

Областное государственное автономное общеобразовательное учреждение
«Центр образования «Ступени»»

Проектная работа

Таинственные кристаллы



В

*иктор,
учающийся 9 класса
Руководитель: А.Г.Волохович,
учитель химии
(высшая категория)*

г.Биробиджан
2014год

Содержание

Введение.....	3
1. Основная часть.....	4
1.1 Понятие кристаллов.....	4
1.2 Строение кристаллов	4
1.3 Пространственные решетки.....	5
1.4 Пример составления решетки.....	5
1.5 Применение кристаллов.....	6
1.6 Методы выращивания кристаллов.....	7
2. Постановка опыта и результаты.....	7
Выводы.....	13
Литература и источники в интернете.....	13

Введение

В 2013 году моя мама подарила мне исследовательский набор «Выращивание кристаллов в домашних условиях». И оказалось, что выращивание кристаллов - не пустая забава, а достаточно сложный и трудоемкий процесс. Кристаллизация – очень распространённый в химии процесс. Редко какое производство без него обходится. Ярко-красные рубины, выращенные искусственно, используют в наручных часах. А искусственные алмазы – фианиты трудно отличить от настоящих алмазов. Их название произошло от ФИАН, сокращённого названия Физического Института Академии наук.

Цель работы: выращивание кристаллов различных веществ.

Задачи:

- 1) Изучить соответствующую литературу и источники в интернете по данному вопросу.
- 2) Научиться готовить растворы различной концентрации, в том числе и пересыщенные.
- 3) Приготовить «затравку» для выращивания кристалла различных веществ.
- 4) Вырастить монокристалл.

Объект изучения: кристаллы различных веществ.

Предмет: кристаллы.

Гипотеза: я считаю, что кристаллы вырастают крупными и красивыми, если их рост происходит постепенно.

Методы исследования:

- сбор информации из книг;
- нахождение информации в сети Интернет;
- проведение экспериментов;
- наблюдение;
- анализ.

Новизна данного исследования состоит в разработке подходов изучения данной темы в рамках программы «Химия 8».

Практическая значимость состоит в возможности применения данных

материалов в ходе проведения уроков, внеклассных мероприятий с учащимися школы.

1. Основная часть

1.1 Понятие кристаллов

Большинство веществ в природе имеют кристаллическое строение. КРИСТАЛЛЫ – вещества, в которых мельчайшие частицы (атомы, ионы или молекулы) «упакованы» в определенном порядке. В результате при росте кристаллов на их поверхности самопроизвольно возникают плоские грани, а сами кристаллы принимают разнообразную геометрическую форму.

Интересно происхождение слова «кристалл» (оно звучит почти одинаково во всех европейских языках). Много веков назад среди вечных снегов в Альпах, на территории современной Швейцарии, нашли очень красивые, совершенно бесцветные кристаллы, напоминающие чистый лед. Древние натуралисты так их и называли: «кристаллос», по-гречески – лед; это слово происходит от греческого «криос» – холод, мороз. Полагали, что лед, находясь длительное время в горах, на сильном морозе окаменевают и теряют способность таять.

1.2. Строение кристаллов

Кристаллы— это твёрдые вещества, имеющие естественную внешнюю форму правильных симметричных многогранников, основанную на их внутренней структуре, то есть на одном из нескольких определённых регулярных расположений, составляющих вещество частиц (атомов, молекул, ионов).

В зависимости от строения, кристаллы делятся на ионные, молекулярные и металлические.

Ионные кристаллы построены из чередующихся катионов и анионов, которые удерживаются в определенном порядке силами электростатического притяжения и отталкивания. Электростатические силы ненаправленные: каждый ион может удержать вокруг себя столько ионов противоположного знака, сколько помещается. Но при этом силы притяжения и отталкивания должны быть уравновешены, а общая электронейтральность кристалла должна сохраняться. Все это с учетом размеров ионов приводит к различным кристаллическим структурам. Так, при взаимодействии ионов Na^+ (их радиус 0,1 нм) и Cl^- (радиус 0,18 нм) возникает октаэдрическая координация: каждый ион удерживает около себя шесть ионов противоположного знака, расположенных по вершинам октаэдра. При этом все катионы и анионы образуют простейшую кубическую кристаллическую решетку, в которой вершины куба попеременно заняты ионами Na^+ и Cl^- . Аналогично устроены кристаллы KCl , BaO , CaO и ряда других веществ.

