

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Денисова Б.С.

с. Тоболово, Филиал МАОУ Тоболовская СОШ-Карасульская СОШ, 9 класс

Научный руководитель: Романова В.Б., с. Тоболово, учитель физики,
Филиал МАОУ Тоболовская СОШ-Карасульская СОШ

Данная статья является сокращением основной работы. С дополнительными приложениями можно ознакомиться на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/11/27004>.

*«Почти весь мир кристалличен.
В мире царит кристалл и его твердые,
прямолинейные законы»*

Академик Ферсман А.Е.

Можно ли вырастить кристаллы в домашних условиях? Совершенствовать свои умения и навыки, проявлять творческие способности – что может быть более актуальным для современного школьника? Хочется проверить свои способности, найти ответы на вопросы: Что? Как? Почему? И именно выбранная тема данной работы дает мне такую возможность: Разберусь! Объясню! Данная работа обладает определенным аспектом новизны, поскольку я никогда не делала своими руками что-либо подобное – кристалл «рос» на моих глазах, я наблюдала и ухаживала за ним. В моем представлении «вырастить», получить кристалл – это сотворить чудо!

Цель работы: вырастить кристаллы в домашних условиях и исследовать их свойства.

Задачи:

1. Изучить информацию из литературных источников по вопросу.
2. Вырастить кристалл из соли медного купороса.
3. Изучить влияние внешних условий на рост кристаллов на примере магнитного поля;
4. Исследовать физические и химические свойства выращенных кристаллов.

В мире очень много интересного и необычного. В земле иногда находят камни такой формы, как будто их кто-то тщательно выпиливал, шлифовал, полировал – это кристаллы. Они встречаются в нашей жизни везде, притягивая своей необычностью и загадочностью, вызывая интерес к наблюдению и изучению. Бывают кристаллы маленькие, узкие и острые, как иголки,

и бывают громадные, как колонны. Многие кристаллы идеально чисты и прозрачны, как вода. Недаром говорят «прозрачный как кристалл», «кристально чистый».

Живя на Земле, мы ходим по кристаллам, строим из кристаллов, обрабатываем кристаллы на заводах, выращиваем их в лабораториях, широко применяем в технике и науке, едим кристаллы, лечимся ими...

В лабораториях получают искусственно монокристаллы многих веществ. Соблюдая меры предосторожности, можно вырастить некоторые кристаллы и в домашних условиях, например, из перенасыщенных растворов медного купороса способом постепенного удаления воды из раствора. Именно по такому способу я выращивала свои кристаллы, разбив работу на три этапа:

1. Приготовление «затравки».
2. Наблюдение за ростом кристаллов.
3. Исследование физических и химических свойств кристалла.

Программное обеспечение, которое мы использовали для обработки результатов экспериментов с кристаллами: цифровой микроскоп, цифровой фотоаппарат, электронные весы.

Программы: Microsoft Office Picture Manager, Microsoft Photo Paint

Выводы:

1. Мы вырастили кристаллы медного купороса: монокристалл и поликристалл (друза).
2. Кристалл, выращенный в магнитном поле, имеет почти правильную форму ромба.
3. Исследовали физико-химические свойства: кристаллы медного купороса хорошо растворяются в воде и плохо в спирте; появление зеленого оттенка в пламени указывает на наличие ионов меди (CuSO_4), плотность кристалла, выращенного в магнитном поле равна $2,07 \text{ г/см}^3$, а вне магнитного поля – $2,04 \text{ кг/см}^3$; показатель преломления кристалла $n = 1,54$; кристалл в опыте на электропроводность проявил четко выраженные свойства изолятора, что полностью соответствует нормальным электрическим свойствам кристаллов с ионным строением.

В результате проведенных исследований поставленная проблема была решена: нам удалось вырастить кристаллы медного купороса в домашних условиях.

Практическая значимость исследования состоит в том, что выращенные нами кристаллы могут быть использованы для демонстрации на уроках химии, физики, для создания картин, цветов, композиций, бижутерию для модниц и др. Из выращенных нами кристаллов мы изготовили: брошь, украсили рамку для фотографий и подставку для свечи, украсили шкатулку. Итоги нашей работы мы отразили в выпущенных буклетах с рекомендациями по выращиванию кристаллов в домашних условиях и создали презентацию, которую также можно использовать на уроках и внеурочных занятиях.

