**LXVIII 9 класс ЗАДАНИЯ 1.** В водном растворе серной кислоты атомов водорода в 10 раз больше, чем атомов серы. Определите массовую долю серной кислоты в растворе.

2. Смесь карбоната кальция и сульфата кальция массой 9,72 г обработали 49 г 20 %-ной серной кислоты. Избыток кислоты нейтрализовали 22,4 г 15 %-ного раствора гидроксида калия. Рассчитайте массовую долю кальция в образце исходной смеси.

3. Стехиометрическая смесь двух солей - нитрата калия и роданида цинка Zn(SCN)2 - горит без доступа воздуха. Напишите уравнение реакции, если ее продуктами являются азот, оксид цинка, карбонат калия, сернистый и углекислый газы. Какой объем азота (н.у.) образуется при сгорании 10,0 г данной смеси?

4. Выберите из приведенного списка вещества, с которыми может реагировать вода. Если реакции возможны, напишите для них уравнения, укажите условия, при которых они могут протекать. Вещества: 1) KOH, 2) SO3 , 3) CaO, 4) Mg, 5) Fe, 6) графит.

5. При сливании двух прозрачных бесцветных растворов происходит бурное выделение газа. Какие вещества могли быть в растворах? Приведите три решения задачи, в которых газы и исходные вещества не повторяются.

6. Термическое разложение карбонила железа Fe(CO)5 используют для получения порошка особо чистого железа. Выделившийся при термическом разложении образца карбонила железа газ смешали с 3,36 л кислорода и подожгли. При пропускании продуктов горения через раствор гидроксида натрия объем газовой смеси уменьшился вдвое. Какая масса железа понадобилась для синтеза исходного образца Fe(CO) 5 ?

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1. В чистой серной кислоте атомов Н в 2 раза больше, чем атомов серы, значит, нужно еще 8 Н или 4 воды: H2 SO 4 \*4H 2 O. Массовая доля 98/[98+(18х4)] = 98/98+72 = 98/170 = 0,5765 или 58% Ответ: 0,5765 или 58%

2. Реакции: H 2 SO 4 + CaCO 3 = CaSO 4 + СО 2 + H 2 O 2KOH+ H 2 SO 4 = K 2 SO 4 +2H 2 O n (KOH) = 22,4 \* 0,15/56 = 0,06 (моль) n (H2 SO 4 ) = 0,06/2 = 0,03 ( моль) – не прореагировало с карбонатом кальция n (H2 SO 4 ) = 49 \* 0,2/98 = 0,1 (моль) – изначально добавили n (H2 SO 4 ) = 0,1 – 0,03 = 0,07 (моль) – прореагировало с карбонатом n (CaCO 3 ) = n (H 2 SO 4 ) = 0,07 (моль) m (CaSO4 )=9,72 - 0,07 \* 100 = 2,72(г) n (CaSO4 )= 2,72/136 = 0,02 (моль) w(Ca)=(0,02+0,07) \* 40/9,72 = 37 % **Ответ: 37 %** 6. Решение: Fe(CO) 5 = Fe + 5CO При горении смеси газов протекает реакция: 2CO+O 2 =2CO 2 Так как CO и O 2 не поглощаются раствором NaOH, возможны два случая: 1) Соотношение СO2 и CO после горения стало 1:1 Кислород прореагировал полностью. n(O2 ) прореаг. = 3,36/22,4 = 0,15 моль n(CO)прореаг.= 0,15 \* 2 = 0,30 моль n(CO)общ = 0,6 моль согласно реакции Fe(CO) 5 = Fe + 5CO n (Fe) = 0,6/5 = 0,12 моль m (Fe) = 0,12 \* 56 = 6,72 (г) Ответ: 6,72г железа 2) Соотношение СO2 и O 2 после горения стало 1:1 Прореагировал весь СО. Прореагировала треть начального количества кислорода. n (O2 )прореаг. = 0,05 моль n(CO)прореаг.= 0,1 моль n(Fe) = 0,02 моль m(Fe) = 56\*0,02 = 1,12 г Ответ: 1,12 г желе

**LXVIII МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 10 класс ЗАДАНИЯ** 1. Какие из перечисленных веществ могут реагировать с газообразным хлором? Если реакция возможна, напишите ее уравнение и укажите условия протекания. а) Fe, б) O2 , в) CaBr 2 , г) KOH, д) C 2 H 6 , e) C 6 H 6 ж) HF

2. При взаимодействии 2,61 г оксида неизвестного металла с избытком бромистоводородной кислоты было получено 6,45 г бромида металла и 4,8 г брома. Определите формулу исходного оксида. Ответ подтвердите расчетом. Напишите уравнение реакции.

