

10-1. Какие из перечисленных веществ могут реагировать с газообразным хлором? Если реакция возможна, напишите ее уравнение и укажите условия протекания.

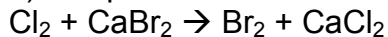
а) Fe, б) O₂, в) CaBr₂, г) KOH, д) C₂H₆, е) C₆H₆ ж) HF

РЕШЕНИЕ:

а) 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): $2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{FeCl}_3$

б) $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$ реакция не идет.

в) Хлор является более сильным окислителем, чем бром, и «вытесняет» бром из его соединений:

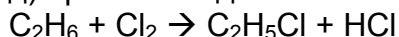


г) при пропускании в холодный раствор щелочи хлор диспропорционирует:

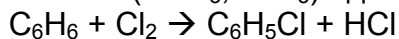


в горячем растворе реакция идет по-другому: $3 \text{Cl}_2 + 6 \text{KOH} \rightarrow 5 \text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

д) при взаимодействии алканов с хлором на свету идет реакция радикального замещения:



е) Взаимодействие с бензолом может идти двумя путями. В присутствии катализаторов — кислот Льюиса (FeCl₃, AlCl₃) идет электрофильное замещение:



На свету же бензол присоединяет три молекулы хлора, образуя гексахлорциклогексан (инсектицид гексахлоран): $\text{C}_6\text{H}_6 + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$

ж) $\text{Cl}_2 + \text{HF} \rightarrow$ реакции нет.

10-2. 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.

РЕШЕНИЕ:

Так как выделяется бром, произошла окислительно-восстановительная реакция.

4,8 г брома соответствует 0,03 моль.

Предположим формула бромида MBr₂ 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 $(55 + 32) \times 0,03 = 2,62$, что соответствует условию.

Проверка для других вариантов окисления, например, оксид - MO₂, бромид MBr₃ или оксид M₂O₃, а бромид MBr₂ или MBr, не приводит к существующим металлам и соединениям.

Таким образом, оксид — MnO₂.



10-3. 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.

РЕШЕНИЕ:

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 X и Y литров двух углеводородов.

тогда объем водорода, который они присоединяют составит $X + 2Y$.

$$X + Y = 1$$

$$X + 2Y = 1,8.$$

$$\text{Отсюда } Y = 0,8, X = 0,2.$$

Сжигание:

Пусть первый углеводород содержит n атомов C, при сжигании 1 литра образуется n литров CO₂, 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 CO_2

$$0,2 n + 0,8 m = 2,2$$

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

$$(0,2 \cdot 42 + 0,8 \cdot 26) / 2 = 14,6$$

10-4 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.

РЕШЕНИЕ

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 CO_2 .

Оставшиеся два газа должны иметь ту же молярную массу (так как при поглощении плотность не изменилась)

Можно предположить, что это N_2O и пропан

Таким образом

Склянка 1 содержит $\text{CO}_2 + \text{C}_3\text{H}_8$ (лучина гаснет, так как не источника кислорода)

Склянка 2 содержит $\text{CO}_2 + \text{N}_2\text{O}$ (лучина продолжает гореть за счет N_2O)

Склянка 3 содержит $\text{N}_2\text{O} + \text{C}_3\text{H}_8$ (происходит взрыв)

10-5. Алкин **A** взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра с образованием осадка. При реакции этого алкина с водой в присутствии соли ртути образуется вещество **B**. Окисление вещества **B** 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.

РЕШЕНИЕ

Образование осадка означает, что у алкина есть концевая тройная связь,

Реакция с водой приводит к образованию кетона.

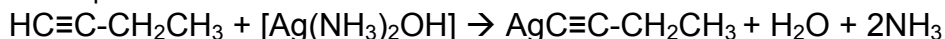
При окислении кетона разрыв связи происходит с обеих сторон от карбонильной группы с образованием всех возможных продуктов.

Приведенная смесь продуктов указывает на метилэтилкетон

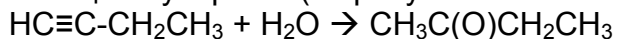
Вещество **B** = метилэтилкетон

Вещество **A** = бутин-1

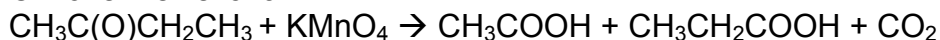
Реакции:



Реакция Кучерова (в присутствии солей ртути Hg^{2+}):



Окисление кетона



10-6. При нагревании 5,52 г неорганического вещества **A** выделяется 0,672 л газа (н.у.) и остается твердое вещество **B** 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 **B** не растворяется в обычных кислотах, но растворяется в концентрированной азотной кислоте, при этом образуется соединение **B** и выделяется газ, который полностью поглощается раствором KOH , при этом масса раствора KOH увеличивается на 1,84 г. Вещество **B** в твердом

виде разлагается при нагревании, давая снова вещество **Б**. Определите вещества **А–В** и напишите уравнения всех упомянутых реакций. Ответ подтвердите расчетами

РЕШЕНИЕ

Предположим, что газ, поглощающийся КОН - это CO_2 .

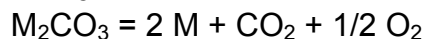
Его количество $0,672 \times 2/3 \rightarrow 0,02$ моль

$0,88 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 0,02$ моль, значит это действительно CO_2 .

Масса второго газа $5,52 - 4,32 - 0,88 = 0,32$ (г). Его количество: $0,672 \times 1/3 \rightarrow 0,01$ моль

Таким образом, молярная масса этого газа 32, и это кислород.

Если исходная соль — карбонат одновалентного металла M_2CO_3 , то его молярная масса $5,52 : 0,02 = 276$.



Мол. 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:

