Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

2014/2015 учебный год

Восьмой класс

Задача 8-1. Кирпич из золота.

В одном из детективов рассказывается о мошеннике, который все свое нечестно добытое золото, замаскировал под кирпич в стене своего дома, а потом с ним и сбежал. Попробуйте подсчитать, легко ли бегать с таким кирпичом из чистого золота. Известно, что строительный кирпич имеет размеры 25 на 12 на 6,5 см, а в золотом кубике с ребром 1 мм содержится примерно 5,9\*1019 атомов золота. (6 баллов)

**Задача 8-2.** **Такие разные шарики.**

В вашем распоряжении четыре воздушных шарика, но надуты они не воздухом, а четырьмя разными газами – водородом, кислородом, углекислым газом, и природным газом, метаном, формула которого CH4. К каждому шарику присоединена трубочка с зажимом, позволяющим постепенно выпускать газ из шарика. Объемы шариков одинаковы.

1. Какими физическими методами можно различить эти шарики? Ответ желательно подтвердить численными характеристиками газов.

2. Какими химическими методами, можно определить каждый из этих газов? Если это возможно, ответ подтвердите уравнениями химических реакций. (10 баллов)

**Задача 8-3.** **Сложная соль.**

****Для биохимических исследований потребовался раствор, с массовой долей химического элемента азота равной 2%. В качестве источника азота предложено взять соль ортофосфорной кислоты: гидрофосфат аммония (NH4)2HPO4.

Массовые доли химических элементов в составе этой соли изображены на диаграмме. К сожалению, диаграмма осталась неподписанной, и непонятно, какой сектор относится к какому элементу.

1) Определите, сколько атомов каждого элемента входит в состав структурной единицы этой соли и ее относительную молекулярную массу.

2) Рассчитайте массовые доли химических элементов в составе соли и определите, какой сектор диаграммы показывает содержание каждого элемента.

3) Рассчитайте массу соли и объем воды, которые необходимо взять для получения 200 г раствора с массовой долей азота в растворе равной 2%.

4) Рассчитайте массовую долю соли в этом растворе. (8 баллов)

**Задача 8-4.** **Три прибора**



На рисунке представлены три прибора, которые химики используют для разделения смесей веществ. В вашем распоряжении есть следующие смеси: воды и соли (раствор), воды и измельченного мела, воды и бензина, воды и растительного масла, воды и спирта (раствор), воды и железных опилок, воды и сахарного песка (раствор).

1. Для каждого рисунка укажите, как называются составные части этих приборов.
2. Как называются способы разделения смесей с помощью приборов №2 и №3?
3. Укажите, какие из перечисленных смесей можно разделить с помощью каждого прибора.
4. Какую смесь из перечисленных нельзя разделить этими способами? Какой способ вы можете предложить для ее разделения? (11 баллов)

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный этап**

**2014/2015 учебный год**

**Девятый класс**

Задача 9-1. Юному химику Васе поручили приготовить 200 мл раствора, в каждом миллилитре которого должно содержаться 1,5\*1019 ионов алюминия. «Это нетрудно» - решил Вася, «в лаборатории должен быть сульфат алюминия, и нужно рассчитать, сколько его взять для приготовления раствора».

1. Напишите уравнение диссоциации сульфата алюминия и рассчитайте его массу, необходимую для приготовления 200 мл раствора.

Когда расчеты были проведены, Вася пошел за реактивом, но нашел только банку с частично потертой этикеткой, на которой удалось только прочитать: «Al ? (SO4)3\* ?? H2O».

«Это кристаллогидрат, его формулу придется определить и массу пересчитать» - подумал Вася. Он отвесил немного вещества, растворил его в воде и добавил избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок был отфильтрован, высушен и взвешен, причем оказалось, что его масса в 1,05 раза больше, чем масса взятого кристаллогидрата.

2. Определите формулу кристаллогидрата и рассчитайте его массу, необходимую для приготовления заданного раствора. (10 баллов)

Задача 9-2. Когда раствор был приготовлен, его принесли на занятие кружка, где предложили получить из него раствор нитрата алюминия, если кроме этого раствора можно использовать только такие реактивы: соляную кислоту, растворы аммиака, нитрата натрия, нитрата серебра, карбоната натрия, хлорида магния.

Предложите один, а лучше два, даже три способа осуществить эти превращения, напишите молекулярные и ионные уравнения предложенных реакций. (10 баллов)

Задача 9-3. Порошок простого вещества А, поместили в стеклянную трубку, и, пропуская через трубку кислород, начали нагревать. Спустя некоторое время, в трубке образовался черный порошок вещества Б. Источник кислорода отсоединили, и, продолжая нагревать трубку с веществом, стали пропускать через нее аммиак – цвет порошка изменился на розовый. То же самое наблюдалось в другом опыте, где над порошком вещества Б пропускали оксид углерода(II). Полученный в этих опытах розовый порошок растворялся в концентрированной серной кислоте с выделением газа с резким запахом и образованием раствора, имевшего характерную окраску.

