

Тема проекта:

Выращивание кристаллов

в домашних условиях

АВТОР РАБОТЫ:

Бессараб Полина

Владимировна

ученица 5 «В» класса

МБОУ лицея № 48

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА:

Осадчая Светлана Николаевна

учитель химии

МБОУ лицея № 48

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Общие сведения о кристаллах.....	5
1.1 Понятие о кристаллах.	5
1.2 Немного истории.....	8
1.3 Наука кристаллография.....	11
Глава 2. Образование кристаллов.....	14
2.1 Кристаллы и окружающий мир.....	14
2.2. Получение и применение кристаллов в науке и технике.....	18
Глава 3. Выращивание кристаллов в домашних условиях.....	25
3.1 Как растут кристаллы.....	25
3.2 Приготовление насыщенного раствора.....	26
3.3 Получение кристаллов соли.....	27
3.4 Анализ результатов и выводы.....	31
Заключение.....	33
Список литературы.....	35

ВВЕДЕНИЕ

*Красота и блеск кристаллов
Всем и каждому понятны.
Беглый взгляд они чаруют,
Формы их уму заняты.*

*Искушённый наблюдатель
Разглядит их жизни тайны,
И по полочкам разложит
Всё, что кажется случайным.*

*Сколько их, - неповторимых,
Восхитительных кристаллов,
Божьим промыслом рождённых,
Где-то были - и не стало!*

Виктор Слётов

Интерес к кристаллам у меня появился давно. Запомнились удивительный и загадочный мир уральских самоцветов из сказок Бажова и необыкновенные сокровища Хозяйки Медной горы в фильме «Каменный цветок», поразившие изумительной сверкающей красотой и таинственностью. Я любовалась отделкой интерьеров и экспонатами дворцов и музеев, выполненными из полудрагоценных и драгоценных камней и думала: как, откуда берется такая красота? Зимой я подолгу рассматривала красивые морозные узоры на оконном стекле и кристаллики льда, наблюдала, как падают легкие ажурные снежинки. Мой интерес к кристаллам не пропал, а наоборот усилился. Я поняла, что тема моего проекта будет связана с кристаллами.

Решив, что должна узнать о кристаллах как можно больше, я посетила геологический музей. Там я увидела множество кристаллов разных форм и расцветок, узнала, что кристаллы встречаются нам повсюду. 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... После посещения музея окончательно определилась **тема проекта: «Выращивание кристаллов в домашних условиях»**.

В природе найти нужный кристалл сложно, но его можно получить искусственно. Кристаллы целенаправленно выращивают в лабораториях, так как искусственные кристаллы служат людям в различных областях и нужны в больших количествах. В этом заключается **актуальность** выбранной темы.

Я поставила перед собой **цель** – исследовать возможность выращивания кристаллов в домашних условиях.

Для достижения цели были сформулированы следующие **задачи**:

1. Изучить информацию о кристаллах.
2. Изучить способы выращивания кристаллов.
3. Освоить методику выращивания кристаллов из раствора с соблюдением всех правил безопасности.
4. Вырастить кристаллы поваренной соли.
5. Провести наблюдения, анализ, сделать выводы.

Объект исследования: кристаллы веществ.

Предмет исследования: процесс выращивания кристаллов из раствора в домашних условиях.

Методы исследования:

1. Поиск и изучение научной информации.
2. Эксперимент.
3. Наблюдение.
4. Анализ полученных результатов.
5. Сравнение.
6. Обобщение.
7. Работа с Интернет источниками.

Кристаллы, залегающие в земле, бесконечно разнообразны. Размеры их достигают подчас человеческого роста. Встречаются кристаллы-лепестки тоньше бумаги и кристаллы-пласты в несколько метров толщиной. Многие кристаллы идеально чисты и прозрачны, как вода. Недаром говорят: кристально чистый. Кристаллы в пещерах, кристаллы в облаках, кристаллы на берегах соленых озер, кристаллы во вселенной...