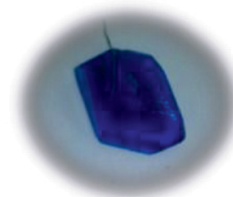
Теоретическая часть

Что такое кристалл

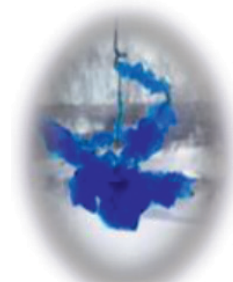
Слово кристалл («кристаллос») – греческого происхождения. Кристаллом древние греки называли лёд, а затем и горный хрусталь, который считали окаменевшим льдом. Позднее, начиная с 17 века, кристаллами стали называть все твёрдые тела, имеющие природную форму плоскостного многогранника. Кристаллы – это твердые тела, атомы или молекулы которых занимают определенные, упорядоченные положения в пространстве. Во всех кристаллах, во всех твердых веществах частицы расположены правильным, четким строем, выстроены симметричным, правильным повторяющимся узором. Пока есть этот порядок, существует твердое тело, кристалл. Поэтому кристаллы имеют плоские грани. Кристаллы бывают разной формы.

Кристаллические твердые вещества встречаются в виде отдельных одиночных кристаллов – монокристаллов и в виде поликристаллов, представляющих собой скопление беспорядочно ориентированных мелких кристалликов – кристаллитов, иначе называемых (кристаллическими) зернами. По своим свойствам монокристаллы отличаются от поликристаллов. Одиночные кристаллы, монокристаллы, имеют правильную геометрическую форму, для них характерна анизотропия, то есть различие свойств по разным направлениям. Поликристаллы состоят из множества сросшихся кристаллов, они изотропны. Вот,

например, кристаллы медного купороса, выращенные нами в домашних условиях:



Монокристалл



Поликристалл

Для наглядного представления внутренней структуры кристалла используют его изображение с помощью кристаллической решётки. Кристаллическая решётка – трёхмерное расположение атомов, ионов или молекул в кристаллическом веществе. В зависимости от того, как расположены атомы, он становится либо алмазом – красивым, прозрачным, самым твёрдым на свете камнем, либо серовато – чёрным мягким графитом, который мы видим в карандаше.

В зависимости от типа кристаллической решетки кристаллы делятся на 4 группы (табл. 1):

Способы выращивания кристаллов в природе

Каждый мог наблюдать, как возникают, растут и постепенно меняют свою форму кристаллы льда на стекле замерзшего окна. Кристаллы растут. Они всегда растут правильными, симметричными многогранниками, если им ничто не мешает при росте. Кристаллизацию можно вести разными способами.

1 способ: Кристаллы могут расти при конденсации паров – так получают снежинки и узоры на холодном стекле.



Таблица 1

<p>Ионные В узлах кристаллической решетки располагаются поочередно ионы противоположного знака. Силы взаимодействия электростатические</p>	<p>Ковалентные (атомные) В узлах решетки располагаются нейтральные атомы, удерживающиеся ковалентными связями квантово-механического происхождения.</p>	<p>Молекулярные В узлах решетки располагаются положительно заряженные ионы металла. При образовании решетки валентные электроны, слабо связанные с атомами, отделяются от атомов и коллективизируются, т.е. принадлежат всему кристаллу в целом.</p>	<p>Металлические В узлах решетки располагаются нейтральные молекулы, силы взаимодействия между которыми обусловлены взаимным смещением электронов.</p>
<p>Медный купорос</p> 	<p>ГРАФИТ</p> 	<p>Сахар</p> 	<p>Висмут</p> 
<p>ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ</p> 	<p>АЛМАЗ</p> 	<p>СЕРА</p> 	<p>ТИТАН</p> 

2 способ: Охлаждение насыщенного горячего раствора или расплава. К кристаллизации из расплава относится и процесс образования вулканических пород. Именно из-за охлаждения миллионы лет назад на Земле появились многие минералы. «Раствором» для этого «опыта» служила магма – расплав-

ленная масса горных пород в недрах Земли. Поднимаясь к поверхности из раскалённой глубины, магма охлаждалась. В результате этого охлаждения, которое могло длиться не одну тысячу лет, образовались те самые минералы, по которым мы ходим, на которые взбираемся. Процесс этот очень длительный.







3 способ: Постепенное удаление воды из насыщенного раствора. При испарении («высыхании») вода превращается в пар и улетучивается. Но растворённые в воде химические вещества не могут испариться вместе с ней и оседают в виде кристаллов.

