



## Анализ кристаллов

В.Н. Витер



Итак, из раствора, содержащего сульфат меди и бихромат аммония, образовались зеленые кристаллы. Мы предположили, что это бихромат меди. В процессе обсуждения на форуме была выдвинута также версия, что это сульфат меди, на поверхности которого сорбировались ионы бихромата.

Для того чтобы установить состав кристаллов, необходимо провести их количественный анализ. Для простоты мы ограничимся качественным анализом: попытаемся установить, какие ионы входят в состав кристаллов. Нередко случается так, что после качественного анализа отпадает необходимость в проведении количественного, поскольку становится ясно, что перед нами совсем не то вещество, которого мы ожидали.

Сначала необходимо получить зеленые кристаллы. Мы взяли равные количества медного купороса и бихромата калия<sup>1</sup> и растворили их в воде при нагревании. После охлаждения из раствора выпали оранжевые кристаллы бихромата калия и неизвестные кристаллы травянисто-зеленого цвета. Эти кристаллы были отделены от бихромата и помещены в воду. В результате они дали зеленоватый раствор.



<sup>1</sup> На 1 моль  $\text{CuSO}_4$  приходился 1 моль  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Напомним, что в экспериментах, описанных в предыдущей статье, использовался бихромат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

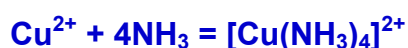


Кристаллы, которые образовались из раствора  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  фото В.Н. Витер



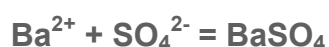
### Кристаллы дали зеленоватый раствор

В первую очередь была проведена качественная реакция на медь: к исследуемому раствору добавили аммиак. При действии избытка аммиака раствор окрасился в интенсивный синий цвет.



Медь обнаружена.

Теперь добавим к исходному раствору нитрат бария. Хромат- и бихромат-ионы дают с солями бария желтый осадок хромата бария  $\text{BaCrO}_4$ . Однако вместо ожидаемого желтого осадка выпал белый осадок. Это может быть только сульфат бария  $\text{BaSO}_4$ .



