

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИРКУТСКА
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ КОМИТЕТА ПО
СОЦИАЛЬНОЙ
ПОЛИТИКЕ И КУЛЬТУРЕ АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДА
ИРКУТСКА
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА ИРКУТСКА
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 22**

**ПРОЕКТ
Влияние магнитного поля на образование
кристаллов**

Выполнил:
учащиеся 9а класса
Вилимас Кирилл Викторович

Руководитель
Стойилькович Яна Владимировна
Преподаватель химии
МБОУ г. Иркутска СОШ 22

г. Иркутск, 2022 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. Раскрытие и обоснование теоретических понятий: Магнитное поле, Кристаллизация вещества в естественных и искусственных условиях.....	5
1.1 Кристаллизация вещества в природе.....	5
1.2 Кристаллизация вещества в искусственных условиях.	6
1.3 Магнитное поле.....	7
ГЛАВА 2. ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ Fe_2SO_4 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.	9
2.1 Описание технологического процесса выращивания кристаллов из водных растворов солей.	9
2.2 Выращивание кристалла Fe_2SO_4 под влиянием искусственного магнитного поля.	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Без кристаллов не могут работать многие сложные современные устройства для обработки, передачи и хранения информации, Кристаллы применяются для трансформации одного вида энергии в другой. Кристаллы нужны для создания когерентных источников света и управления лазерным излучением, кристаллы необходимы для обработки поверхностей. Потребность в кристаллах в мире очень высока. Десятки тысяч тонн разнообразных кристаллов выращиваются ежегодно. Работы по созданию технологий кристаллических материалов входят в Перечень Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации, утвержденный Президентом РФ.

Очень полезными являются жидкие кристаллы. Это необычные вещества, которые совмещают в себе свойства кристаллического твёрдого тела и жидкости. Подобно жидкостям они текучи, подобно кристаллам обладают анизотропией. Строение молекул жидких кристаллов таково, что концы молекул очень слабо взаимодействуют друг с другом, в то же время боковые поверхности взаимодействуют очень сильно и могут прочно удерживать молекулы. Эта способность жидких кристаллов широко изучается и применяется в медицине и медицинской технике.

Экран ЖК - телевизора представляет собой, если можно так выразиться, многослойный «сэндвич». Полезным свойством кристаллов является пьезоэлектрический эффект. Если из кристалла кварца (кварц-диэлектрик) вырезать определённым образом пластинку и поместить её между двумя электродами, то при сжатии кварцевой пластинки на электродах появятся равные по величине, но различные по знаку заряды. Такие кристаллы – основа пьезоэлектрических микрофонов и телефонов. Источники света в современных световых источниках холодный свет от прожектора по кабелям стекловолокна проходит к световому наконечнику (кристаллу), который дает направленный поток света, свободного от ультрафиолетового и инфракрасного излучения, и, следовательно, благоприятного на глаз. Таким

образом на сегодняшний день можно смело утверждать: без кристаллов большая часть сфер деятельности человека станет не возможна, в связи с огромной областью их использования и на основании выше изложенного исследования в области «влияния магнитного поля на образование кристаллов» является актуальной.

Проблема: Влияние искусственного постоянного магнитного поля на рост кристаллов железного купороса.

Цель проекта: Определить влияние искусственного постоянного магнитного поля на образование кристаллов железного купороса.

Гипотеза: рост кристаллов железного купороса в постоянном, искусственно созданном магнитном поле, будет отличаться от роста кристаллов того же вещества в естественном магнитном поле земли.

Задачи:

1. Раскрыть основные теоретические понятия: «кристаллизация вещества в природе», «кристаллизация вещества в искусственных условиях», «кристаллическая решётка», «Форма выделения кристаллов», «Магнитное поле».
2. Провести теоретическое исследование способов выращивания кристаллов в лаборатории.
3. Проведение эксперимента по выращиванию кристалла железного купороса в естественном и искусственно созданном магнитных полях. Подготовить перенасыщенный раствор сульфата железа и равномерно перелить его в чашу.
4. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Предмет

Объект

Практическая значимость

ГЛАВА 1. Раскрытие и обоснование теоретических понятий: Магнитное поле, Кристаллизация вещества в естественных и искусственных условиях.

1.1 Кристаллизация вещества в природе

Главная масса природных кристаллических образований является результатом кристаллизации силикатных расплавов и водных растворов. Сюда относятся огромные массы изверженных кристаллических пород, подавляющее количество месторождений полезных ископаемых, кристаллические осадки соленосных бассейнов и др.