3. Один литр газообразной смеси двух непредельных углеводородов при полном гидрировании может присоединить 1,8 литра водорода. При сгорании одного литра исходной смеси образуется 2,2 литра углекислого газа. Определите качественный и количественный состав смеси. Все объемы измерены при одинаковых условиях. Рассчитайте плотность исходной смеси по водороду. 4. В трех одинаковых склянках объемом 1 литр находятся смеси газов (1 : 1 по объему) при н.у. Известно, что всего различных газов взято три, и в каждой склянке смесь двух из этих трех газов. Если опустить тлеющую лучинку в склянку 1, то она погаснет, в склянке 2 загорится, а при попытке опустить лучинку в склянку 3 происходит взрыв. Определите, какие газы находятся в каждой из склянок, если известно, что при пропускании содержимого склянки 1 или 2 через избыток раствора гидроксида кальция выпадает осадок массой 2,23 г, при этом плотность непоглощенного газа оказывается равной плотности исходной смеси.

5. Алкин A взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра с образованием осадка. При реакции этого алкина с водой в присутствии соли ртути образуется вещество Б. Окисление вещества Б перманганатом калия при нагревании приводит к выделению углекислого газа и к образованию смеси пропионовой и уксусной кислот. Изобразите возможную структурную формулу исходного алкина и напишите уравнения упомянутых реакций. 6. При нагревании 5,52 г неорганического вещества А выделяется 0,672 л газа (н.у.) и остается твердое вещество Б массой 4,32 г. При пропускании газа через раствор гидроксида калия его объем уменьшается в три раза, а масса раствора KOH увеличивается на 0,88 г. Полученное вещество Б не растворяется в обычных кислотах, но растворяется в концентрированной азотной кислоте, при этом образуется соединение В и выделяется газ, который полностью поглощается раствором KOH, при этом масса раствора KOH увеличивается на 1,84 г. Вещество В в твердом виде разлагается при нагревании, давая снова вещество Б. Определите вещества А–В и напишите уравнения всех упомянутых реакций. Ответ подтвердите расчетами

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ 1. a) Так как хлор является сильным окислителем, при взаимодействии с железом хлор окисляет его до степени окисления +3 (а не +2, как соляная кислота, где окислителем служит водород): 2 Fe + 3 Cl 2 → 2 FeCl 3 б) Cl 2 + O 2 → реакция не идет. в) Хлор является более сильным окислителем, чем бром, и «вытесняет» бром из его соединений: Cl 2 + CaBr 2 → Br 2 + CaCl 2 г) при пропускании в холодный раствор щелочи хлор диспропорционирует: Cl 2 + 2 KOH → KOCl + KCl + H 2 O в горячем растворе реакция идет по-другому: 3 Cl 2 + 6 KOH → 5 KCl + KClO 3 + 3 H 2 O д) при взаимодействии алканов с хлором на свету идет реакция радикального замещения: C 2 H 6 + Cl 2 → C 2 H 5 Cl + HCl e) Взаимодействие с бензолом может идти двумя путями. В присутствии катализаторов — кислот Льюиса (FeCl 3 , AlCl 3 ) идет электрофильное замещение: C 6 H 6 + Cl 2 → C 6 H 5 Cl + HCl На свету же бензол присоединяет три молекулы хлора, образуя гексахлорциклогексан (инсектицид гексахлоран): C 6 H 6 + 3Cl 2 → C 6 H 6 Cl 6 ж) Cl 2 + HF → реакции нет.

2. Так как выделяется бром, произошла окислительно-восстановительная реакция. 4,8 г брома соответствует 0,03 моль. Предположим формула бромида MBr 2 и его количество тоже 0,03 моль. Тогда его молярная масса 6,45 : 0,03 = 215, а молярная масса металла 215 –160 = 55. Это соответствует марганцу. Тогда исходный оксид должен быть MnO2 , и его должно быть (55 + 32) х 0,03 = 2,62, что соответствует условию. Проверка для других вариантов окисления, например, оксид - MO 2 , бромид MBr 3 или оксид M 2 O 3 , а бромид MBr 2 или MBr, не приводит к существующим металлам и соединениям. Таким образом, оксид — MnO 2 . MnO 2 + 4 HBr = MnBr 2 + Br 2 + 2 H 2 O

