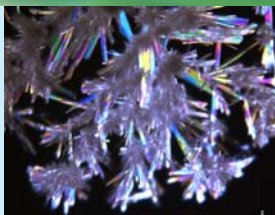


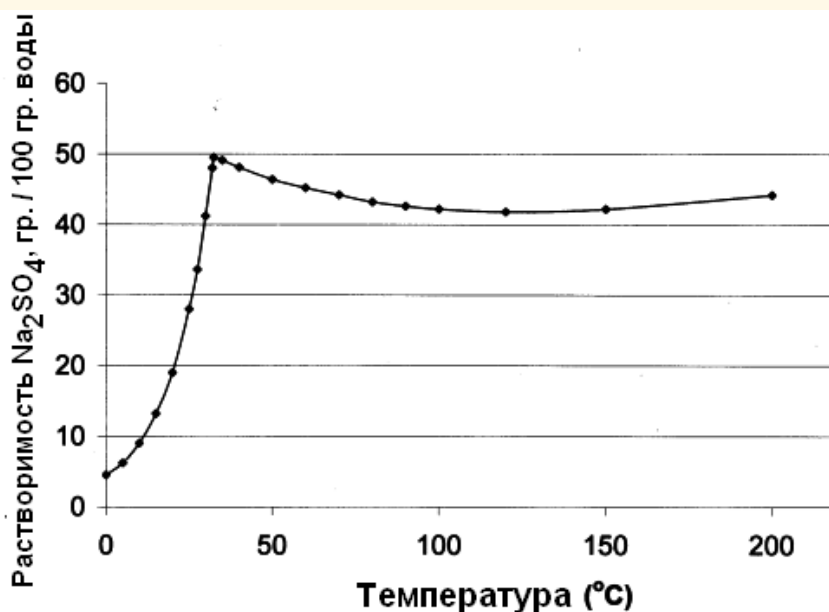
«Замерзание» воды при комнатной температуре (кристаллизация сульфата натрия)



В прошлом номере журнала мы рассказывали про опыт с пересыщенным раствором ацетата натрия¹. В плотно закрытой колбе такой раствор может храниться очень долго. Например, раствор, который остался от прошлых опытов, стоит уже второй месяц – без каких-либо признаков кристаллизации. Но стоит открыть колбу и незаметно бросить туда кристаллик ацетата натрия, как произойдет моментальная кристаллизация. Внешне этот процесс очень напоминает замерзание воды. Существуют и другие вещества, с которыми можно провести похожий эксперимент.

ProAlexandr прислал видео и описание опыта по кристаллизации пересыщенного раствора сульфата натрия. Этот эксперимент настолько напоминает кристаллизацию ацетата натрия, что внешне их отличить довольно сложно.

Перед тем, как перейти к описанию эксперимента рассмотрим некоторые свойства сульфата натрия. При комнатной температуре сульфат натрия образует кристаллогидрат с десятью молекулами воды: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. В природе этот гидрат встречается в виде минерала мирабилита. Другое название декагидрата сульфата натрия – глауберова соль. При увеличении температуры растворимость сульфата



Зависимость растворимости сульфата натрия от температуры

¹ "Замерзание" воды при комнатной температуре (кристаллизация ацетата натрия). Химия и Химики. № 2 (2010). С. 161. http://chemistry-chemists.com/N2_2010/161-183.pdf

натрия в воде быстро растет (см. рисунок). Но когда температура достигает 32.384°C , происходит резкое изменение: дальнейший нагрев приводит не к увеличению, а к уменьшению растворимости соли. Это объясняется тем, что в данной точке гидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ переходит в безводную соль, процесс сопровождается плавлением сульфата натрия в собственной кристаллогидратной воде. Максимальная растворимость сульфата натрия составляет 49.7 гр. Na_2SO_4 в 100 гр. воды. Плавление $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ можно использовать для калибровки термометров.

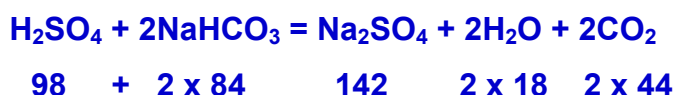


Кристаллы мирабилита gc.maricopa.edu



Таким образом, чтобы получить пересыщенный раствор сульфата натрия нужно растворить чуть больше 40 гр. Na_2SO_4 (безводной соли) в 100 гр. горячей воды. Нагревание раствора выше 32.384°C приводит к небольшому уменьшению растворимости соли, но имеет смысл нагреть воду значительно сильнее (вплоть до кипения), поскольку это значительно ускорит процесс растворения. Потом раствор охлаждают в закрытой колбе или пробирке и вносят затравку – кристаллик сульфата натрия. Происходит «моментальное замерзание» жидкости.