Кристаллизация любого охлаждающегося расплава теоретически должна начинаться при определенной температуре, отвечающей температуре плавления данного вещества. Точно так же и кристаллизация раствора должна начинаться в момент насыщения растворителя данным веществом. Однако, как показывает опыт, кристаллизация жидких фаз начинается при некотором *переохлаждении* или *пересыщении**.

Степень переохлаждения или пересыщения жидкой среды зависит также от химического состава кристаллизующейся жидкости и, до некоторой степени, от давления. Изменение давления гораздо более существенное значение имеет при образовании кристаллов из охлаждающихся паров.

Процессы роста кристаллов в переохлажденном расплаве и в пересыщенном растворе совершенно одинаковы. Зарождение кристаллов может быть *вынужденным*, если в жидкости уже присутствуют обломки или пылинки каких-либо твердых веществ, могущих по своим кристаллохимическим свойствам играть роль затравок, или *самопроизвольным*, наступающим в отсутствии затравки в пересыщенных или переохлажденных растворах и расплавах.

Следует заметить, что кристаллы могут расти не только в жидких средах, т. е. за счет диффундирующих к кристаллу пересыщенных порций раствора, но также и в воздушной или газообразной среде при условии питания насыщенным раствором по капиллярным каналам.

1.2 Кристаллизация вещества в искусственных условиях.

Было проведено большое количество исследований и обнаружен ряд веществ, которые являются искусственными зародышами кристаллизации. Кроме того, нами было показано, что искусственными зародышами кристаллизации могут быть кристаллические полимеры, температура плавления которых выше, чем у полимера, в которых должна быть задана надмолекулярная структура. В качестве примера могут быть приведены опыты, в которых в полипропилен был введен в небольших количествах дисперсный изотактический полистирол.

Если на поверхности есть углубления или трещины, то работа образования зародыша новой фазы в таком углублении меньше, чем на плоской поверхности. Кроме того, в таких углублениях нерасплавленные кристаллические участки кристаллизующегося вещества сохраняются при таких температурах, при которых в объеме вещества или на плоской инородной поверхности они полностью перешли бы в расплав. Можно выделить четыре основных типа искусственных зародышей кристаллизации

Введение наполнителей приводит к изменению типа и размеров кристаллитов. При малых концентрациях наполнитель является искусственным зародышем кристаллизации (см., при больших концентрациях степень кристалличности уменьшается)

При введении искусственных зародыше-образователей происходят изменения механических свойств, как это было показано для изотактического полистирола. Таким образом, введение искусственных зародышей кристаллизации позволяет значительно изменять свойства получаемого полимера путем варьирования природы, количества и геометрической формы частиц. Однако введение искусственных зародыше-образователей не приводит к существенному изменению надмолекулярной структуры полимера в тех случаях, когда в расплаве уже имеется значительное количество собственных гетерогенных зародышей структурообразования. В этих условиях введение искусственных зародыше-образователей сказывается на первичной

кристаллитной структуре и кинетике ее образования. Информацию об этом можно получить, исследуя изотермическую кристаллизацию наполненных полимеров. Рассмотрим более подробно эти результаты.

1.3 Магнитное поле, - силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения. Магнитное поле характеризуется вектором магнитной индукции B , который определяет: силу, действующую в данной точке поля на движущийся электрический; действие Магнитного поля на тела, имеющие магнитный момент, а также другие свойства Магнитного поля. Впервые термин «Магнитное поле» ввёл в 1845 М. Фарадей, считавший, что как электрические, так и магнитные взаимодействия осуществляются посредством единого материального поля. Классическая теория электромагнитного поля была создана Дж. Максвеллом (1873).

Источниками макроскопического Магнитного поля являются намагниченные тела, проводники с током и движущиеся электрически заряженные тела. Природа этих источников едина: Магнитное поле возникает в результате движения заряженных микрочастиц (электронов, протонов, ионов), а также благодаря наличию у микрочастиц собственного (спинового) магнитного момента.

Кристаллическая решетка (пространственная решетка) – схема, отражающая закономерность (периодичность) расположения материальных частиц (атомов, ионов, молекул) в кристаллической структуре вещества.