Гипотеза — кристаллы образуются в разных средах, при разных условиях — значит, если изменять условия кристаллизации и растворять различные вещества, то можно получать кристаллы разной формы и цвета. Если возможно выращивание искусственных кристаллов из раствора в лабораторных условиях, не исключена возможность выращивания их из раствора в домашних условиях.

Практическое значение исследования состоит в том, что его материалы и результаты могут быть использованы на уроках окружающего мира, природоведения, во внеклассных мероприятиях.

ГЛАВА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КРИСТАЛЛАХ

1.1 Понятие о кристаллах

Кристалл — это твердое состояние вещества. Он имеет определенную форму и определенное количество граней вследствие расположения своих атомов. Многие из самых обычных веществ вокруг нас представляют кристаллы: поваренная соль, сахар (рисунок 1), пищевая сода, лимонная кислота и другие.

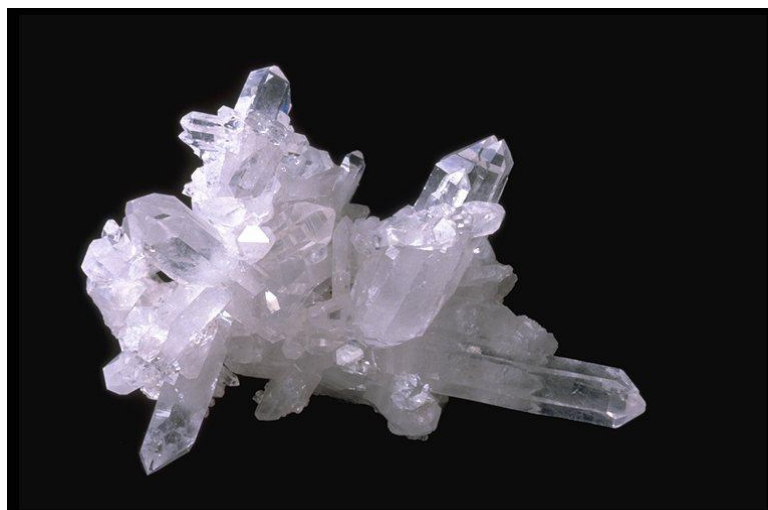


Рисунок 1 — Кристаллы сахара

Обычно кристаллами называют твердые тела, имеющие вид многогранников, которые напоминают самые непогрешимо строгие геометрические построения (рисунок 2). Поверхность таких фигур ограничена достаточно совершенными плоскостями – гранями, пересекающимися по прямым линиям – ребрам.

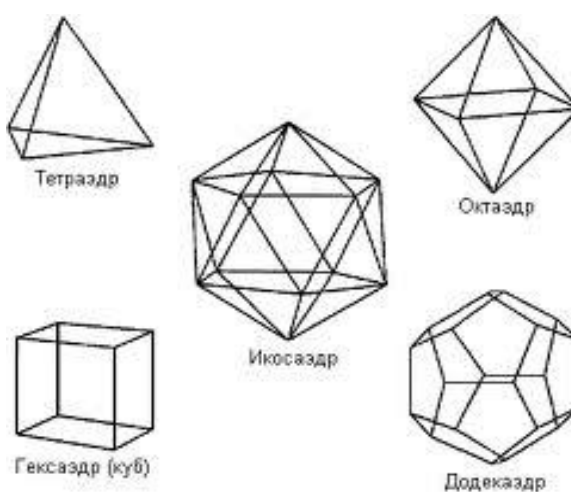


Рисунок 2 — Виды многогранников

Точки пересечения ребер — это вершины, в которых могут находиться либо атомы, либо ионы, либо молекулы, поэтому различают атомные, ионные и молекулярные пространственные кристаллические решетки.

Кристаллы могут иметь всевозможные формы. Все известные в мире кристаллы могут быть разделены на 32 вида, которые в свою очередь могут быть сгруппированы в шесть видов.

Кристаллы могут иметь и разные размеры. Некоторые минералы образуют кристаллы, которые разглядеть можно только с помощью микроскопа. Другие же образуют кристаллы, вес которых составляет несколько сотен фунтов (рисунок 3).



