близкие физические и химические свойства и при окислении образуют одну и ту же кислоту **Z**. Однако соединение **X** способно растворять свежеосажденный гидроксид меди (II) в щелочной среде, а соединение **Y** в подобную реакцию не вступает.

1. Изобразите структурные формулы соединений **X** и **Y** и кислоты **Z**
2. Напишите способы получения соединений **X** и **Y**.
3. Напишите уравнение реакции соединения **X** со свежеосажденным гидроксидом меди (II) в щелочной среде.
4. Объясните, почему **Y** не вступает в эту реакцию.

Задание 3.

Для исследования состава минерала его навеску массой 12,18 г полностью растворили в 60 мл воды и добавили 120 г раствора карбоната натрия с

массовой долей 10%. При этом выпал осадок карбоната металла массой 5,04 г, содержащего 57,14% кислорода. Оставшийся раствор содержал только хлорид и карбонат натрия, а массовая доля катионов натрия в этом растворе была 2,78%. Определите формулу минерала. Ответ подтвердите рассуждением и расчетом.

Задание 4.

Соединение **А** было получено Вёлером из неорганических веществ, что стало очередным аргументом против теории витализма (реакция 1). Из него можно получить важнейшие органические вещества. Например, в одну стадию можно получить углеводороды **Б**, **В**, **Г**, **Д** с одинаковой массовой долей углерода (реакции 2 – 5), при этом соединения **В** и **Г** являются изомерами. Из соединения **Б** (содержит на 2 углерода меньше, чем соединение **Г**) в одну стадию получают галогенуглеводород **Е** (реакция 6), в состав которого, кроме углерода и водорода, входит еще один элемент, массовая доля которого равна 40,11%. Одним из продуктов гидрирования **Б** (реакция 7) является соединение Ж, которое является мономером одного из важнейших полимеров (реакция 8). Соединение **Г** является высокосимметричным и ненасыщенным, преимущественно вступает в реакции электрофильного замещения. Вещество **В**, молекула которого тоже симметрична и ненасыщенна, преимущественно вступает в реакции присоединения, а не замещения. Молекула соединения **Д** содержит на 2 углерода больше, чем молекула соединения **В**, соединения **Г** и **Д** имеют циклическое строение. Определите соединения **А** – **Ж** (запишите структурные формулы), напишите уравнения реакций 1 – 8 и уравнение реакции окисления вещества **В** перманганатом калия в кислой среде при нагревании. Как называют полимеры мономеров **Е** и **Ж**?

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

заключительного этапа

олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального университета

«45 Параллель» по химии 2023-2024 года

11 Класс

Задание 1.

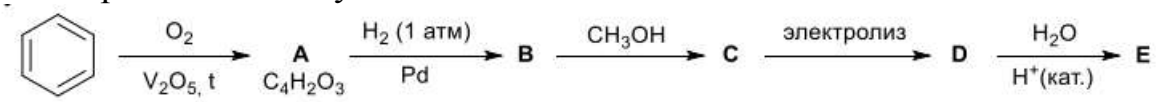
Как всегда, в канун олимпиад у юного химика Васи что-то пошло не так, а вам как обычно предстоит понять, в чем же дело. На этот раз горе-экспериментатор изучал взаимодействие серы с гидроксидом натрия. Однако, помимо обещанных учебником продуктов **А** и **Б**, у Васи образовалось еще два продукта **В** и **Г**, причем известно, что вещество **В** состоит из двух элементов, а вещество Г из трех. Определите вещества **А-Г** и приведите их названия, если известно, что вещество **А** имеет тот же качественный состав, что и вещество **В**. Что Вася сделал не так в этот раз? Приведите уравнения реакций образования веществ **А-Г**.

Задание 2.

Вещество **А** состоит из трех элементов. При взаимодействии вещества **А** с водным раствором гидроксида калия получается смесь двух солей **В** и **С**. Полученный раствор обработали избытком водного раствора иодоводорода. Наблюдали выделение бесцветных газов **D** и **E**, которые собрали методом вытеснения воды. Плотность по водороду полученной газовой смеси составила 16,4 (растворимостью газов **D** и **E** в воде пренебречь). Если для сбора газов вместо воды использовать раствор щелочи, то в приемнике собирается только газ **E**, приобретающий на воздухе оранжевую окраску. Определите вещества **А–E** и запишите уравнения описанных в задаче реакций, если известно, что молярная масса **В** больше молярной массы **С**.

Задание 3.

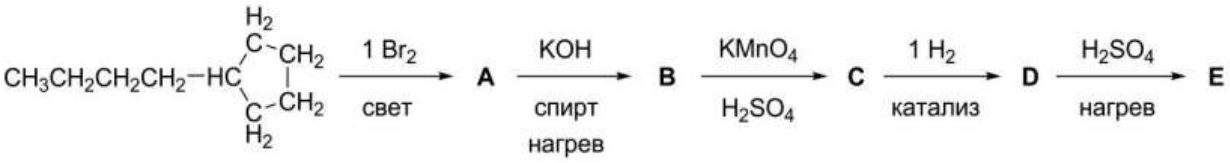
Соединение **E**, применяемое в полимерной промышленности, можно синтезировать по следующей схеме:



Приведите структурные формулы веществ **А–E**, а также название и структуру известного полимера, получаемого из вещества **E**, если известно, что соединение **E** содержит 6,85 % водорода.

Задание 4.

Гетероциклическое соединение **E** состава $C_9H_{16}O_2$ обладает сладковатым фруктовым запахом и часто используется в качестве пищевой добавки. Его можно синтезировать по следующей схеме:



Расшифруйте схему превращений и напишите структуры веществ **A–E**. Объясните почему запах полученного таким образом вещества **E** заметно слабее, чем запах **E** выделенного из природных источников.