|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  И НАУКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  Государственное бюджетное образовательное учреждение  дополнительного образования детей  «ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ»  350000 г. Краснодар,  ул. Красная, 76  тел. 259-84-01  E-mail: cdodd@mail.ru |  | **Всероссийская олимпиада школьников**  **по химии**  **2015-2016 учебный год**  **Муниципальный этап**  **10 класс, ответы** Председатель предметно-методической комиссии: Фалина И.В., к.х.н., доцент |

**Задача 1. (5 баллов)**

Минерал пиролюзит массой 10 г обработали концентрированной соляной кислотой при нагревании. Выделившийся при этом газ поглотили раствором иодида калия, который при этом окрасился в коричневый цвет. Для полного обесцвечивания полученного коричневого раствора было израсходовано 2 л 0.1М раствора тиосульфата натрия. Рассчитайте массовую долю диоксида марганца в пиролюзите.

**Решение**

**Автор Колоколов Ф.А.**

Составим уравнения реакции

MnO2 + 4HCl → MnCl2 + Cl2↑ + 2H2O *(1 балл)*

Cl2↑ + 2KI → I2 + 2KCl *(1 балл)*

I2 + 2Na2S2O3 → Na2S4O6 + 2NaI *(1 балл)*

Рассчитаем количество тиосульфата натрия:

ν(Na2S2O3) = 2 ⋅ 0,1 = 0,2 моль.

Количество диоксида марганца:

ν(MnO2) = ν(Cl2) = ν(I2) = ½ ν(Na2S2O3) = 0,2 / 2 = 0,1 моль

Масса диоксида марганца

m(MnO2) = 0,1 ⋅ 87 = 8,7 г. *(1 балл)*

Массовая доля диоксида марганца в пиролюзите

ω(MnO2) = 8,7 ⋅ 100 / 10 = 87% *(1 балл)*

**Задача 2. (10 баллов)**

При термическом разложении натриевой соли А получена натриевая соль В. Подкисленный водный раствор соли В взаимодействует с иодидом калия, причем при добавлении крахмала к полученному раствору наблюдается синее окрашивание. Прибавление раствора В к подкисленному раствору К2Cr2O7 вызывает изменение окраски раствора. При взаимодействии раствора соли А с алюминием в щелочной среде выделяется газ С, содержащий 17,65% водорода. Газ С реагирует с кислородом с образованием бесцветного газа D, не поддерживающего горения. Определите вещества A–D и напишите уравнения всех реакций.

**Решение**

**Автор Колоколов Ф.А.**

Найдем, какой элемент входит в состав газа С, используя закон эквивалентов (можно использовать другие подходы):

17,65 / 82,35 = 1 / x; x = 82,35 / 17,65 = 4,67

Составим таблицу в соответствии с валентностью:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Валентность | Атомная масса | Элемент |
| I | 4,67 | He |
| II | 9,34 | Be |
| III | 14,01 | N |
| IV | 18,68 | F |
| V | 23,35 | Na |

Очевидно, что элемент – азот. *(2 балла)*

Газ – аммиак NH3. *(1 балл)*

Тогда натриевая соль А – нитрат калия *(1 балл)*, а образующаяся при прокаливании соль В - нитрит калия *(1 балл).*

2NaNO3 → 2NaNO2 + O2↑ *(0,5 балла)*

Подкисленный водный раствор нитрита натрия реагирует с иодидом калия с образованием молекулярного йода, который дает синее окрашивание с крахмалом:

2NaNO2 + 2KI + 2H2SO4 → I2 + 2NO + K2SO4 + Na2SO4 + 2H2O *(1 балл)*

Прибавление раствора нитрита натрия к подкисленному раствору К2Cr2O7 вызывает изменение окраски, обусловленную присутствием иона Cr3+.

3NaNO2 + 4H2SO4 + K2Cr2O7 = 3NaNO3 + Cr2(SO4)3 + 4H2O + K2SO4 *(1 балл)*

При взаимодействии раствора нитрата натрия с алюминием в щелочной среде выделяется газ С – аммиак.