Рисунок 3 — Гигантские кристаллы

Чешский писатель Карел Чапек в своих Записках из Англии написал: «...Есть кристаллы огромные, как колоннада храма, нежные, как плесень, острые, как шипы; чистые, лазурные, зеленые, огненные, черные...»

Все кристаллы одного вещества имеют одинаковую форму, хоть и могут отличаться размерами.

Работая над проектом, я познакомилась с некоторыми важными понятиями.

Идеальные кристаллы. Это понятие используется учеными для описания свойств настоящих кристаллов (т. е. очень правильных по всем характеристикам).

Реальные кристаллы. Это те кристаллы, с которыми мы сталкиваемся в реальной жизни. Они имеют различные примеси, а потому могут иметь не правильную форму и другие дефекты.

Монокристалл. Если весь образец вещества представляет собой один кристалл, то такое тело называется монокристаллом или просто кристаллом.

Поликристалл. В случаях, когда тело представляет собой множество мелких кристалликов, причудливо сросшихся между собой, например, кусок рафинада, оно называется поликристаллическим.

Природные кристаллы. Вырастают в недрах нашей планеты в естественных для роста условиях. Когда горячие и расплавленные горные породы, находящиеся очень глубоко в недрах Земли, выталкиваются при сдвиге земной коры к поверхности земли, они начинают остывать. Охлаждение идет очень медленно. Минералы превращаются в кристаллы, когда переходят из состояния горячей жидкости в холодную твердую форму. Например, горный гранит содержит кристаллы таких минералов, как кварц, слюда, полевой шпат.

Искусственные кристаллы. Выращиваются в лабораториях или в домашних условиях. Исследователи сами создают необходимые условия для выращивания того или иного кристалла. К примеру, кристаллы медного купороса можно с легкостью вырастить дома. Многие кристаллы могут быть выращены как самой природой, так и людьми, но существует множество примеров кристаллов, которые в природе «не произрастают» (например, фианиты). Единственный способ получить их — это вырастить в лаборатории.

Кристаллы также можно разделить по чисто эстетико-экономическому критерию (красота-стоимость) на два вида — **драгоценные и не драгоценные**.



Рисунок 4 — Кристаллы аметиста, изумруда, увита

Драгоценные (кристаллы) камни — минералы, обладающие двумя основными характеристиками «драгоценности»: красота и редкость.

Названия многих из этих минералов всем известны: алмаз, аметист, рубин, сапфир, изумруд, топаз, яшма, малахит и др. (рисунок 4).

1.2 Немного истории

Кристаллом (от греч. Krystallos – «прозрачный лед») вначале называли прозрачный кварц (горный хрусталь), встречавшийся в Альпах (рисунок 5). Горный хрусталь принимали за лед, затвердевший от холода до такой степени, что он уже не плавится. Первоначально главную особенность кристалла видели в его прозрачности, и это слово употребляли в применении ко всем прозрачным природным твердым телам.



Рисунок 5 — Горный хрусталь

Позднее стали изготавливать стекло, не уступавшее в блеске и прозрачности природным веществам. Предметы из такого стекла тоже называли «кристалльными». Еще и сегодня стекло особой прозрачности называется хрустальным, а «магический» шар гадалок — хрустальным шаром.

В конце XVII в., ученые объяснили, что подмеченная ранее удивительная особенность горного хрусталя и многих других прозрачных минералов заключающаяся в наличии гладких плоских граней, является результатом определенной симметрии в их расположении. Было установлено также, что некоторые непрозрачные минералы тоже имеют естественную правильную огранку и что форма огранки характерна для того или иного минерала. Возникла догадка, что форма может быть связана с внутренним строением. В конце концов, кристаллами стали называть все твердые вещества, имеющие природную плоскую огранку.

С древнейших времен кристаллы поражали человеческое воображение своим исключительным геометрическим совершенством. Наши предки видели в них творение ангелов или подземных духов. Первой попыткой научного объяснения формы кристаллов

считается произведение **Иоганна Кеплера** «О шестиугольных снежинках» (1611 г). Кеплер высказал предположение, что форма снежинок (кристалликов льда) есть следствие особых расположений составляющих их частиц.