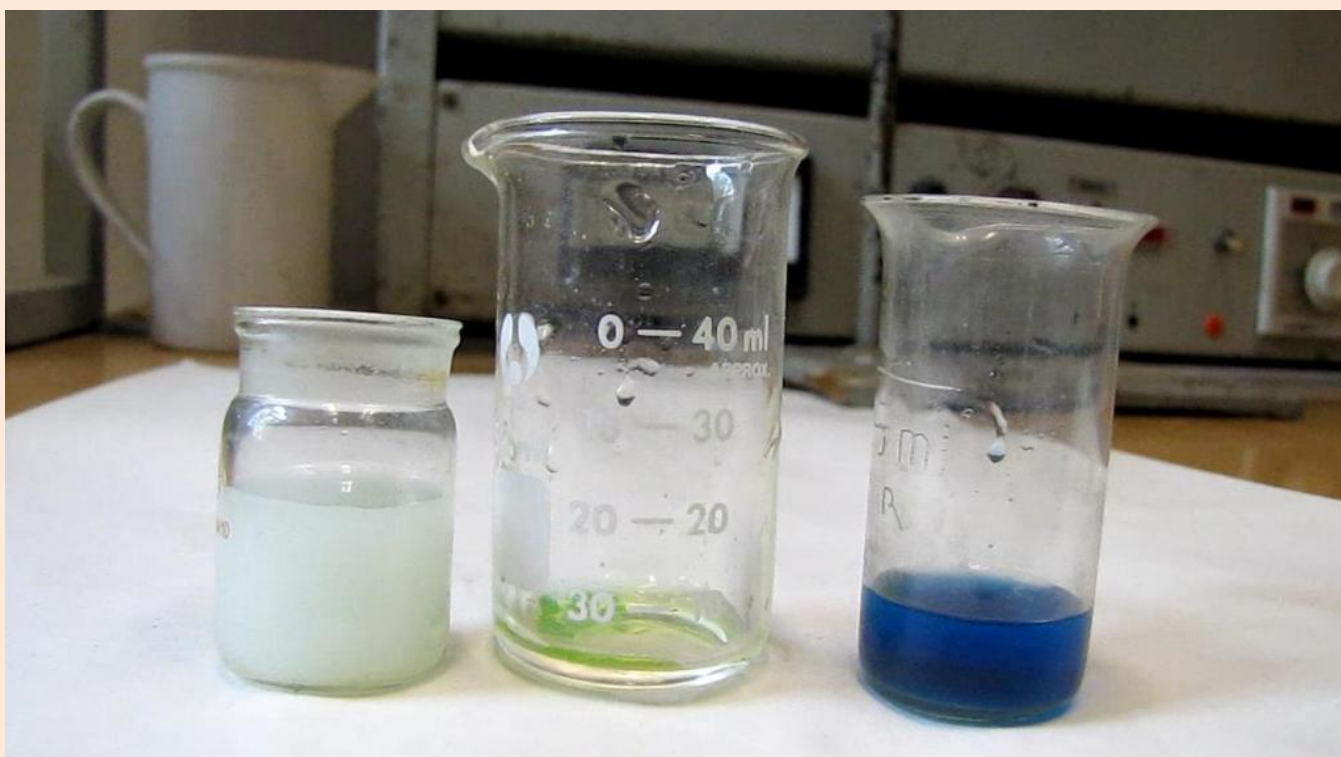
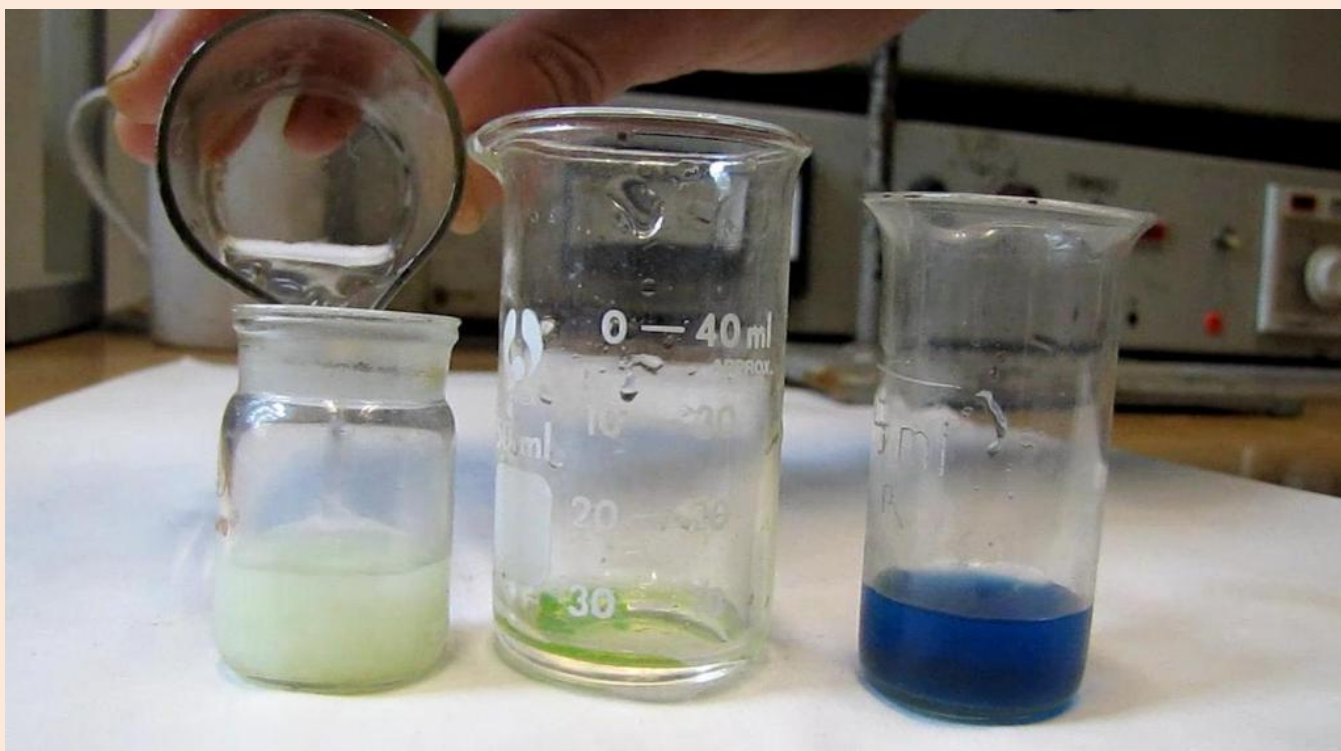
Возможно, осадок хромата бария не образовался потому, что среда кислая, ведь хромат бария растворим в кислотах, а растворы бихромата имеют кислую реакцию? Добавим к раствору с осадком сульфата бария избыток аммиака. Среда станет

щелочной (медь осталась в растворе в виде комплекса с аммиаком). Отфильтруем осадок и промоем его на фильтре водой. Будет четко видно, что осадок белый.