Минералы поражают нас своей естественной красотой и изяществом, гармонией красок и внешнего вида. При формировании представления о минералах большую роль играет форма кристаллов и минеральных агрегатов, которыми он может быть представлен в природе. Формы кристаллов и агрегатов иногда являются важным диагностическим признаком для того или иного минерального вида. Например, скаполит назван от греческого «скапос» — стержень, так как всегда образует столбчатые кристаллы; акмит назван так по заостряющейся форме его кристаллов; слово «шпинель» происходит от

латинского «спинелла» — шип, по ее «острым» октаэдрическим кристаллам. Но, обо всем по порядку. Кристалл (от греческого «кристаллос» — застывающий на холоде) — это твердое тело, состоящее из закономерно расположенных атомов и ионов, способное принимать облик кристаллических многогранников.

ГЛАВА 2. ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.

Чтобы вырастить кристалл, полезно знать, какие процессы управляют его ростом; почему разные вещества дают кристаллы различной формы, а некоторые вовсе не образуют кристаллов; что надо сделать, чтобы кристаллы получились большими и красивыми.

Если кристаллизация идёт очень медленно, то получается один большой кристалл, если быстро — множество мелких кристаллов. Выращивание кристаллов производят разными способами:

2.1 Описание технологического процесса выращивания кристаллов из водных растворов солей.

С понижением температуры растворимость большинства веществ уменьшается, и они, как говорят, выпадают в осадок. Сначала в растворе и на стенках сосуда появляются крошечные кристаллы-зародыши. Когда охлаждение медленное, а в растворе нет твёрдых примесей (скажем, пыли), зародышей образуется немного, и постепенно они превращаются в красивые кристаллы правильной формы. При быстром охлаждении центров кристаллизации возникает много, сам процесс идёт активнее и правильных кристаллов при этом не получится.

Постепенное удаление воды из насыщенного раствора. В этом случае чем медленнее удаляется вода, тем лучше получаются кристаллы. Можно оставить открытый сосуд с раствором при комнатной температуре на длительный срок — вода при этом будет испаряться медленно (особенно если сверху положить лист бумаги или прикрыть марлей). Растущий кристалл можно либо подвесить в насыщенном растворе на тонкой прочной нитке, либо положить на дно сосуда. В последнем случае кристалл периодически надо поворачивать на другой бок. По мере испарения воды в сосуд следует подливать свежий раствор.

Быстрое удаление воды из насыщенного раствора. В этом случае кристаллы получают правильной формы, с острыми гранями, но мелкими (раствор находился в широком сосуде рядом с нагревателем)

Методы выращивания кристаллов

В исследовательских лабораториях и промышленности выращивают кристаллы из паров, расплавов и растворов, из твердой фазы, синтезируют путем химических реакций, осуществляют электролитическую кристаллизацию, кристаллизацию из гелей и другие. В настоящее время для получения совершенных кристаллов большого диаметра чаще всего применяют следующие методы выращивания: - из газовой (паровой) фазы при градиенте давления, -из расплавов при температурном градиенте, -из растворов при градиенте концентрации на границе раздела кристалл-раствор.

Кристаллизация из паровой (газовой) фазы широко используется для выращивания как массивных кристаллов, так и эпитаксиальных пленок, тонких (поликристаллических или аморфных) покрытий, нитевидных и пластинчатых кристаллов. Конкретный метод выращивания выбирают в зависимости от материала. В методах выращивания, основанных на физической конденсации кристаллизующего вещества, вещество поступает к растущему кристаллу в виде собственного пара, состоящего из молекул их ассоциаций – димеров, тримеров и так далее. В методе синтеза в паровой фазе кристаллизующее соединение образуется в результате реакции между газообразными компонентами непосредственно в зоне кристаллизации.

Кристаллизация из расплава - это наиболее распространенный способ выращивания монокристаллов. В настоящее время более половины технически важных кристаллов выращивают из расплава. Веществами, наиболее подходящими для выращивания из расплава, являются те, которые плавятся без разложения, не имеют полиморфных переходов и характеризуются низкой химической активностью[1]. Методами кристаллизации из расплава выращивают элементарные полупроводники и металлы, оксиды, галогениды, халькогениды, вольфраматы, ванадаты,

ниобаты и другие вещества. В ряде случаев из расплава выращиваются монокристаллы, в состав которых входит пять и более компонентов. При кристаллизации из расплава важно учитывать процессы, влияющие на состав расплава (термическая диссоциация, испарение, взаимодействие расплава с окружающей средой), процессы на фронте кристаллизации, процессы теплопереноса в кристалле и расплаве, процессы массопереноса (перенос примесей, обусловленный конвекцией и диффузией в расплаве).