Самый простой пример – соль, которая образовывается при испарении воды из соляного раствора. И в этом случае, чем медленнее испаряется вода, тем лучше получаются кристаллы. Именно по такому способу я выращивал свой кристалл.



Приготовление «затравки»

<p>1. Что нужно для приготовления «затравки»: Оборудование: 0,5 банка, ножницы, шелковая нить, картон, бумажный фильтр, воронка для фильтрования, термометр, водяная баня. Химические реактивы: дистиллированная вода, медный купорос.</p>	
<p>2. Вырезаем из картона держатель, на который привяжем нитку. Сначала приготовим насыщенный раствор медного купороса. Для этого на водяную баню ставим стакан с водой и насыпаем немного порошка медного купороса, постоянно помешивая. После полного растворения ещё добавляем немного порошка и хорошо размешиваем. Таким образом, мы получили насыщенный раствор медного купороса.</p>	
<p>3. Оставляем приготовленную смесь на сутки. На следующий день переливаем смесь в другую банку через фильтр.</p>	
<p>4. Через сутки на дне стакана появились первые кристаллики – они все имели разную форму. Именно из них мы отобрали те, которые больше понравились и которые имели более правильную форму. Они будут использованы в качестве затравки. Привязываем кристаллики к нитке – это затравка. Заранее приготовленный новый раствор переливаем в банку и погружаем туда затравку, накрываем бумагой и оставляем расти.</p>	

«З а т р а в к а» – центр кристаллизации, от её качества зависит рост кристаллов.

Магнитное поле

Магнитное поле – это особый вид материи, не воспринимается органами чувств, оно невидимо. Магнитное поле возникает вокруг тел, длительное время сохраняющих намагниченность – магнитов, тел, обладающих собственным магнитным полем. Основное свойство магнитов: притягивать тела из железа или его сплавов. Постоянный магнит всегда имеет два магнитных полюса: северный (N) и южный (S). Наиболее сильное магнитное поле постоянного магнита у его полюсов. Одноименные полюса магнита отталкиваются, а разноименные полюса притягиваются. Природные (или естественные) магниты – это куски магнитного железняка. По химическому составу они состоят на 31% из FeO и на 69% из Fe₂O₃.

Практическая часть

Правила по технике безопасности:

1. Работать с веществами надо очень аккуратно.
2. Крупинки ни в коем случае не должны попасть в пищевые продукты.
3. Пользоваться для выращивания кристаллов необходимо специальной посудой.
4. После работы с медным купоросом обязательно вымыть руки с мылом.

Этапы работы:

1. Приготовление «затравки».
2. Выращивание и наблюдение за кристаллами.
3. Исследование различных факторов на процесс роста кристаллов (магнитное поле).
4. Исследование химических и физических свойств кристаллов.

*Скажи мне, и я забуду.
Покажи мне, и я запомню.
Дай мне действовать самому, и я научусь.*

Конфуций

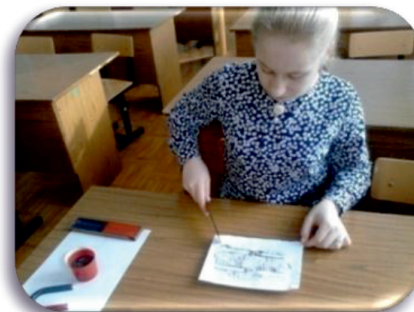
Обнаружение магнитного поля

Так как магнитное поле невидимо, то его можно обнаружить с помощью железных опилок и магнитов. Проведем эксперимент подтверждающий существование магнитного поля.

Оборудование: два дугообразных магнита, металлические опилки, лист бумаги.

Порядок выполнения: На лист бумаги насыпали железные опилки ровным слоем и затем положили его на магниты, расположенные друг к другу разноименными полюсами. Металлические опилки расположились определенным образом.