Разнообразие кристаллов по форме очень велико. Кристаллы могут иметь от четырех до нескольких сотен граней. Но при этом они обладают замечательным свойством — какими бы ни были размеры, форма и число граней одного и того же кристалла, все плоские грани пересекаются друг с другом под определенными углами. Углы между соответственными гранями всегда одинаковы. Кристаллы каменной соли, например, могут иметь форму куба, параллелепипеда, призмы или тела более сложной формы, но всегда их грани пересекаются под прямыми углами. Грани кварца имеют форму неправильных шестиугольников, но углы между гранями всегда одни и те же — 120° .

Закон постоянства углов, открытый в 1669 г. датчанином **Николаем Стено**, является важнейшим законом науки о кристаллах — кристаллографии.

Измерение углов между гранями кристаллов имеет очень большое практическое значение, так как по результатам этих измерений во многих случаях может быть достоверно определена природа минерала.

Кристаллы правильной геометрической формы встречаются в природе редко. Совместное действие таких неблагоприятных факторов, как колебания температуры, тесное окружение соседними твердыми телами, не позволяют растущему кристаллу приобрести характерную для него форму. Кроме того, значительная часть кристаллов, имевших в далеком прошлом совершенную огранку, успела утратить ее под действием воды, ветра, трения о другие твердые тела. Так, многие округлые прозрачные зерна, которые можно найти в прибрежном песке, являются кристаллами кварца, которые лишились граней в результате длительного трения друг о друга.

Заметной вехой в истории кристаллографии явилась книга, написанная в 1784 г французским аббатом и ученым **Ренне Гаюи**. Он выдвинул предположение, что кристаллы возникают в результате правильной укладки крохотных одинаковых частиц, которые он назвал «молекулярными блоками». Ренне Гаюи нечаянно уронил один из кристаллов своей коллекции. Рассмотрев осколки кристалла, он заметил, что многие из них представляют собой уменьшенные копии исходного образца.



Замечательное свойство многих кристаллов давать при дроблении осколки, подобные по форме исходному кристаллу, позволило Гаюи высказать

гипотезу, что все кристаллы состоят из плотно уложенных рядами маленьких, невидимых в микроскоп, частиц, имеющих присущую данному веществу правильную геометрическую форму. Многообразие геометрических форм Гаюи объяснил не только различной формой «кирпичиков», из которых они состоят, но и различными способами их укладки.

Гипотеза Гаюи правильно отразила сущность явления — упорядоченное и плотное расположение структурных элементов кристаллов. Р. Гаюи показал, каким образом можно получить гладкие плоские грани кальцита, укладывая такие «кирпичики». Различия в форме разных веществ он объяснил разницей, как в форме «кирпичиков», так и в способе их укладки.

Еще в XVIII в. английский ученый **Роберт Гук** и голландский ученый **Христиан Гюйгенс** обратили внимание на возможность построения правильных многогранников из плотно укладываемых шаров. Они предположили, что кристаллы построены из шарообразных частиц — атомов или молекул. Внешние формы кристаллов согласно этой гипотезе являются следствием особенностей плотной упаковки атомов или молекул. Независимо от них к такому же выводу пришел в 1748 г. великий русский ученый **М. В. Ломоносов**.

При плотнейшей укладке шаров в один плоский слой каждый шар оказывается окруженным шестью другими шарами, центры которых образуют правильный шестиугольник. Если укладку второго слоя вести по лункам между шарами первого слоя, то второй слой окажется таким же, как и первый, только смещенным относительно него в пространстве.



Выдающийся русский кристаллограф **Евграф Степанович Федоров** установил, что в природе может существовать только 230 различных кристаллических решеток. Е. С. Федоров является основоположником кристаллохимии — науки, занимающейся определением химического состава кристаллов путем исследования формы граней и измерения углов между ними. Кристаллохимический анализ, по сравнению с химическим, обычно занимает меньше времени и не приводит к разрушению образца.