на свое место одним единственным способом. Особенно трудно выложить паркетный узор из дощечек сложной формы.

Если паркетчик очень торопится, то плитки будут поступать к месту укладки слишком быстро. Понятно, что правильного узора теперь не получится: если хотя бы в одном месте плитку перекосит, то дальше все пойдет криво, появятся пустоты (как в старой компьютерной игре «Тетрис», в которой «стакан» заполняется деталями слишком быстро). Ничего хорошего не получится и в том случае, если в большом зале начнут укладывать паркет сразу десятков мастеров – каждый со своего места. Даже если они будут работать не спеша, крайне сомнительно, что соседние участки окажутся хорошо состыкованными. И в целом, вид у помещения получится весьма неприглядным: в разных местах плитки будут расположены в разном направлении, а между отдельными участками ровного паркета будут зияют дыры.

Примерно те же процессы происходят и при росте кристаллов, только сложность здесь еще и в том, что частички должны укладываться не в плоскости, а в объеме. Но ведь никакого «паркетчика» здесь нет – кто же укладывает частички вещества на свое место? Оказывается, они укладываются сами, потому что непрерывно совершают тепловые движения и «ищут» самое подходящее для себя место, где им будет наиболее «удобно». В данном случае «удобство» подразумевает также и наиболее энергетически выгодное расположение. Попав на такое место на поверхности растущего кристалла, частица вещества может там остаться и через некоторое время оказаться уже внутри кристалла, под новыми выросшими слоями вещества. Но возможно и другое – частица вновь уйдет с поверхности в раствор и снова начнет «искать», где ей удобнее устроиться. Например, для хлорида натрия эта форма – куб, для алюмокалиевых квасцов – октаэдр.

1.5 Применение кристаллов

Основано на свойствах или сочетании свойств многих из них, например: высокой твердости и прозрачности (алмаз), а также на способности откликаться на внешнее воздействие, в частности преобразовывать одно физическое поле в другое. Пьезо- (кварц и др.) и сегнетоэлектрические кристаллы (напр., BiTiO_3) применяют в радиотехнике, кристаллы с полупроводниковыми свойствами (Si, Ge и др.) - в электронике. Кристаллы галогенидов щелочных металлов, сапфира используют как оптические материалы. Исключительное значение имеют ионные кристаллы для лазерной техники - рубин, иттрий-алюминиевый гранат и другие полупроводниковые лазерные кристаллы. В технике управления световыми пучками используют кристаллы, обладающие электрооптическими свойствами. Для удвоения частоты лазерного излучения применяют оптические кристаллы (KH_2PO_4 и др.), для измерения слабых изменений температуры - пирозлектрические кристаллы, для осуществления и измерения малых механических и акустических воздействий - кристаллы пьезоэлектриков, пьезомагнетиков, пьезорезисторов и т. п. Высокие механические свойства сверхтвердых кристаллов (алмаз) используют при обработке материалов и в

бурении. Кристаллы корунда Al_2O_3 применяют в оптических лазерах, в ювелирном деле и др.

1.6. Методы выращивания кристаллов

Кристаллы образуются тремя путями: из расплава, из раствора и из паров. Примером кристаллизации из расплава может служить образование льда из воды, так как вода - это расплавленный лед. К кристаллизации из расплава относится и процесс образования вулканических пород. Магма, проникающая в трещины земной коры или вытесняемая в виде лавы на ее поверхность, содержит многие элементы в разупорядоченном состоянии. При охлаждении магмы или лавы атомы и ионы разных элементов притягиваются друг к другу, образуя кристаллы различных минералов. В таких условиях возникает много зародышей кристаллов. Увеличиваясь в размере, они мешают друг другу расти, а поэтому гладкие наружные грани у них образуются редко.

Кристаллы в природе образуются также из растворов, примером чему могут служить сотни миллионов тонн соли, выпавшей из морской воды. Такой процесс можно продемонстрировать в лаборатории с водным раствором хлорида натрия. Если дать воде возможность медленно испаряться, то в конце концов раствор станет насыщенным и дальнейшее испарение приведет к выделению соли. Положительно заряженные ионы натрия притягивают отрицательно заряженные ионы хлора, в результате чего образуется зародыш кристалла хлорида натрия, который выделяется из раствора. При дальнейшем испарении другие ионы пристраиваются к образовавшемуся ранее зародышу, и постепенно растет кристалл с характерной внутренней упорядоченностью и гладкими наружными гранями.