3. В смеси, очевидно, присутствует углеводород, присоединяющий 1 моль водорода на 1 моль (с одной двойной связью) и углеводород, присоединяющий 2 моля водорода на 1 моль (с тройной связью или двумя двойными связями). Пусть 1 литр смеси содержит Х и У литров двух углеводородов. тогда объем водорода, который они присоединяют, составит Х + 2У. Х + У = 1 Х + 2У = 1,8. Отсюда У = 0,8, Х = 0,2. Сжигание: Пусть первый углеводород содержит n атомов С, при сжигании 1 литра образуется n литров CO 2 , а при сжигании 0,2 литра этого углеводорода образуется 0,2 n литров CO2 . Аналогично при сжигании 0,8 литров второго углеводорода (содержащего m атомов С) получается 0,8 m литров CO2 0,2 n + 0,8 m = 2,2 . Отсюда n + 4 m = 11, где m и n — целые числа. m = 1 не подходит, так как углеводород должен иметь кратную связь. m = 3 и больше тоже не подходит, при этом n окажется отрицательным числом. Таким образом, m = 2. Тогда n = 3. Углеводороды — ацетилен и пропен. Плотность смеси по водороду (0,2 42 + 0,8 26) / 2 = 14,6 4 При пропускании газов через раствор гидроксида кальция поглотилось 0,5 л газа (н.у.), что соответствует 0,023 моль. Осадок в растворе гидроксида кальция, по всей вероятности — карбонат кальция. Тогда его количество 0,023 моль, что подтверждает предположение. Следовательно один из газов СО2 . Оставшиеся два газа должны иметь ту же молярную массу (так как при поглощении плотность не изменилась) Можно предположить, что это N2 O и пропан Таким образом, Склянка 1 содержит CO2 + C 3 H 8 (лучина гаснет, так как не источника кислорода) Склянка 2 содержит CO2 + N 2 O (лучина продолжает гореть за счет N2 O) Склянка 3 содержит N2 O + C 3 H 8 (происходит взрыв) 5. Образование осадка означает, что у алкина есть концевая тройная связь. Реакция с водой приводит к образованию кетона. При окислении кетона разрыв связи происходит с обеих сторон от карбонильной группы с образованием всех возможных продуктов. Приведенная смесь продуктов указывает на метилэтилкетон Вещество Б - метилэтилкетон Вещество А - бутин-1 Реакции: HC≡C-CH 2 CH 3 + [Ag(NH3 ) 2 OH] → AgC≡C-CH 2 CH 3 + H 2 O + 2NH 3 Реакция Кучерова (в присутствии солей ртути Hg 2+ ): HC≡C-CH 2 CH 3 + H 2 O → CH 3 C(O)CH2 CH 3 Окисление кетона CH 3 C(O)CH2 CH 3 + KMnO 4 → CH 3 COOH + CH 3 CH 2 COOH + CO 2 6. Предположим, что газ, поглощающийся КОН - это СО 2 . Его количество 0,672 × 2/3 → 0,02 моль 0,88 г : 44 г/моль = 0,02 моль, значит это действительно СО2 . Масса второго газа 5,52 - 4,32 - 0,88 = 0,32 (г). Его количество: 0,672 × 1/3 → 0,01 моль Таким образом, молярная масса этого газа 32, и это кислород. Если исходная соль — карбонат одновалентного металла M2 CO 3 , то его молярная масса 5,52 : 0,02 = 276. M 2 CO 3 = 2 M + CO 2 + 1/2 O 2 Молярная масса металла (276 - 44 - 16) : 2 = 108. Металл - серебро. 4,32 г соответствуют 0,04 моль серебра, а 1,84 г соответствуют 0,04 моль диоксида азота, что подтверждает решение. Таким образом, вещество А - карбонат серебра, вещество Б - серебро, вещество В - нитрат серебра. Реакции: 2 Ag 2 CO 3 → 4 Ag + 2 CO2 ↑ + O2 ↑ CO 2 + 2 KOH (+O2 ) → K 2 CO 3 + H 2 O (+O2 ) Ag + 2 HNO3 → AgNO3 + NO 2 ↑ + H2 O 2 NO 2 + 2 KOH → KNO 2 + KNO 3 + H 2 O 2 AgNO3 → 2 Ag + 2 NO2 ↑+ O2 ↑за5.

При реакции металлического стронция с избытком вещества Х выделился газ У. Твердый продукт реакции содержит 71% стронция. Газом У объемом 2,24 л при н.у. наполнили резиновую оболочку массой 2,5 г, при этом шарик свободно висит в воздухе (н.у.), не поднимаясь и не опускаясь. Если эту же оболочку наполнить при н.у. 2,24 л газа Z, то шарик будет обладать той же подъемной силой. Что представляют собой газы У и Z? Напишите уравнение реакции стронция с Х.

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

5. Подъемная сила газа У: (масса 2,24 л воздуха) – (масса 2,24 л газа У) = 2,5 г 2,9 г – мУ = 2,5 г; 2,24 л газа У имеет массу 0,4 г, т.е. молярная масса 4 г. Это молярная (атомная) масса гелия, но гелий – это газ Z, а не У, потому что У – не инертный газ, а продукт реакции. При реакции металлического стронция с кислотами и водой выделяется водород, но молярная масса водорода 2. Можно предположить, что У не водород, а дейтерий D2 с молярной массой 4. Его можно получить по ре5.