1. Определите вещества А и Б, напишите уравнения четырех описанных реакций,

2. Для каждой реакции укажите окислитель и восстановитель, вещество и конкретный элемент с указанием его степени окисления, например,: *кислород (О0) – окислитель*.

3. Какую окраску будет иметь раствор, полученный в последней реакции? (10 баллов)

Задача 9-4. При нагревании 8 г смеси состоящей из хлорида, карбоната и гидрокарбоната натрия выделилось 680 мл газа и пары воды. Другую такую же порцию смеси обработали избытком соляной кислоты, в результате выделилось 1,68 л газа и получено 84 г раствора. Объемы газов измерены при н.у.

Напишите уравнения реакций и определите массовые доли компонентов в исходной смеси. Чему равна массовая доля соли в полученном растворе? (10 баллов)

Задача 9-5. Для работы в полевой лаборатории были приготовлены растворы шести веществ: серной кислоты, хлорида бария и хлорида магния, сульфата и карбоната натрия, нитрата калия. Склянки временно пометили номерами, но в экспедиции обнаружилось, что список, где было указано, что под каким номером, взять забыли. Из других реактивов у забывчивого химика был только раствор фенолфталеина. Но он не растерялся и, проведя серию испытаний, определил, что находится в каждой склянке.

Предложите и вы самый короткий путь анализа растворов этих веществ, не используя других реактивов. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций, объясняющие те признаки, по которым вы распознали вещества. (10 баллов)

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

2014/2015 учебный год

Десятый класс

Задача 10-1.

Смесь сульфида алюминия с еще одним соединением этого металла обработали соляной кислотой, а выделившийся при этом газ пропустили через избыток раствора щелочи. При этом объем газа уменьшился вдвое, а плотность остатка газа по азоту оказалась равной 0,5714.

а) Какое второе соединение входило в состав смеси? Обоснуйте свой ответ и напишите уравнения реакций, проходивших при обработке смеси кислотой.

б) Рассчитайте состав смеси, выразив его в массовых долях компонентов.

в) Чему будет равен объём газа (н.у.), выделившегося при обработке 12 г исходной смеси избытком раствора щелочи? Ответ обоснуйте уравнениями реакций и расчетом. (10 баллов)

Задача 10-2.

Медную пластинку растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом выделился газ бурого цвета, объем которого, в пересчете на нормальные условия оказался равным 5,824 л, и образовалось 142 г голубого раствора, с массовой долей избыточной азотной кислоты 45%. Рассчитайте:

а) массу растворенной медной пластинки и массовую долю нитрата меди в полученном растворе.

б) массовую долю азотной кислоты в исходном растворе. (10 баллов)

Задача 10-3.

Простое вещество **А** представляет собой серебристо-серый металл, хранить который приходится под слоем минерального масла. При его взаимодействии с водой образуется насыщенный раствор вещества **Б**, которое частично выпадает в виде белого осадка. Хотя вещество **Б** малорастворимо, его раствор меняет окраску фенолфталеина на ярко-малиновую. При пропускании в этот раствор углекислого газа, сначала выпадает осадок вещества **В**, затем осадок растворяется и образуется раствор вещества **Г**. Однако если нагреть этот раствор, из него снова выпадает осадок **В**. Если образец вещества В массой 8 г нагреть до достаточно высокой температуры, то образуется вещество 4,48 г вещества **Д**.

а) Определите неизвестные вещества, напишите уравнения описанных реакций.

б) Подтвердите свои выводы расчетом.

в) Объясните, почему металл **А** нужно хранить под слоем минерального масла.

(10 баллов)

Задача 10-4.

Важную роль в доменном процессе играет реакция С + CO2 = 2CO – Q (А), поскольку именно она служит источником оксида углерода(II), который восстанавливает железную руду (оксиды железа, например, Fe2O3) до металлического железа. Реакция (А) обратима и требует оптимальных условий для хорошего выхода CO.

Для определения теплового эффекта реакции (А), провели 2 эксперимента. В первом сожгли 1 г угля в избытке кислорода и определили, что выделилось 32,8 кДж теплоты. Во втором уголь сжигали в условиях нехватки кислорода и обнаружили, что при образовании 1 л CO выделяется 4,94 кДж (объем газа приведен к н.у.)

1) Рассчитайте тепловые эффекты двух реакций, проведенных в этих экспериментах, и напишите их термохимические уравнения.

2) используя эти данные рассчитайте тепловой эффект реакции (А).