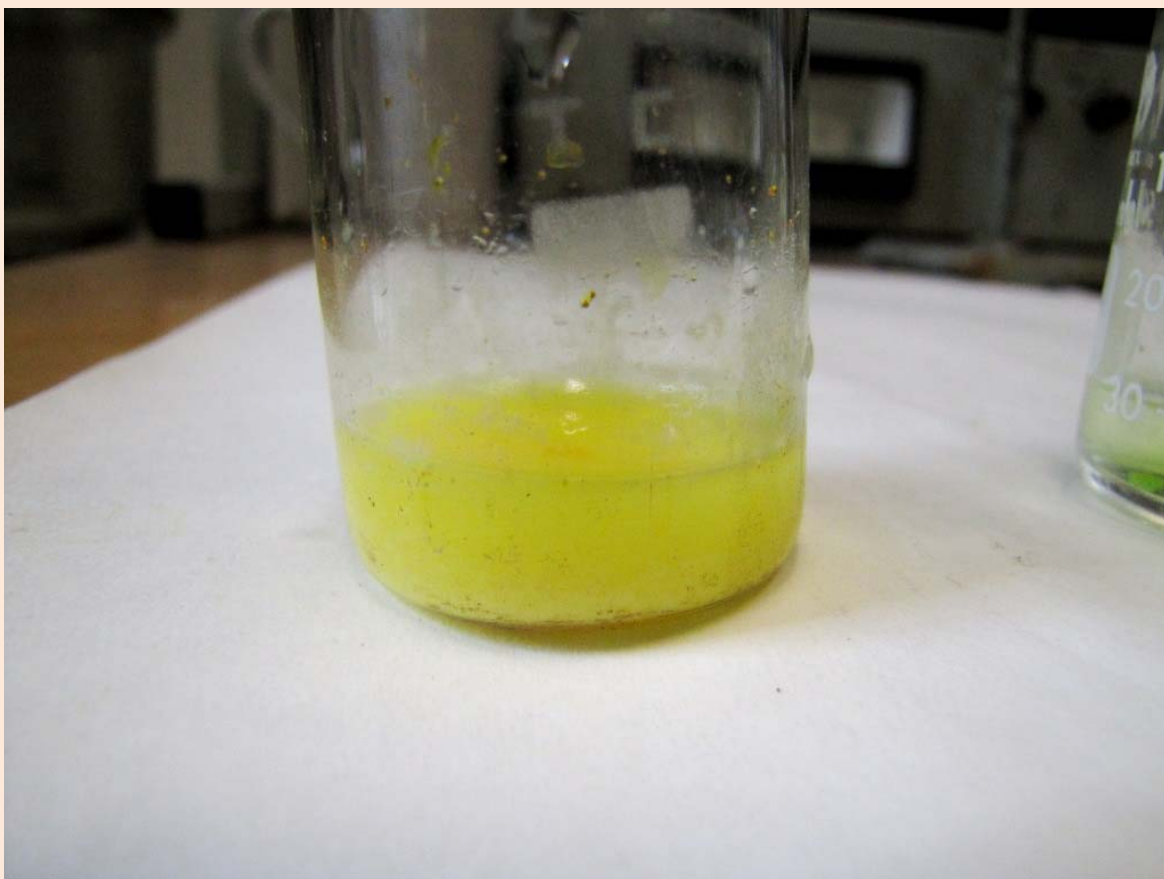
Для сравнения к раствору бихромата калия добавим нитрат бария. Выпадет желтый осадок хромата бария.