Кристаллы образуются также непосредственно из пара или газа. При охлаждении газа электрические силы притяжения объединяют атомы или молекулы в кристаллическое твердое вещество. Так образуются снежинки; воздух, содержащий влагу, охлаждается, и прямо из него вырастают снежинки той или иной формы.

2. Постановка опыта и результаты.

Кристаллы различных солей я попытался вырастить в лабораторных условиях.

В настоящее время о выращивании кристаллов написано немало. На различных сайтах в интернете дается множество советов, как вырастить крупные красивые кристаллы. Было интересно попробовать вырастить кристаллы самостоятельно. Я выбрал наиболее простой метод - метод кристаллизации с помощью «затравок».

Ещё до того, как начать выращивать кристаллы, нужно помнить о элементарных правилах техники безопасности:

- ☐ Нельзя при экспериментах пользоваться пищевой посудой, поскольку использование пищевой посуды может привести к отравлению.
- ☐ Нельзя принимать пищу во время проведения опытов. Это также может привести к отравлению.

- ☐ Нельзя проводить опыты с неизвестными реактивами.
- ☐ Все реактивы необходимо хранить в безопасном сухом месте, защищённом от животных и маленьких детей. Также реактивы должны быть в герметичной упаковке. На упаковке должна быть надпись, сообщающая о содержимом.
- ☐ При проведении опытов желательно использовать перчатки и защитную одежду.
- ☐ Все опыты с выделением каких-либо вредных соединений должны проводиться в лабораторных условиях в вытяжном шкафу.

Результаты моей работы:

Главные правила для выращивания кристаллов методом кристаллизации с помощью «затравок»:

1. Очень концентрированный раствор.
2. Емкость должна находиться в теплом месте.
3. Никаких встрясок и частых проверок наличия образования кристалла.

Нарушение одного из правил может привести к неудаче в эксперименте.

Кристаллы выращивал из различных веществ:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ сульфата меди II;
- $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ ацетата свинца;
- NaCl хлорида натрия;
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ - кристаллы меди.

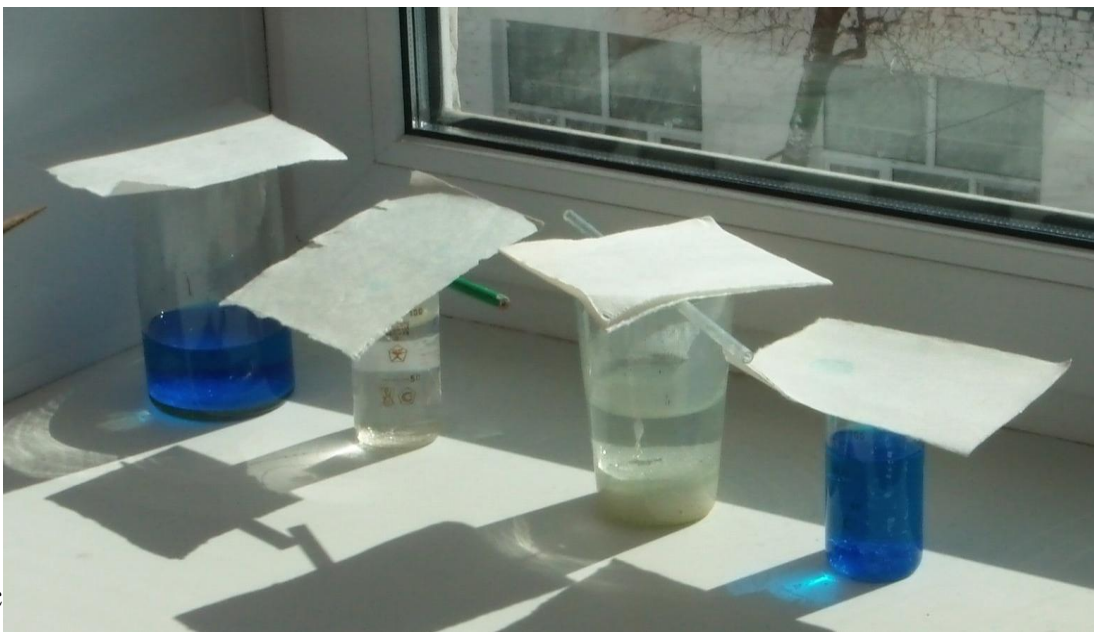
Рост кристаллов осуществлялся при средней температуре 18 -20 градусов в течение 6 недель. Чем медленнее происходит рост кристаллов, тем они крупнее.