Кристаллизацию из растворов применяют при выращивании веществ, разлагающихся при температурах ниже температуры плавления. Рост кристаллов осуществляется при температурах ниже температуры плавления, поэтому в выращенных такими методами кристаллах отсутствуют дефекты, характерные для кристаллов, выращенных из расплава. При выращивании кристаллов из растворов движущей силой процесса является пересыщение. Методом температурного перепада выращивают, например, кристаллы дигидрофосфата калия и дигидрофосфата аммония. Скорость роста кристаллов в таких условиях составляет около 1 мм/сут. Кристаллы весом 400 г. растут в течение 1,5-2 месяцев.



Рисунок 5

В процессе кристаллизации существует две стадии: зарождение и рост. На первой стадии зарождения создается небольшое ядро, содержащее вновь образующийся кристалл (Рисунок 5). После успешного формирования стабильного ядра наступает стадия роста, на которой свободные частицы (атомы или молекулы) адсорбируются на ядре и распространяют его кристаллическую структуру наружу из места зарождения (Рисунок 6-9).

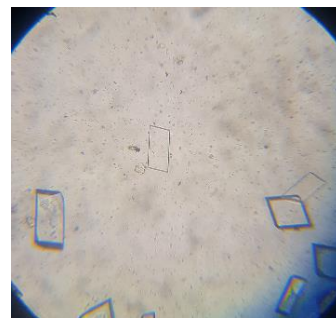


Рисунок 6

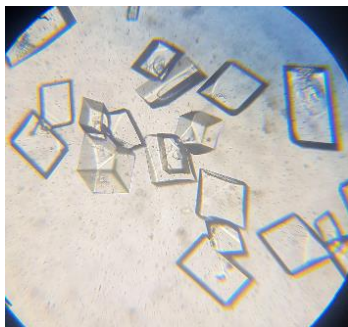


Рисунок 7

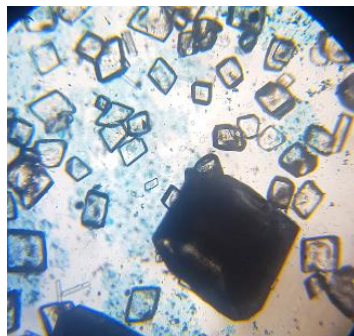


Рисунок 8

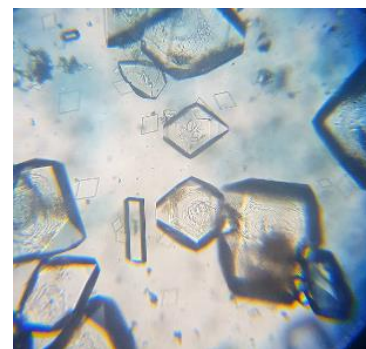


Рисунок 9

Метод Чорхальского.

Один из самых старых методов выращивания кристаллов. Используется для выращивания сапфиров, рубинов, шпинели, александрита и гранатов. Один из самых старых методов выращивания кристаллов. Используется для выращивания сапфиров, рубинов, шпинели, александрита и гранатов (ИАГ).

Как и в других методах, здесь используются натуральные минералы (настоящие сапфиры, шпинель и т.д.) низкого ювелирного качества, которые измельчаются, после чего плавятся. Такой расплав является, по сути, жидким сапфиром или шпинелью.

Для выращивания камня полностью воссоздается естественный процесс: давление, температура и атмосфера. Мы контролируем процесс: следим за однородностью окрашивания и отсутствием посторонних примесей.

Ёмкость, в которой происходит процесс роста, называется тиглем. Обычно тигли выполняются из драгоценных тугоплавких металлов.



Рисунок 1. Метод Чохральского

Суть метода заключается в крайне медленном вытягивании вверх затравки (натурального сапфира или другого камня) из расплава. Затравка служит «началом» нового кристалла, именно она задает структуру и вид будущего камня. Её погружают в расплав, и на ней тут же начинается процесс кристаллизации.

Далее затравка медленно поднимается, вытягивая за собой вновь образовавшийся кристалл, площадь которого постепенно увеличивается, присоединяя к себе всё больше и больше раствора. При этом нужно вращать будущий кристалл, чтобы обеспечивать равномерность состава и температуры.