В четырех порциях 30%-ного раствора гидроксида калия растворили простые вещества: алюминий, кремний, серу, бром. К образовавшимся растворам медленно прилили 20%-ную соляную кислоту. 1) Напишите уравнения реакций растворения простых веществ в щелочи. 2) Напишите уравнения реакций, происходящих при добавлении к щелочным растворам кислоты. Опишите изменения (цвет, осадок) которые будут происходить после добавления избытка кислоакции: Sr + D2O = Sr(OD)2 + D2 Проверим: Массовая доля стронция в Sr(OD)2 : 88/124 = 0,71

5. 1) Al + KOH + 3 H2O = K[Al(OH)4] + 1,5 H2

Si + 2 KOH + 4 H2O = K2[Si(OH)6] + 2 H2 или K2SiO3 3 S + 6 KOH = 2 K2S + K2SO3 + 3 H2O

Br2 + 2 KOH = KBr + KBrO + H2O или 3 Br2 + 6 KOH = 5 KBr + KBrO3 + 3 H2O

2) K[Al(OH)4] + HCl = KCl + Al(OH)3 + H2O студенист.

Al(OH)3+ 3 HCl = AlCl3 + 3 H2O или K[Al(OH)4] + 4 HCl = KCl + AlCl3 + 4 H2O

K2SiO3 + 2 HCl = 2 KCl + H2SiO3¯ гель 2 K2S + K2SO3 + 6 HCl = 3 S ¯ + 6 KCl + 3 H2O светло-желт.

KBr + KBrO + 2 HCl = Br2¯ + 2 KCl + H2O коричн.

3. При взаимодействии 3,50 г смеси двух углеводородов, представляющих собой геометрические изомеры, с бромистым водородом было получено 7,55 г монобромпроизводного. Изобразите структурные формулы углеводородов, удовлетворяющих данному условию, и продуктов их реакции с бромистым водородом. Ответ обоснуйте

. Пусть молярная масса любого из исходных углеводородов М, масса продукта с одним атомом брома – М + 81 (присоединение HBr). Тогда М г дают (М + 81) г продукта 3,5 г дают 7,55 г продукта. Решая пропорцию, получаем М = 70, то есть формула углеводорода C5H10 Далее следует определить структурную формулу углеводорода. (1) Углеводород может представлять собой алкен, в данном случае, пентен. Для пентена возможно существование нескольких изомеров: пентен-1, пентен-2, 2-метилбутен-1, 2-метилбутен-2, 3- метилбутен-2. Так как исходные вещества – два геометрических изомера, то подходит только пентен-2, так как в других случаях цис-транс изомеров нет. (2) Второй вариант – циклоалкан. Формулу C5H10 имеет циклопентан, метилциклобутан, 1,1- диметилциклопропан и 1,2-диметилпропан. Только в последнем случае существуют геометрические изомеры. Таким образом, второй ответ задачи — это 1,2-диметилпропан. Структурные формулы бромпроизводных: (1) При бромировании пентена-2 будет получено оба возможных монобромпроизводных, так как правило Марковникова не дает однозначного выбора: CH3CH(Br)CH2CH2CH3 CH3CH2CH(Br)CH2CH

5. При сжигании 0,552 г летучего неорганического бинарного соединения элемента Х образовалось 1,08 г воды. Определите простейшую формулу соединения. Совпадает ли молекулярная формула соединения с его простейшей формулой? Напишите уравнения реакций горения, взаимодействия с водой и с хлором для этого соединения

Исходное соединение – водородное, так как при сгорании образуется вода. ЭHn → n/2 H2O Пусть х – атомная масса элемента, тогда х + n/2 г в-ва образуют 9 n г воды по условию: 0,522 г дают 1,08 г воды. Решение пропорции дает х = 3,6 n При n = 1, такого элемента нет. Если n = 2, х = 7,2 такого элемента также нет. Если n = 3, х = 10,8. Этот элемент бор. Если n = 4, х = 14,4 мог бы подойти азот, но он не четырехвалентный. Таким образом, остается бор. Соединение – BH3. Соединение BH3 не существует в свободном виде, но существует целый ряд бороводородов. Простейшее из них (и соответствующее найденной простейшей формуле!) – это диборан B2H6. Реакции B2H6 + 3 O2 = B2O3 + 3 H2O B2H6 + 6 H2O = 2 H3BO3 + 6 H2 B2H6 + 6 Cl2 = 2 BCl3 + 6 HCl