Сульфат натрия не является дефицитным веществом, но купить его можно только в магазинах реактивов. Можно ли приготовить сульфат натрия из доступных веществ? Для этого нужны два компонента: серная кислота и питьевая или кальцинированная сода. Разведенную серную кислоту можно купить в автомагазинах (электролит для кислотных аккумуляторов). Уравнение реакции имеет вид:



Для нейтрализации 98 гр. серной кислоты необходимо 168 гр (2 x 84) питьевой соды. При этом образуется 142 гр. Na_2SO_4 . Концентрация кислоты в электролите ориентировочно составляет 30-35%. Более точную концентрацию H_2SO_4 можно узнать, измерив, плотность раствора с помощью ареометра.

Например, у нас есть 100 гр. 30% серной кислоты. Количество серной кислоты составляет: $100 \cdot 0.3 / 98 = 0.306$ моль, для ее нейтрализации необходимо: $2 \cdot 84 \cdot 0.306 = 51$ гр соды. При этом образуется $142 \cdot 0.306 = 43.5$ гр. сульфата натрия и $2 \cdot 18 \cdot 0.306 = 11$ гр. воды. В исходном растворе было $100 \cdot (1 - 0.3) = 70$ гр. воды. Суммарное количество воды составляет $70 + 11 = 81$ гр. Таким образом, в 81 гр. воды растворено 43.5 гр. сульфата натрия или 53 гр Na_2SO_4 в 100 гр воды.

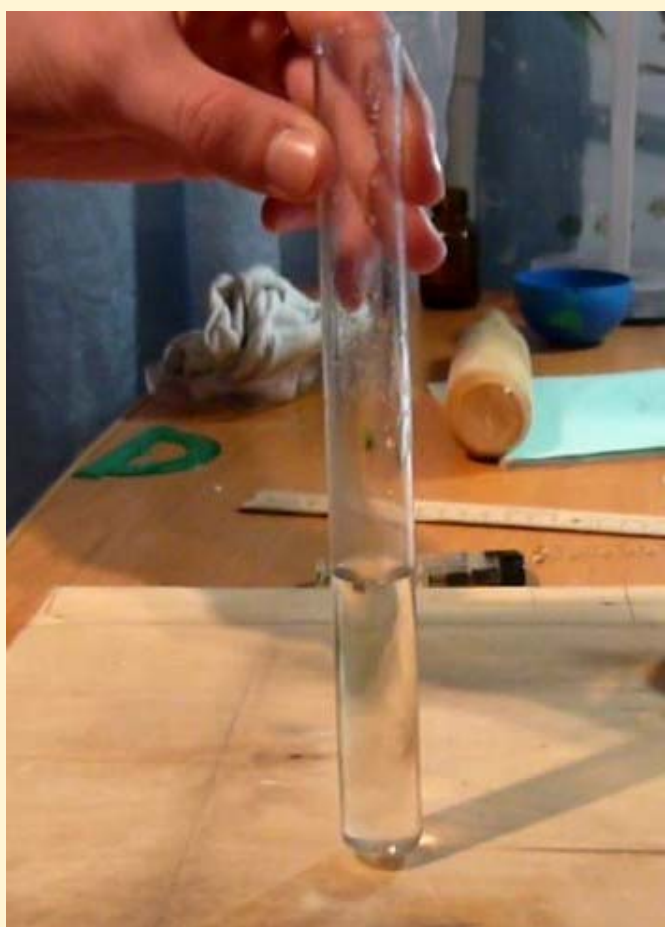
Как показали расчеты, при нейтрализации электролита питьевой содой должен образоваться пересыщенный раствор сульфата натрия, однако, ProAlexandr рекомендует такой раствор дополнительно упарить. О полноте нейтрализации серной

кислоты можно судить по прекращению выделения углекислого газа при добавлении очередной порции соды. После некоторого упаривания и охлаждения раствор готов к проведению опытов.



Кристаллизация пересыщенного раствора сульфата натрия
фото proAlexandr







Отложения сульфата натрия, озеро Chaplin (Канада) uregina.ca