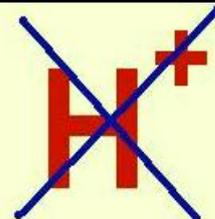




## Как растворить медь не имея кислоты

В.Н. Витер



### Растворение меди в смеси аммиак – перекись водорода

На дно стаканчика на 100 мл насыпьте кусочки медной проволоки. Залейте медь концентрированным раствором аммиака. Жидкость станет слегка синей. Добавьте примерно сколько же воды. После этого по каплям добавляйте 30%-й раствор перекиси водорода (раствор перекиси лучше развести в 2-3 раза). Можно брать и аптечный 3%-й  $H_2O_2$  или гидроперит.



К меди добавим раствор аммиака, затем – перекись водорода

фото В.Н. Витер



Раствор вскипит от интенсивного выделения газа и станет темным. Стаканчик заметно нагреется. В момент добавления перекиси четко заметно образование коричневого продукта. Со временем содержимое стаканчика разделится на коричнево-зеленый осадок и темно-синий раствор. Добавляйте в раствор новые порции пероксида и аммиака. Медные проволочки будут постепенно растворяться. Через несколько часов коричнево-зеленый осадок полностью исчезнет. Вероятно, коричнево-зеленый продукт представляет собой соединение трехвалентной меди или пероксидное производное. В любом случае, подобные соединения неустойчивы, особенно в присутствии аммиака (восстановитель). На следующий день в стаканчике останется только синий раствор и немного голубого осадка.



1



2



3



4

Со временем содержимое стаканчика разделится на коричнево-зеленый осадок и темно-синий раствор (1), при стоянии этот осадок полностью разложится (2, 3). В результате упаривания раствора образуется зеленовато-синий продукт (4)

фото В.Н. Витер

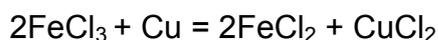
Слейте раствор с остатков нерастворившейся меди и дайте ему испариться при комнатной температуре. В результате образуется зеленовато-синий продукт.



### Растворение меди в FeCl<sub>3</sub>.

Травление меди раствором хлорида железа (III) применяют при обработке плат. Это традиционный метод, которым часто пользуются в домашних условиях.

В стаканчик поместите кусочки медной проволоки и залейте ее крепким раствором FeCl<sub>3</sub>. Автор использовал насыщенный раствор, который образовался в результате хранения хлорида железа (III) в неплотно закрытой банке (FeCl<sub>3</sub> очень гигроскопичен). Оставьте раствор на несколько дней. Видимых изменений не произойдет – жидкость так и останется темной, однако значительная часть меди растворится.



Под действием FeCl<sub>3</sub> медь переходит в раствор  
(справа показана качественная реакция с NH<sub>3</sub>) фото В.Н. Витер

Это легко доказать, если несколько капель раствора добавить в стаканчик с избытком аммиака. Раствор аммиака станет синим (не перемешивайте содержимое стаканчика, иначе образуется суспензия Fe(OH)<sub>3</sub> и жидкость будет непрозрачной).

А нельзя ли ускорить растворение меди? Для этого необходимо перемешивать раствор и повысить его температуру. Повышение температуры не только ускоряет реакцию, но и в несколько раз увеличивает растворимость хлорида железа (III) – при нагревании можно использовать более крепкие растворы травителя, а значит и более



активные. В нашем эксперименте при температуре 60 °С пучок медных проволочек растворился в хлориде железа примерно за 30 мин.

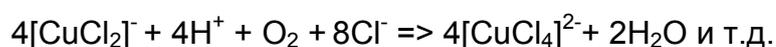
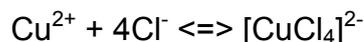
Но с нагревом главное не переборщить, иначе произойдет гидролиз  $\text{FeCl}_3$ . В результате образуются основные соли, которые не проявляют активности. Условно этот процесс можно выразить уравнениями:



.Хлороводород, который образуется в результате гидролиза, постепенно испаряется, равновесие реакции сдвигается вправо и процесс растворения меди может прекратиться. Поэтому не рекомендуется греть раствор хлорида железа выше 60 °С.

### Растворение меди в смеси $\text{CuSO}_4$ и $\text{NaCl}$

Из предыдущих статей мы узнали, что медь растворяется в водном  $\text{CuCl}_2$ , особенно – при нагревании. Непосредственным окислителем меди служит анион  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ :



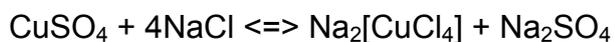
К сожалению, хлорид меди не является доступным веществом, но его можно заменить смесью сульфата меди и хлорида натрия (поваренной соли).



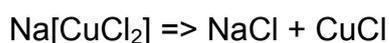


Растворение меди в смеси  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{NaCl}$  фото В.Н. Витер

На дно стаканчика на 50 мл положите медную проволоку. Сверху насыпьте несколько чайных ложек медного купороса и примерно такое же количество хлорида натрия (по объему). Смочите вещества водой, чтобы раствор превратился в жидкую кашу. Содержимое стаканчика перемешайте (при этом раствор станет зеленым) и поставьте греться на песочную баню. Желательно, чтобы раствор слегка кипел. Жидкость станет коричневой, медная проволока постепенно растворится.



Если раствор после травления вылить в большое количество воды, жидкость станет молочно-белой в результате осаждения  $\text{CuCl}$ :



Для ускорения травления имеет смысл барботировать через раствор воздух – чтобы окислить одновалентную медь. Также желательно подкислить раствор серной кислотой.



Осаждение хлорида меди  $\text{CuCl}$  в результате разбавления раствора, который образовался после травления меди смесью  $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$

фото В.Н. Витер