

ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия с водой следующих соединений: SOCl_2 , PCl_3 , P_2S_5 , Al_4C_3 , LiAlH_4 , NaHCO_3 , Na_2SiO_3 .

2. В лаборатории имеется пять колб с водными растворами различных веществ. На первой колбе написано «гидроксид бария», на второй – «иодид калия», на третьей – «карбонат натрия», на четвертой – «соляная кислота» и на пятой – «нитрат меди». Этикетки перепутаны таким образом, что ни один из растворов не подписан правильно. При сливании раствора из второй колбы с раствором из третьей колбы выделяется газ, раствор при этом остается прозрачным. При смешивании раствора из второй колбы с содержимым четвертой колбы образуется белый осадок, цвет раствора не изменяется.

1. Укажите правильные надписи для колб №№ 1–5.
2. Напишите уравнения реакций, упомянутых в условии.
3. Какие еще реакции можно провести между указанными веществами?

3. Три органических вещества являются изомерами. При сжигании они образуют только CO_2 и воду. Молекулярная масса каждого из этих веществ составляет 60, при этом массовая доля водорода в молекуле в 6 раз меньше, чем массовая доля углерода.

1. Определите состав веществ, предложите их возможное строение.
2. Какие из указанных соединений взаимодействуют с а) водным раствором гидроксида натрия. в) свежесажженным гидроксидом меди? Напишите уравнения реакций.

4. Разбирая на полках обезболивающие препараты, фармацевт наткнулся на банку с белыми кристаллами. Фирменная этикетка почти стерлась, и можно было прочесть только часть названия вещества: «S-2-(пара-изо...)-про...овая.....». На титрование водного раствора 1,0 грамма этих кристаллов было израсходовано 4,85 мл 1 М раствора NaOH . Элементный анализ показал, что помимо углерода и водорода, вещество содержит 15,5 % кислорода по массе. Попробуйте по имеющимся данным восстановить брутто-формулу, а затем и структуру этого соединения. Обоснуйте свой выбор.

5. Навеску минерала энаргит массой 3,95 г подвергли обжигу в избытке кислорода. При обжиге получено 896 мл (н.у.) газа **A** с плотностью по водороду 32, а также 3,55 г смеси двух твердых продуктов **B** и **B**. При обработке смеси **B** и **B** разбавленным раствором гидроксида натрия вещество **B** растворилось с образованием соли трехосновной кислоты. Молекула этой кислоты содержит 45,10% кислорода по массе. Нерастворившийся остаток представляет собой вещество **B** массой 2,40 г, оно растворимо в разбавленной серной кислоте с образованием голубого раствора.

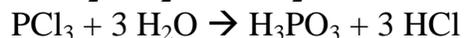
1. Определите количественный состав (формулу) энаргита
2. Определите степени окисления входящих в его состав элементов. К какому классу соединений можно отнести этот минерал?
3. Напишите уравнения упомянутых реакций.

6. При кипячении 100 г раствора, содержащего вещество **A**, выделилось 0,448 л оксида углерода(IV) (н.у.). После прекращения выделения газа раствор осторожно упарили, получив 5,72 г вещества. При прокаливании масса этого вещества уменьшилась на 3,60 г.

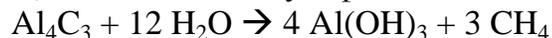
1. Что представляет собой вещество **A**?
2. Определите массовую долю вещества в растворе, полученном после прекращения выделения газа, если при кипячении объем раствора не изменился.

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1.

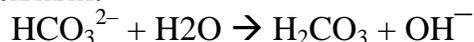


Так как количество воды не указано, то реакции с образованием других фосфорных кислот, например, HPO_3 , тоже являются правильным решением. Однако писать в продуктах оксид фосфора — неправильно, так как он очень гигроскопичен и взаимодействует с водой гораздо быстрее, чем исходный сульфид.



NaHCO_3 в воде гидролизуеться с образованием щелочной среды.

Гидролиз лучше писать в ионном виде, однако, любой способ написания оценивался как правильный.



То же самое верно относительно силиката натрия Na_2SiO_3



2.

1. Выделение газа (без образования осадка) означает, что слили растворы карбоната натрия и соляной кислоты: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (колбы № 2 + № 3)

Образование белого осадка соответствует $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 + 2 \text{NaOH}$ (№ 2 + № 4)

Вторая колба встречается в обоих случаях, следовательно, это карбонат натрия

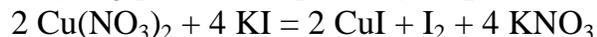
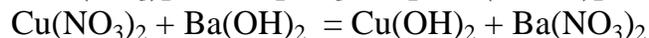
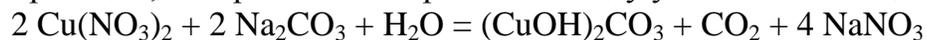
№2 - карбонат натрия

№3 - соляная кислота

№4 - гидроксид бария

Остались №1 и №5 — иодид калия и нитрат меди. Так как все колбы подписаны неправильно, то №1 - нитрат меди, а №5 - иодид калия (наоборот быть не может, так как номер 5 подписан как нитрат меди).