3) Используя принцип Ле-Шателье объясните, как будет смещаться равновесие реакции (А) при а) повышении температуры; б) повышении давления, в) увеличении парциального давления CO в смеси газов.

4) Напишите уравнение реакции восстановления железа и рассчитайте объем CO необходимый для получения 1 тонны металла. (10 баллов)

Задача 10-5.

В вашем распоряжении из реактивов есть только хлорид натрия и вода, а руководство фирмы требует обеспечить производство: натрия (металл), гидрида, оксида, пероксида, гипохлорита, хлората и перхлората натрия. Предложите методы получения указанных веществ, напишите уравнения соответствующих реакций. (10 баллов)

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

2014/2015 учебный год

Одиннадцатый класс

Задача 11-1.

Простое вещество, образованное химическим элементом **А**, сгорает в кислороде с образованием вещества **Б** черного цвета, получившего название «… окалина». При растворении вещества Б в соляной кислоте, образуются два соединения **В** и **Г**, содержащие элемент **А**, причем раствор одного из них способен растворять металлическую медь. При взаимодействии растворов веществ **В** и **Г** со щелочью выпадают отличающиеся по цвету осадки **Д** и **Е**, но при контакте с воздухом осадок **Д** быстро превращается в **Е**. При прокаливании **Д** на воздухе образуется вещество **Ж** рыжего цвета. То же самое вещество образуется и при прокаливании **Е**, причем даже без доступа воздуха. При нагревании смеси вещества **Ж** с алюминиевым порошком протекает экзотермическая реакция, в ходе которой образуется вещество **А**.

Определите вещества, о которых идет речь и напишите уравнения 9 описанных реакций. Как называется последний процесс, который был использован для получения вещества **А**? (10 баллов)

Задача 11-2.

В 100 мл воды, осторожно, небольшими порциями, растворили 4 г натрия. К полученному раствору прилили 40 мл 10%-ного раствора сульфата меди (плотность раствора 1,1 г/мл). Полученную смесь прокипятили.

Какие вещества будут содержаться в растворе после отделения выпавшего осадка? Рассчитайте массу осадка и массовые доли веществ в полученном растворе. (10 баллов)

Задача 11-3.

На сжигание некоторого объема паров углеводорода **А** потребовался 9-кратный объем кислорода, а объем полученного при этом углекислого газа оказался в полтора раза меньше объема кислорода (объемы газов сравнивались при одинаковых условиях). Исследование спектров протонного магнитного резонанса показало, что все атомы водорода в этом углеводороде эквивалентны, имеют одинаковое окружение. Окончательно установить строение этого углеводорода помогла реакция с бромной водой. а) определите молекулярную формулу углеводорода **А**;

б) напишите структурные формулы двух возможных изомеров этого состава, отвечающих условию задачи, дайте им название по международной номенклатуре;

в) Какой из этих изомеров будет вступать в реакцию с бромной водой? Напишите уравнение реакции, укажите признаки ее протекания и назовите продукт. (10 баллов)

Задача 11-4.

Известно правило, по которому нельзя приливать воду в концентрированную серную кислоту: происходит бурное вскипание порций воды и разбрызгивание капель раствора кислоты. Обусловлено это главным образом экзотермической реакцией образования моногидрата серной кислоты:

H2SO4 + Н2O = H2SO4\*Н2O + 98,8 кДж

а) Рассчитайте массу воды, которая нагреется до 100oC и превратится в пар, если к избытку серной кислоты прилить 20 мл воды, взятой при 20oC. Удельная теплоемкость воды 4,2 кДж/кг\*К, теплота испарения воды 40,6 кДж/моль, потерями теплоты на нагревание серной кислоты – пренебречь.

б) Объясните, почему обратный порядок смешивания веществ, добавление небольшими порциями серной кислоты в воду, хотя и сопровождается теми же реакциями, но является сравнительно безопасным. (10 баллов)

Задача 11-5.

Органическое вещество **А** при нагревании в присутствии концентрированной серной кислоты отщепляет воду с образованием вещества **B**. Вещество **В** при подходящих условиях способно вступать в обратную реакцию, присоединяя воду, но основным продуктом этой реакции является вещество **С**, которое является изомером вещества **А**. При исследовании вещества **А** оказалось, что относительная плотность его паров по кислороду равна 1,875, а при сгорании образца массой 2,1 г образуется 2,52 г воды.

а) Определите молекулярную формулу вещества **А**;

б) Предложите возможное строение веществ **А, В** и **С**, учтя описанные в условии химические свойства. Напишите уравнения прямой и обратной реакции, используя структурные формулы веществ.

в) Объясните, почему в ходе обратной реакции образуется не вещество **A**, а его изомер. (10 баллов)