Получение кристаллов сульфата меди.

Сначала приготовим более концентрированный раствор выбранной соли, внося соль в стакан с водой, до тех пор, пока очередная порция соли не перестанет растворяться при перемешивании. После этого слегка подогреем смесь, чтобы добиться полного растворения соли. Для этого стакан поставим в водяную баню с теплой водой.

Полученный концентрированный раствор перельем в химический стакан; туда же с помощью проволоочной перемычки (можно также сделать перемычку из стержня шариковой ручки) подвесим на нитке кристаллическую "затравку" - маленький кристаллик той же соли - так, чтобы он был погружен в раствор. На этой "затравке" и предстоит расти будущему кристаллу.

кристаллы
медного
купороса
(сульфата
меди II)
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Сосуд с раствором



ом поставим в открытом виде в теплое место. Следует следить за ростом кристалла каждый день, ни в коем случае не поднимая, не поворачивая и не сотрясая стакан с раствором, иначе эта встряска породит в системе незапланированную, иногда мгновенную кристаллизацию.

Когда кристалл вырастет достаточно большим, вынем его из раствора, обсушим мягкой тряпочкой или бумажной салфеткой, обрежем нитку и покроем грани кристалла бесцветным лаком, чтобы предохранить от

"выветривания" на воздухе.



Так выглядит кристалл медного купороса, выращенный из раствора.

Таким же способом у меня получились кристаллы и других веществ.

Получение кристаллов ацетата свинца.

Кристаллы ацетата свинца $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ имеют игольчатую форму. Окончание опыта через четыре недели.



Получение кристаллов поваренной соли

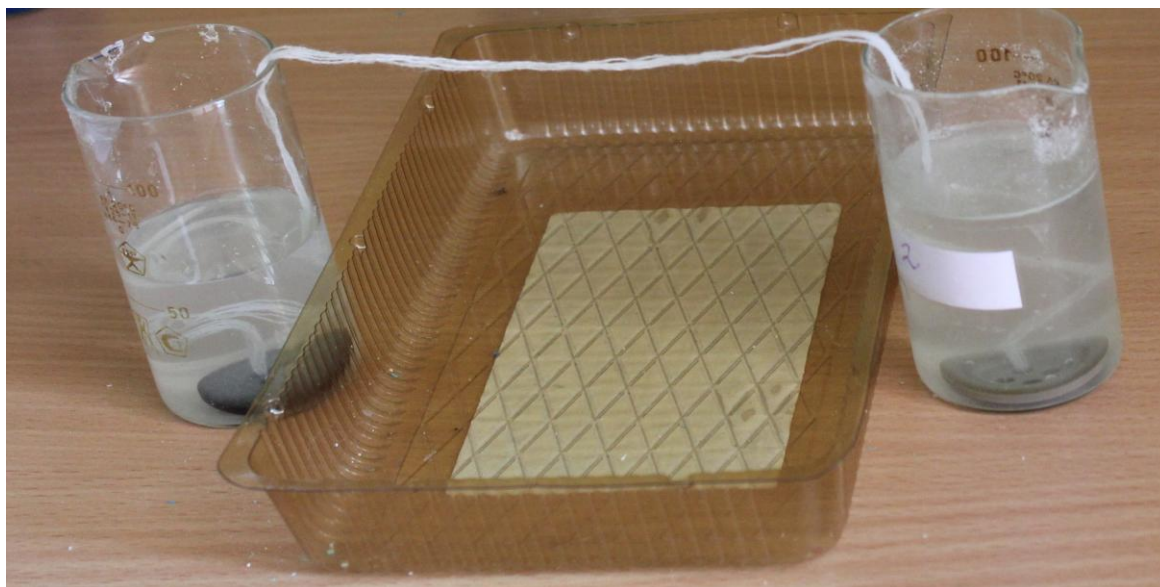
Кристаллы NaCl хлорида натрия бесцветные, имеют форму октаэдра.



пе
ще
ра
х
оч
ень
час



то встречаются сталактиты - свешивающиеся с потолка "сосульки" разных размеров, и сталагмиты - "сосульки", растущие из пола пещеры. Слово "**сталактит**" в переводе с греческого обозначает "натёкший по капле". Капая на пол пещеры, вода приносит с собой кристаллики кальция, которые начинают складываться в "горку" — **сталагмит**. У меня возникла идея вырастить свои «сталагмиты» и «сталактиты» из насыщенного раствора поваренной соли. Для этого надо взять два стакана с насыщенными растворами поваренной соли, опустить в оба нить, чтобы они не выпадали, я укрепил их тяжелыми пуговицами и оставил кристаллизоваться.



