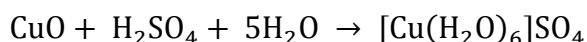


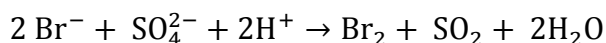


Химия для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап) Решение задачи 6. Новое соединение

1. Используя информацию о термическом окислении соединения в токе кислорода можно сделать вывод о том, что соединение содержит бром, имеющий молекулярную массу 80. Вторым присутствующим в соединении элементом является медь, образующая твердый продукт черного цвета CuO, взаимодействующий с серной кислотой с образованием раствора голубого цвета, согласно реакции:



При взаимодействии с серной кислотой протекает окисление бромид-иона до брома, выглядящее как «вскипание» раствора, приводящее к окрашиванию раствора в коричневый цвет. Ионное уравнение процесса имеет вид:



При взаимодействии с бензолом происходит экстракция брома в неполярный растворитель с окрашиванием последнего в красновато-коричневый цвет.

Рассчитаем мольное отношение брома и меди, используя информацию о потере массы образцом при испарении брома и массу оксида меди(II):

$$n(\text{Br}):n(\text{Cu}) = \frac{0,000537 \text{ г}}{79,9 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} : \frac{0,000356 \text{ г}}{79,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 3 : 2$$

Рассчитаем массу оставшихся элементов:

$$1,0 - 0,537 - 63,5 \cdot 0,356 / 79,5 = 0,179 \text{ мг} = 0,000179 \text{ г.}$$

В составе бромида медь может присутствовать в степенях окисления +1 или +2. В случае Cu^{+2} заряд частицы $[\text{Cu}_2\text{Br}_3]$ будет составлять +1. В случае Cu^{+1} частица будет анионом с зарядом -1.

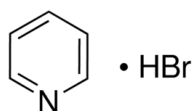
Известно, что соединение содержит азот. В этой связи логично предположить, что речь о катионе с зарядом +1, тогда анионом был бромocupрат Cu_2Br_3^- . По стехиометрии количество катиона в 3 раза меньше количества брома, откуда находим молярную массу органического катиона:

$$M = \frac{0,000179}{\frac{0,000537}{79,9} / 3} = 80 \text{ г/моль}$$

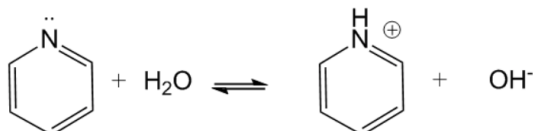
Если речь об первичном алифатическом амине RNH_3^+ , то молекулярная масса радикала R составит 63 г/моль, что соответствует C_5H_3 , структуру которого описать сложно. Кроме того, данные спектроскопии ЯМР указывают на присутствие одного типа азота и трех типов углерода в структуре соединения.

Катионом может быть катион пиридиния состава $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$.

Соответствующий бромид имеет строение:



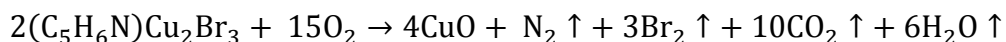
Катион пиридиния образуется при гидролизе согласно реакции:



Гидролиз усиливается в кислой среде, создаваемой бромоводородной кислотой.

Итак, неизвестное соединение – бромocupрат(I) пиридиния (C₅H₆N)Cu₂Br₃.

Соединение окисляется избытком кислорода воздуха по реакции:



2. Вещество можно синтезировать реакцией соединения двух бромидов согласно уравнению:



Такая реакция может протекать в инертной атмосфере, в среде абсолютированного этанола, метанола, или иного растворителя, допускающего растворение обоих компонентов. Раствор должен быть подкислен концентрированной HBr. Синтез необходимо проводить в среде инертного газа (аргона) при умеренном нагревании (до 50-60°C).