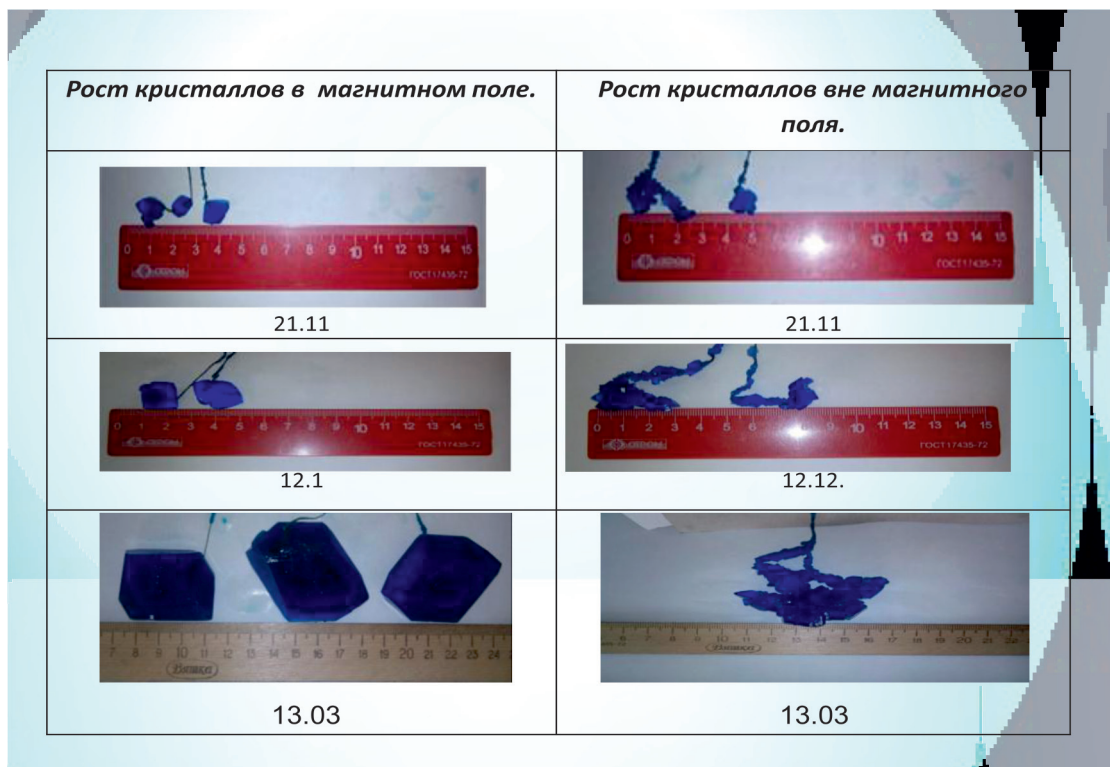
Вывод: С помощью железных опилок я получила представление о виде магнитного поля. Железные опилки расположились в магнитном поле вдоль его силовых линий.



Наблюдение за ростом кристаллов в магнитном поле и вне его

Для исследования было приготовлено два одинаковых стаканчика с одинаковым количеством раствора медного купороса. Одну банку мы поместили в магнитное поле (использовали постоянные магниты), а вторую – вдали от магнитов. Условия – температурный и световой режим, в которых находились банки с раствором, были одинаковы.





Наблюдение за ростом и формой кристалла в магнитном поле и вне его

Итог наблюдений: в магнитном поле вырос монокристалл медного купороса достаточно большой, а вне его вырос кристалл в причудливой форме – друза.

Вывод. Процесс роста кристалла оказался чувствителен к воздействию магнитного поля. Кристалл был глубокого синего цвета

и имеет форму скошенного параллелепипеда. Стороны кристалла ровные. В другой банке выросла друза размером 5-6 см причудливо — красивой формы и имеющая тоже насыщенный синий цвет. Среди сросшихся кристалликов можно различить участки монокристаллов ромбической формы.

Таблица 3

Химические свойства


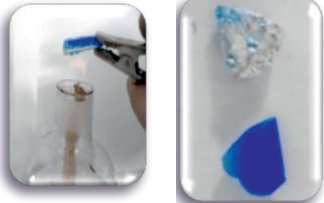
<p>1. Для определения <i>растворимости</i> полученных кристаллов, опускали кристаллы в сосуд с водой и в сосуд со спиртом.</p> <p>Вывод: кристаллы медного купороса хорошо растворяются в воде и плохо в спирте.</p>	
<p>2. Для определения <i>наличия ионов меди</i> внесли кристалл в пламя спиртовки. Кристалл сгорает, и пламя окрашивается зелёным цветом.</p> <p>Вывод: появление зеленого оттенка в пламени указывает на наличие ионов меди, т.е. CuSO_4.</p>	

