

Межрегиональная олимпиада школьников
«Будущие исследователи – будущее науки» - 2024/25
Химия. Финальный тур. *Время выполнения заданий – 180 минут.*

9 класс

Задача 9-1

Соединение **М**, включающее атомы трех химических элементов, широко используется в промышленности для получения металла **Х**. Оно встречается в природе в виде минерала, однако, известно ограниченное число месторождений **М** и в России их практически нет. По этой причине для промышленных нужд **М** получают синтетически. Основной способ промышленного получения **М** заключается в обработке соединения **А** избытком водного раствора **У** с получением водного раствора кислоты **В**. Нейтрализация полученного раствора **В** гидрокарбонатом натрия приводит к выпадению осадка **М**.

1. Расшифруйте соединения, обозначенные буквами, если известно, что **А** – это гидроксид **Х** с массовой долей **Х**, равной 34.6%, **У** – бинарное соединение с массовой долей водорода 5%. При действии на 3.9 г **А** избытком водного раствора **У** образуется 200 г раствора с процентным содержанием **В** равным 3.6%.
2. Напишите уравнение реакции образования кислоты **В** из **А** и **У**, учитывая, что реагенты взаимодействуют в мольном соотношении 1 : 6, а в реакции кроме трехосновной кислоты **В** образуются молекулы воды.
3. Напишите уравнение реакции образования труднорастворимого **М** при действии гидрокарбоната натрия на раствор **В**, учитывая, что идет полная нейтрализация кислоты.
4. Напишите реакции термического разложения **А**, взаимодействия **А** с соляной кислотой, взаимодействие **А** с щелочью.

При расчетах используйте значения атомных масс элементов, округленные до целых чисел.

Задача 9-2

Для определения карбонатов в щелочи используется кислотно-основное титрование, то есть содержание щелочи и карбонатов рассчитывают по объему раствора кислоты известной концентрации, который расходуется на реакцию с соответствующим веществом. При добавлении кислоты к анализируемому раствору, содержащему гидроксид и карбонат натрия, сначала титруется карбонат до гидрокарбоната и щелочь, этот объем кислоты V_1 фиксируется по обесцвечиванию раствора фенолфталеина. Дальнейшее добавление кислоты к раствору сопровождается титрованием гидрокарбоната до угольной кислоты, этот суммарный от начала титрования объем V_2 фиксируется по изменению окраски метилового оранжевого с желтой на красную.

Гранулы гидроксида натрия, загрязненные карбонатом, полностью растворили в воде. Полученный раствор оттитровали 0.1 моль/л раствором соляной кислоты и установили, что $V_1 = 10$ мл, $V_2 = 12$ мл.

1. Запишите уравнения реакции, которые протекают в растворе до V_1 и V_2 .
2. Установите массовую долю карбоната натрия и гидроксида натрия в образце.
3. Каким образом происходит загрязнение гидроксида натрия карбонатом? Ответ поясните и подтвердите уравнением реакции.

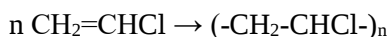
Задача 9-3

В колбу объемом 22.4 л на воздухе засыпали некоторое количество простого вещества **A**, привели к н.у., герметично закрыли пробкой, подожгли **A** искровым разрядом. После окончания экзотермической реакции горения колбу охладили до 0°C, давление в колбе равнялось 1 атм, плотность газовой смеси в колбе стала 1.2303 по воздуху. В колбу залили 5%-ный раствор NaOH в количестве, достаточном для полного связывания газообразного продукта **B** реакции горения, при этом образовалась соль **C**. Полученный мутный раствор нагревали при перемешивании до тех пор, пока соль **C** не превратилась в соль **D**, и после этого раствор стал прозрачным. Определите вещества **A – D** и количество исходного **A**. Составьте уравнения реакций образования **B**, **C**, **D**. Дайте обоснованный ответ, выпадет ли осадок при добавлении CaI_2 к раствору соли **D**? Примите, что объемные доли известных основных трех компонентов воздуха равны 0.78, 0.21 и 0.01.

Задача 9-4

Трассирующие снаряды зенитных пушек предназначены для обозначения траектории полета снаряда и корректировки огня. Трассирующий состав №1 представляет собой 57.6 г смеси пероксида стронция SrO_2 и металлического магния (в соотношении, обеспечивающем полное протекание реакции), которая запрессована в нижней части снаряда, воспламеняется горячими пороховыми газами в момент выстрела, горит с ярким свечением во время полета снаряда. Аналогичный трассирующий состав №2 с пониженной светимостью представляет собой 54.9 г смеси $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ с полимером поливинилхлоридом.

Определите количества веществ окислителей, расходующихся при горении каждого трассирующего состава. Составьте уравнения реакций, протекающих при горении каждого состава. Вычислите значения изменения энтальпии ($\Delta_f H^\circ 298$) в реакциях горения каждого состава в указанных массах, если известно, что изменение энтальпии в реакции определяется как сумма энтальпий образования продуктов минус сумма энтальпий образования исходных реагентов. Ниже приведены необходимые табличные данные необходимых для расчетов мольных энтальпий образования веществ: $\Delta_f H^\circ 298$, кДж/моль: -636.6 (SrO_2), -590.5 (SrO), -833.2 (SrCl_2), -984.08 ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$), -601.8 (MgO), -37.26 (на моль структурного звена поливинилхлорида $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$), -393.51 (CO_2), -285.83 ($\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}$). В продуктах реакций нет сажи, O_2 , Cl_2 . Поливинилхлорид получается полимеризацией винилхлорида по приведенному ниже уравнению, где n – степень полимеризации, которая не играет роли в расчетах:



Выход всех реакций 100% по всем участвующим веществам. Атомные массы элементов, за исключением Cl, округляйте до целых чисел.