Результат можно увидеть на фотографии. Опыт удался. Я узнал процесс образования сталагмитов и сталактитов в природе.



Получение кристаллов меди.

Медь - это неактивный металл. Это можно сделать следующим образом.

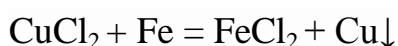
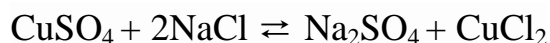
Для эксперимента мне понадобится медный купорос (тв.), хлорид натрия (тв. и конц. р-р), дистиллированная вода (желательно), стакан (от 50 мл до 700 мл), фильтровальная бумага, железный диск.

В чистый стакан насыпаю медный купорос очень тонким слоем (около 8 мм), чтобы он покрыл дно, утрамбовываю. Сверху насыпаю хлорид натрия, он должен превышать количество медного купороса в 3-5 раз (чем больше, тем лучше). Слой также трамбую. Поверх слоёв укладываю круг из фильтровальной бумаги так, чтобы он вплотную прикасался к стенкам стакана. На фильтр кладу железный круг (вырезал из железной консервной банки). Теперь удерживая фильтр стеклянной палочкой, наливаю медленно и тоненькой струйкой концентрированный раствор хлорида натрия. Раствор не должен перевернуть фильтр или перемешать слои! Чтобы все слои хорошо пропитались и воздух вышел, аккуратно вдоль стенки опускаю тонкую упругую проволоку, давая лишний канал раствору до дна. Стакан закрываю фильтровальной бумагой и оставляю стоять при комнатной температуре. Через некоторое время образуется зеленый слой, а потом мы увидим розовые дорожки в виде веточек.

Когда вы решите вынуть кристаллы, то:

- сначала магнитом удалите оставшееся железо;
- аккуратно слейте раствор;
- пинцетом удалите остатки фильтра;
- пинцетом и пластмассовой ложкой выгребите слой хлорида натрия и кристаллы меди в чистый, заранее приготовленный стакан и промойте водой.

После двух дней я разобрал этот «пирог» и нашел внутри ярко-розовые кристаллы меди, имеющие вид призм и октаэдров. Опыт удался!



Выводы

Проделав эту работу, я получил следующие результаты:

- Вырастить кристаллы реально. Выращивание кристалла - это очень интересный, но трудоемкий процесс.
- Малейшее нарушение технологии выращивания приводит к образованию дефектов в кристалле, или вообще кристалл может не вырасти. К таким нарушениям относится использование недистиллированной воды, перемешивание раствора, вытаскивание растущего кристалла из маточного раствора, нарушение температурного режима.
- Научился готовить растворы различной концентрации.
- Самое сложное - приготовление пересыщенных растворов и получение «затравки» для кристалла.
- Заинтересовал своей работой учеников школы, которые теперь хотят заниматься тем же. Это, можно сказать, повысит интерес к химии в их глазах, и, возможно, заставит лучше учиться.

Литература и источники в интернете

1. Материалы Geowiki
2. Энциклопедия школьника. Неорганическая химия. под ред. И.П.Алимарин М. 1975
3. Занимательная химия. 8-11 кл. Леенсон И.А..М. «Дрофа» 1996
4. Справочник по общей и неорганической химии. Лидин Р.А., М. «Просвещение» 1997
5. Костов И., «Кристаллы»: Кристаллография, пер. с болг., М., 1965;
6. Бокий Г. Б., Кристаллохимия, 3 изд., М., 1971; Сиротин Ю. И.
7. Лодиз Р. А., Паркер Р. Л., Рост монокристаллов, пер. с англ., М., 1973;
8. Маллин Дж., Кристаллизация, пер. с англ., М., 1966
9. Шаскольская М. П., Основы кристаллофизики, 2 изд., М., 1979; Современная кристаллография, т. 1-4, М., 1979-81.
10. Алексинский В.Н. Занимательные опыты по химии. «Просвещение». М.- 1995г
11. Леенсон И.А. Удивительная химия. О чем умолчали учебники. Издательство НЦ ЭНАС. М -2006
12. Степин Б.Д. Аликберова Л.Ю. Занимательные задания и эффектные опыты по химии. Дрофа. М-2002

Ресурсы интернета:

<http://www.novate.ru/blogs/131008/10496/>

<http://www.zircon.norol.ru>