Таблица 4

Измерение плотности кристаллов

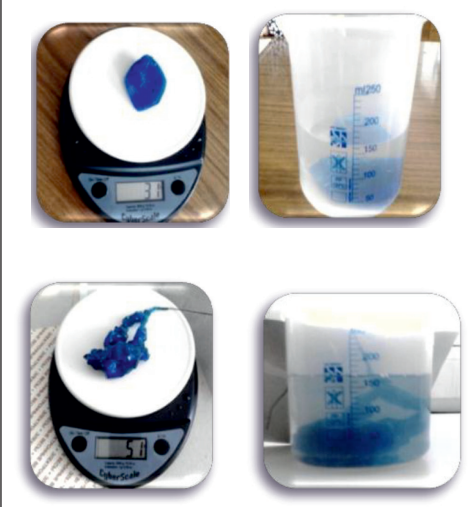
<p>Порядок выполнения: 1. Массу измерили на электронных весах. Объем определили с помощью мензурки. Налили в мензурку спирт объемом $V_1 = 150 \text{ см}^3$ и опустили туда поочередно кристаллы медного купороса, после чего объем спирта в мензурке увеличился и стал: $V_2 = 165 \text{ см}^3$ и 175 см^3. Затем мы нашли объёмы кристаллов по формуле: $V_{\text{т}} = V_2 - V_1$. 2. Вычислили плотность по формуле $\rho = m/v$. 3. Результаты занесли в таблицу.</p>	
---	--

Таблица 5

	Масса, г	Объём, см ³	Плотность, г/см ³
В магнитном поле	31	15	2,07
Вне магнитного поля	51	25	2,04

Плотность кристалла медного купороса определяли, основываясь на том, что он не растворяется в спирте.

Оборудование: электронные весы, измерительный цилиндр (мензурка), спирт.

Вывод: плотность кристалла, выращенного в магнитном поле – $2,07 \text{ г/см}^3$, а вне магнитного поля – $2,04 \text{ г/см}^3$ (сравнимы с табличными данными).

Измерение показателя преломления кристалла

Важное значение в описании и идентификации кристаллов имеют их оптические свойства. Когда свет падает на прозрачный кристалл, он частично отражается, а частично проходит внутрь кристалла. Свет, отражающийся от кристалла, придает ему блеск и цвет, а свет, проходящий внутрь кристалла, создает эффекты, которые определяются его оптическими свойствами. При переходе наклонного луча света из воздуха в кристалл его скорость распро-

странения уменьшается; падающий луч отклоняется, или преломляется. Отношение \sin угла падения к \sin угла преломления есть величина постоянная и называется показателем преломления. Это самая важная из оптических характеристик кристалла и ее можно очень точно измерить.

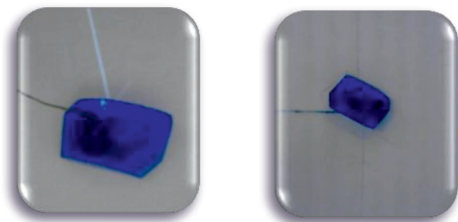
Для измерения показателя преломления мы использовали луч света, прошедший через экран со щелью. Положив кристалл на пути луча, мы отметили по две точки на входе и выходе луча из кристалла, затем мы соединили их. Сделав дополнительные построения, мы измерили угол падения луча, угол преломления и используя формулу

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

мы вычислили показатель преломления кристалла, выращенного в магнитном поле (табл. 6).

Таблица 6

№ п/п	Угол падения, α	Угол преломления, β	$\sin \alpha$	$\sin \beta$	Показатель преломления	Табличное значение
1	41	21	0,6561	0,3584	1,8306	1,54



Электромагнитные свойства

После проведения опыта с видимым излучением мы проверили способность кристалла поглощать радиоволны, т.е. невидимое излучение. Для этого мы обмотали пульт алюминиевой фольгой, которая не пропускает радиоволны. Мы нажали на кнопку включения, но доска не включилась. Затем мы открыли узкое отверстие для прохода лучей, вновь нажали на кнопку включения и доска включилась.



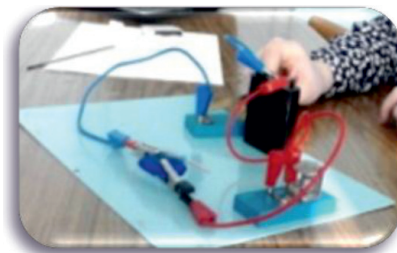
Выключив доску, мы повторили попытку включить ее, но на этот раз закрыли излучатель кристаллом купороса. При нажатии на кнопку включения доска не включилась.