8Al+5NaOH+3NaNO3+18H2O=3NH3+8Na[Al(OH)4] *(1 балл)*

Аммиак реагирует с кислородом с образованием бесцветного газа D, не поддерживающего горения – азота: *(1 балл)*

4NH3 + 3O2= 2N2 + 6H2O *(0,5 балла)*

**Задача 3. (5 баллов)**

Ортофосфат кальция применяется для подкормки птиц и скота, в качестве удобрения для кислых почв. В 200 мл насыщенного раствора 4.28·10-7 моль ионов Ca2+. Определите растворимость соли в воде и произведение растворимости (константу равновесия процесса растворения). Почему столь малорастворимое соединение находит применение как источник кальция и фосфора для живых организмов?

**Решение**

**Автор Лоза С.А.**

Ортофосфат кальция при растворении в воде диссоциирует на ионы

Ca3(PO4)2 = 3Ca2+ + 2PO43-(0,5 балла)

Количество соли, растворённой в 0.2 л воды равно n (Ca3(PO4)2) = 4.28·10-7·3=1.284·10-6 моль.

Растворимость соли S=1.284·10-6·5=6.42·10-6 моль/л (1 балл)

Учитывая, что , произведение растворимости равно:

(1 балл)

(1 балл)

(0,5 балла)

Растворимость ортофосфата кальция может значительно увеличиваться в кислых растворах за счёт его перехода в более растворимые гидрофосфат и дигидрофосфат. Такие процессы протекают в пищеварительных трактах животных и в кислых почвах. (1 балл)

**Задача 4 (10 баллов)**

Для сжигания 8,96 л смеси газообразных веществ **А**, **Б** и **В** было затрачено 31,92 л кислорода. После сжигания полученную смесь пропустили через сосуд с известковой водой, в результате чего выпало 95 г осадка. При пропускании такого же количества исходной смеси через сосуд с бромной водой масса сосуда увеличилась на 8,4 г, а объем смеси уменьшился в 2 раза. Вещество **А** находит широкое применение в промышленности. Вещества **Б** и **В** с бромной водой не реагируют, плотность вещества **Б** в нормальных условиях составляет 1,34 кг/м3, а объемная доля компонента **В** составляет 12,5 %. Определите вещества **А**, **Б** и **В**, их молярные соотношения в смеси и напишите уравнения протекающих реакций.

**Решение**

**Автор Беспалов А.В.**

Определим общее количество веществ А,Б и В в смеси: n(А+Б+В)=0,4 моль.

1). Поскольку из условия задачи известно, что с бромной водой взаимодействует только вещество А, можно определить его массу, которая равняется 8,4 г. Так как объем смеси после пропускания через бромную воду уменьшился в 2 раза, соотв. V(A) = 4,48 л, откуда n(A) = 0,2 моль. Исходя из этих данных определяем M(A) = m(A)/n(A) = 42 г/моль. *1 балл*

Поскольку реакция с бромной водой – это качественная реакция на соединения с кратными связями, используя величину молярной массы вещества А определяем, что это пропилен (CH3-CH=CH2). Под это значение также подходит циклопропан ((CH2)3), взаимодействующий с бромной водой, однако в условии указано, что вещество А находит широкое применение в промышленности (получение полимеров), соответственно вещество А – это пропилен. *1 балл*

Реакция пропилена с бромной водой:

CH3-CH=CH2 + Br2 → CH3-CHBr-CH2Br *1 балл*

2). Рассчитаем мольные соотношения компонентов в смеси. n(A) = 0,2 моль; w(A) = 50 %

Поскольку объемная доля вещества В известна (w(B)=12,5 %), можно рассчитать кол-во вещества В: n(B) = 0,05 моль.

Тогда n(Б) = n(А+Б+В)- n(A) – n(B) = 0,15 моль w(Б) = 37,5 %. *1 балл*

3). Исходя из величины плотности вещества Б, определим его молярную массу:

M(Б) = ρ (Б) \* 22,4 л/моль = 30 г/моль (плотность в кг/м3 численно равна плотности в г/л).