При действии аммиака раствор окрасился в синий цвет

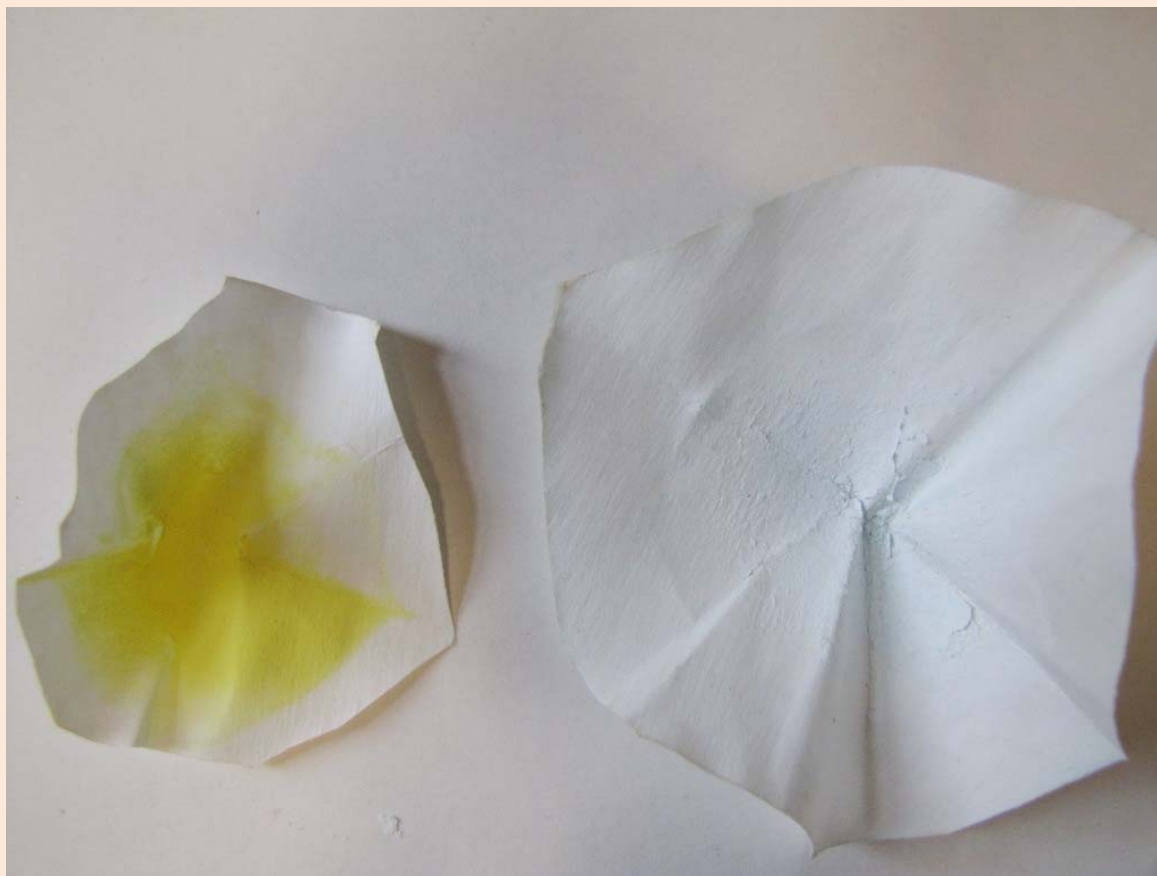


При действии нитрата бария выпал белый осадок



Бихромат калия дает с нитратом бария желтый осадок хромата бария, который можно отличить от белого сульфата бария





Слабокислая среда для образования осадка хромата бария совсем не помеха, главное, чтобы в растворе был хромат или бихромат и катион бария. Теперь отфильтруем и промоем желтый осадок хромата бария и сравним его с белым осадком сульфата бария.

Но, возможно, в осадке также содержится и хромат бария, просто его цвет замаскирован белым  $\text{BaSO}_4$ ? После высушивания осадок был обработан небольшим количеством азотной кислоты, в результате он приобрел слабый желтоватый оттенок. Под действием кислоты хромат бария растворился, окрасив жидкость в желтый цвет. Значит, ионы хромата в осадке все-таки есть, но это только примеси.

К аналогичным результатам пришел и Александр Дерягин. Напомним, он получил зеленые кристаллы из сульфата меди и бихромата аммония. Александр провел также дополнительную пробу на наличие в кристаллах иона аммония. Результат оказался отрицательным: при нагревании со щелочью кристаллы не давали запаха аммиака.

Таким образом, исследуемые зеленые кристаллы содержат медь, содержат сульфат, присутствует немного бихромата (или хромата). Вероятно, это сульфат меди,

на поверхности которого сорбировались ионы бихромата (или хромата). Вопрос о природе зеленых кристаллов остается открытым.

На практике подобные случаи встречаются не так уж редко, и самое простое объяснение не обязательно оказывается верным. Вещества часто ведут себя не совсем так, как это описано в учебниках.



Теория и эксперимент