Вывод: кристалл толщиной 15 мм является препятствием для волн радиодиапазона.

Исследование на электропроводность

Электропроводность – это свойство некоторых тел проводить электрических ток. Все вещества делятся на проводящие электрический ток (проводники), полупроводники и диэлектрики (изоляторы).

Исследуя электропроводность полученного кристалла, мы использовали электрическую лампочку для фиксации прохождения электрического тока. Если ток в цепи есть – лампочка горит, если нет – не горит. Подавалось напряжение со значением 4,5В.



Вывод: Кристалл в опыте проявил свойства изолятора, лампочка не загорелась, что полностью соответствует нормальным электрическим свойствам кристаллов с ионным строением.

Выводы

В обычной школьной физической лаборатории, используя оборудование, мы вырастили кристаллы из насыщенного раствора медного купороса методом испарения, наблюдали за их ростом в магнитном поле и вне его, вычислили физические характеристики, исследовали химические свойства.

1. Мы вырастили кристаллы медного купороса: монокристалл и поликристалл.

2. Магнитное поле оказывает определенное воздействие на рост кристаллов, кристалл, выращенный в магнитном поле, имеет почти правильную форму ромба.

3. Исследовали физико-химические свойства: кристаллы медного купороса хорошо растворяются в воде и плохо в спирте; появление зеленого оттенка в пламени указывает на наличие ионов меди, т.е. CuSO_4 ; плотность кристалла, выращенного в магнитном поле равна $2,07 \text{ г/см}^3$, а вне магнитного поля – $2,04 \text{ г/см}^3$; показатель преломления кристалла $n = 1,54$; кристалл в опыте на электропроводность проявлял четко выраженные свойства изолятора, что полностью соответствует нормальным электрическим свойствам кристаллов с ионным строением.

Заключение

Выполненная исследовательская работа открыла для меня удивительный мир кристаллов. В моем представлении получить кристалл – это сотворить чудо. Для меня это новое и необычное дело. До этого я не знала – что у меня получится, как будут выглядеть мои «авторские» кристаллы и что мне с ними делать. При изучении кристаллов я убедилась: свойства их настолько разнообразны, что мы смогли исследовать лишь некоторые из них. Но самое главное – мы нашли применение этим кристаллам. Выращенные нами кристаллы могут быть использованы для демонстрации на уроках химии, физики. Из самих кристаллов мы изготовили брошь, украсили рамку для фотографий и подставку для свечи, украсили

шкатулку. Итоги нашей работы мы отразили в выпущенных буклетах с рекомендациями по выращиванию кристаллов в домашних условиях и создали презентацию, которую также можно использовать на уроках и внеурочных занятиях.

В результате проведенных исследований мы решили проблему: нам удалось вырастить кристаллы медного купороса в домашних условиях. Я с уверенностью могу сказать, что выращивание кристаллов – это искусство!

Эта тема нам была очень интересна. Мир кристаллов оказался удивителен и разнообразен. В результате у нас возникли и другие вопросы, которые требуют дальнейшего более глубокого изучения. Поэтому мы планируем и дальше заниматься изучением данной темы.

Физика – удивительная наука, и нужно шаг за шагом познавать ее.

Рекомендации по выращиванию кристаллов:

1. Для выращивания кристаллов использовать только свежеприготовленные растворы.

2. Использовать только чистую посуду.
 3. Обязательно фильтровать раствор.
 4. Кристаллик нельзя при росте без особой причины вынимать из раствора.
 5. Не допускать попадание мусора в насыщенный раствор. Для этого накрывать его фильтровальной бумагой.
 6. Периодически (раз в неделю) менять или обновлять насыщенный раствор.
 7. Удалять образовавшиеся сросшиеся мелкие кристаллы.
 8. Чем медленнее охлаждается раствор, тем крупнее образуются кристаллы. Для этого можно обворачивать стаканы тканью.
- Полученные кристаллы тщательно покрывать бесцветным лаком против выветривания

Список литературы

1. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. Под редакцией Ю.И. Дика, О.Ф. Кабардина. – М., 1993.
2. Серия «Эрудит» Химия, Физика.
3. Шаскольская М.П. Кристаллы. – М.: Издательство «Наука», 1978.
4. Энциклопедический словарь юного физика. – М.: Педагогика, 1995.