Поскольку вещество Б не реагирует с бромной водой, предположим, что это алкан, тогда исходя из величины его молярной массы можно определить, что это этан (C2H6). *1 балл*

4). Запишем уравнения горения этана и пропилена:

C2H6 + 3,5O2 = 2CO2 + 3H2O *1 балл*

С3Н6 + 4,5О2 = 3СО2 + 3Н2О *1 балл*

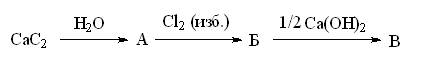
Рассчитаем кол-во кислорода, необходимое для сжигания 0,2 моль пропилена и 0,15 моль этана n(O2) = 3,5n(C2H6) + 4,5n(C3H6) = 1,425 моль, откуда V (O2) = 31,92 л. Поскольку по условию задачи этого объёма кислорода было достаточно для полного сжигания смеси, соотв. компонент В - негорючий газ. Для определения данного вещества воспользуемся данными по пропусканию продуктов сгорания через известковую воду. При взаимодействии углекислого газа с известковой водой образуется осадок карбоната кальция:

Ca(OH)2 + CO2 → CaCO3↓ + H2O *1 балл*

Рассчитаем общее количество углекислого газа, образовавшегося вследствие сгорания пропилена и этана: n(CO2) = 2n(C2H6) + 3n(C3H6) = 0,9 моль, соотв. кол-во осадка, образовавшегося из этого газа будет составлять m(CaCO3) = 90 г. В то же время масса выпавшего осадка составила 95 г. Таким образом, 5 г карбоната кальция образовались из 0,05 моль углекислого газа. Это кол-во совпадает с количеством компонента В, соответственно вещество В - это углекислый газ. *2 балла*

**Задача 5 (5 баллов)**

Вещество **В** широко применяется в промышленности в качестве растворителя, а также используется в медицине как средство для ингаляционного наркоза. Синтез данного вещества в лаборатории можно осуществить исходя из карбида кальция по следующей схеме:



При окислительной деструкции вещества **В** в качестве одного из продуктов образуется высокотоксичное вещество **Г** - бесцветный газ с запахом прелого сена, обладающий удушающими свойствами. Определите формулу данного вещества, если известно, что его молекула состоит из атомов трех химических элементов, а массовая доля углерода составляет 12,12%. Вещество **Г** энергично реагирует с аммиаком с образованием белого кристаллического вещества **Д**, которое было синтезировано Ф. Вёлером в 1828 г. путем нагревания цианата аммония (это открытие было первым известным химическим синтезом органического вещества из неорганического). Определите все указанные вещества.

**Решение**

**Автор Беспалов А.В.**

При взаимодействии карбида кальция с водой образуется ацетилен:

CaC2 + 2H2O → Ca(OH)2 + H-C≡C-H

Вещество **А** - ацетилен (C2H2). *1 балл*

При действии избытка хлора на ацетилен образуется 1,1,2,2-тетрахлорэтан:

H-C≡C-H + 2Cl2 → CH(Cl)2-CH(Cl)2

Вещество **Б** - 1,1,2,2 - тетрахлорэтан (C2H2Cl4). *1 балл*

При обработке 1,1,2,2-тетрахлорэтана гидроксида кальция в соотношении 2:1 образуется трихлорэтилен:

2CH(Cl)2-CH(Cl)2 + Ca(OH)2 → 2CCl2=CHCl + CaCl2 + 2H2O

Вещество **В** - трихлорэтилен (C2HCl3). *1 балл*

Определим формулу продукта деструкции **Г**, предположив, что в его молекуле содержится один атом углерода (деструкция протекает по двойной связи тетрахлорэтилена), тогда М(Г) = А(С)/w(C) = 99. Вторым химическим элементом может быть хлор, учитывая значительную молекулярную массу продукта, можно предположить, что в его составе содержится 2 атома хлора, тогда оставшаяся часть (16 г/моль) приходится на один атом кислорода, соотв. общая формула продукта **Г** - COCl2.

Вещество **Г** - фосген (COCl2), сильноядовитый газ с запахом прелого сена, использовался в качестве боевого отравляющего вещества удушающего действия. *1 балл*

При действии аммиака на фосген образуется мочевина (карбамид):

COCl2 + 4NH3 → (NH2)2CO + 2NH4Cl

Вещество **Д** - карбамид, его синтез из цианата аммония, осуществленный Вёлером был первым известным синтезом органического вещества из неорганического. *1 балл*

**Максимальный балл – 35.**