Другие реакции, которые можно провести между указанными веществами:



3.

Судя по продуктам сгорания, вещество содержит только С, Н и О.

Так как соотношение С и Н по массе 6 : 1, то атомное отношение = 1 : 2.

Углеводорода с таким соотношением и молекулярной массой 60 быть не может, в молекуле должен быть еще и кислород. Подходит $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

В качестве изомеров можно предложить

CH_3COOH уксусная кислота

HCOOCH_3 метилформиат

HOCH_2CHO гликолевый альдегид

Реакции: а) с водным раствором NaOH

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ нейтрализация, образование ацетата натрия

$\text{HCOOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{CH}_3\text{OH}$ щелочной гидролиз

$\text{HOCH}_2\text{-CHO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOCH}_2\text{-CHO} + \text{H}_2\text{O}$ (частично)

б) с гидроксидом меди

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O}$ нейтрализация, образование ацетата меди

$\text{HOCH}_2\text{-CHO} + 2 \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{HOCH}_2\text{-COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ окисление

10-4.

По названию, очевидно, что вещество ароматическое, оно содержит пара-замещенное бензольное кольцо, скорее всего это кислота.

Расчет по титрованию. Количество NaOH пошедшее на титрование: 0,00485 моль

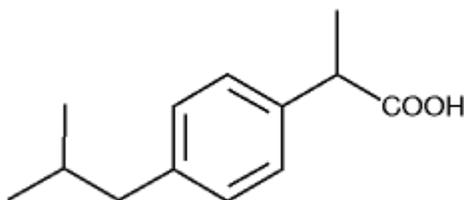
Предположим, что кислота одноосновная.

Тогда ее молярная масса составляет $1 / 0,00485 = 206,18$.

Этого уже достаточно для составления формулы, однако по данным элементного анализа можно узнать количество атомов кислорода: $206,2 \times 0,155 = 32$, два атома O, т.е. в молекуле только карбоксильная группа, больше кислорода нет.

С учетом наличия одной группы COOH и бензольного кольца, можно определить, что брутто формула вещества — $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$.

Обратив внимание на то, что бензольное кольцо замещено в пара-положение, карбоновая кислота (скорее всего пропионовая) замещена в положение 2, получаем структурную формулу вещества:



Это препарат *ибупрофен*.

Так как в названии присутствует S-, означающая конфигурацию асимметрического атома углерода, то такой атом обязан в молекуле присутствовать. В данной формуле он есть, это атом, к которому присоединена карбоксильная группа.

5.

В условии присутствует избыточное количество данных, они все для расчета не нужны, но полезны для проверки. Поэтому принимается любой разумный способ расчета. Например, такой:

Газ А очевидно SO_2 , его получено 0,04 моль

Вещество В предположительно оксид меди (т.к. получено при обжиге и при растворении дает голубой раствор).

Тогда его количество $2,40 \text{ г} / 80 = 0,03$ моль.

Масса вещества Б составляет $3,55 - 2,40 = 1,15$ г. Вещество Б - кислотный оксид, образующий трехосновную кислоту. Формула трехосновной кислоты: $\text{H}_3\text{ЭO}_3$ или $\text{H}_3\text{ЭO}_4$

В первом случае $48 / (3 + x + 48) = 0,451$, отсюда $x = 55,4$

Это недалеко от марганца и железа, однако эти элементы в степени окисления +3 не образуют трехосновных кислот.

(Помимо этого, минерал содержит $0,04 \times 32 = 1,28$ г серы и 1,92 г меди.

На долю третьего элемента остается 0,75 г, а его оксид имеет массу 1,15 г.

При желании можно проверить, что для Mn и Fe это условие не выполняется).

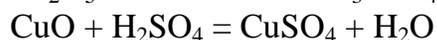
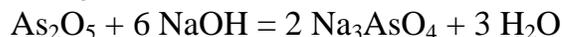
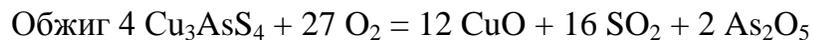
В случае $\text{H}_3\text{ЭO}_4$

$64 / (3 + x + 64) = 0,451$, $x = 74,9$, что соответствует мышьяку, и все проверки выполняются.

Минерал содержит 0,01 моль мышьяка.

Так как по расчету соотношение As : Cu : S составляет 1 : 3 : 4, то формула минерала Cu_3AsS_4

Реакции



6.

Предположим, что вещество А - NaHCO_3

При кипячении раствора происходит реакция



Так как газа выделилось 0,02 моль, то карбоната натрия тоже должно получиться 0,02 моль, что составляет 2,12 г. Однако такая масса получается только после прокаливания (5,72 - 3,60). Значит при упаривании получился кристаллогидрат. $3,60 / 0,02 = 180 - 10$ молекул воды, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10 \text{H}_2\text{O}$

Массовая доля:

После кипячения был получен раствор карбоната натрия. Масса карбоната натрия 2,12 г.

Масса раствора 100 г - $44 \times 0,02 = 99,12$ г.

Массовая доля вещества $\sim 2,14 \%$

На самом деле сода сильно гидролизуется, поэтому данная величина достаточно условна.