Полученные кристаллы представляют собой стержни диаметром до 20 см и длиной до 20-30 см.

Преимущества метода Чохральского

- нет контакта между стенками тигля и кристаллом, что способствует получению чистых камней;
- возможность изменения геометрической формы кристалла;
- получение кристалла большого размера.

Недостатки метода Чохральского

- неидеальная однородность роста кристалла от центра к краям;
- высокая стоимость метода (из-за необходимости использования дорогостоящих сопутствующих материалов).

2.2 Выращивание кристалла Fe_2SO_4 под влиянием искусственного магнитного поля.

На этапе планирования эксперимента по выращиванию кристалла железного купороса в искусственно созданном магнитном поле было принято решение вырастить второй кристалл в естественном магнитном поле для выявления влияния магнитного поля на образование кристаллов.

1 этап. Приготовление концентрированного раствора: берем горячую воду (температура воды 50°C) в объеме 200 мл. В стакан небольшими порциями засыпаем вещество, каждый раз перемешивая и добиваясь полного растворения. Как только раствор «насытится», т.е. вещество перестанет



Рисунок 2. Маточный раствор FeSO_4 .

растворятся, накрываем его и оставляем в помещении с постоянной температурой. По мере остывания на дно в виде маленьких кристалликов выпадет лишнее вещество. Так мы получаем маточный раствор (Рисунок 1).

2 этап. Сливаем маточный раствор в другую чистую посуду, туда же помещаем кристаллики со дна, нагреваем посуду на водяной бане, добиваясь полного растворения, и даем охладиться. Через сутки на стенках и дне сосуда образуются маленькие кристаллики – параллелограммы. Из них мы отбираем наиболее правильный кристалл. Это и будет кристалл-затравка (Рисунок 2).



Рисунок 3. Мелкие кристаллы FeSO_4

3 этап. Снова готовим насыщенный раствор на основе маточного, добавляя немного вещества, греем и перемешиваем. Если раствор теплый,



даем ему остыть до 30°C и помещаем туда кристалл-затравку, закрепляя его предварительно на нити. Кристалл-затравка не должен касаться стенок и дна сосуда. Теперь осталось наблюдать за ростом кристалла.

Через сутки выпали кристаллы и выбрав наиболее большие на затравку для выращивания

Рисунок 4. Выбирание затравки основного кристалла на нити .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для того чтобы определить влияние магнитного поля на образование кристаллов был проведен генезис железного купороса. Образовавшиеся кристаллы имели светло-зеленый цвет и хорошую светопропускаемость. При выращивании двух кристаллов в искусственном и естественном магнитных полях было замечено: маточный раствор, помещённый в искусственное магнитное поле имел более светлый осадок и плавные переходы между слоями осадка. Так же при рассмотрении раствора и образующихся на стенках ёмкости кристаллов было замечено, что на стенках сосуда окисление сульфата железа II (FeSO_4) до сульфата железа III ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) выращиваемого в искусственном магнитном поле происходило более интенсивнее, чем кристаллов образующихся в естественном магнитном поле. При сравнении

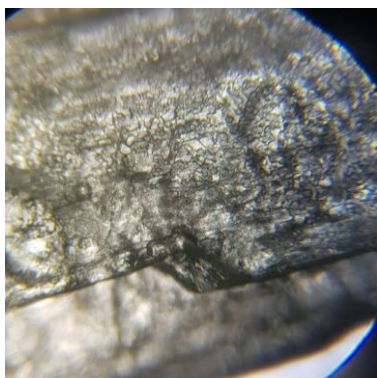


Рисунок 10

двух сформированных кристаллов было выявлено различие: первый кристалл имел более выраженные грани чем второй кристалл. При детальной осмотре выросших кристаллов было определено, что основной кристалл состоит из множества мелких кристаллов – моноэдров (Рисунок 10)

В результате проведённого эксперимента было установлено:

1. Искусственное магнитное поле влияет как на интенсивность выпадения осадка в маточном растворе семиводного железного купороса, так и на формирование и рост кристаллов.
2. В результате действия магнитного поля кристаллы железного купороса так же меняют форму выделения. Вместо тетрагональной дипирамиды тетрагональной сингонии, кристалл принимает форму сингонии кубической.
3. Окисление маточного раствора и кристаллов железного купороса под воздействие магнитного поля проходит интенсивнее

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1.