Многие современники Федорова не только не верили в существование кристаллических решеток, но даже сомневались в существовании атомов.



Первые экспериментальные доказательства справедливости выводов Федорова были получены в 1912 г. немецким физиком **М. Лауэ**. Разработанный им метод определения атомной или молекулярной структуры тел с помощью рентгеновских лучей носит название **рентгеноструктурного анализа**. Результаты исследования структуры кристаллов с помощью рентгеноструктурного анализа доказали реальность существования всех рассчитанных Е. С. Федоровым кристаллических решеток.

Со времен Р. Гаюи было принято как гипотеза, что в правильной форме кристалла отражено упорядоченное внутреннее расположение частиц. Это было подтверждено лишь в 1912 г., когда М. фон Лауэ в Мюнхене, исследуя кристаллы с помощью рентгеновских лучей, получил на фотографической пластинке узор из темных пятен и установил, что по положению и интенсивности таких пятен можно рассчитать размеры структурной единицы и определить расположение атомов в ней. Размеры элементарной ячейки любого кристалла определяются размерами, числом и расположением атомов. Элементарная ячейка в виде параллелепипеда аналогична «кирпичику» Гаюи, т. е. наименьшему элементу, при повторении которого образуется кристалл.

Элементарные ячейки очень малы и имеют порядок нанометра (10^{-9} м). Сторона кубической элементарной ячейки хлорида натрия равна 0,56 нм. Таким образом, **в крохотной крупинке обычной поваренной соли содержится примерно миллион элементарных ячеек**, уложенных одна к другой.

В 1951 г. немецким физиком **Э. Мюллером** был изобретен замечательный прибор для исследования строения кристаллов — ионный микропроектор.

Имея в виду возможность прямого исследования внутренней структуры, многие занимающиеся кристаллографией стали употреблять термин «кристалл» в применении ко всем твердым веществам с упорядоченной внутренней структурой. Нужны лишь благоприятные условия, полагали они, чтобы внутренняя упорядоченность проявилась в виде правильной наружной огранки.

Некоторые ученые предпочитают называть твердые вещества с внешне не проявляющейся внутренней упорядоченностью «кристаллическими», а под «кристаллами» понимать, как это было когда-то, твердые вещества с природной огранкой.

1.3 Наука кристаллография

Кристаллы изучаются такими науками как кристаллография, кристаллохимия,

кристаллофизика, кристаллооптика, структурная кристаллография.

Истоки кристаллографии можно усмотреть ещё в античности, когда греки предприняли первые попытки описания кристаллов. При этом большое значение придавалось их форме. Греками же была создана геометрия, выведены пять платоновых тел и сконструировано множество многогранников, позволяющих описывать форму кристаллов.

Первым в России предпринял точные кристаллографические исследования **Н. И. Кокшаров**, а получил полную классификацию кристаллографической группы Е. С. Фёдоров. Для описания симметрии многогранников и кристаллических решеток в кристаллографии установлена следующая иерархия терминов:

- три категории симметрии;
- шесть сингоний;
- семь кристаллических (кристаллографических) систем;
- 14 решёток Браве;
- 32 класса или вида симметрии;
- 230 пространственных групп.

Кроме того, используются термины: простая форма; индексы грани; кристаллическая решётка; обратная решётка; кристаллическая структура; элементарная ячейка; изоморфизм (химия); полиморфизм кристаллов; метаморфизм.

Все это сложно и является предметом изучения в вузах, не во всей информации я разобралась, но поняла главное: нужны разносторонние, глубокие знания математики, физики, химии и других наук, чтобы разобраться в кристаллах по-настоящему.

Ведь кристаллография — это наука об атомно-молекулярном строении, симметрии, физико-химических свойствах, образовании и росте кристаллов. Она выявляет признаки единства во всем многообразии кристаллических веществ, исследует свойства и строение, как одиночных кристаллов, так и кристаллических агрегатов. Тем более, что по мере совершенствования методов исследования, кристаллическими оказались вещества, до этого считавшиеся аморфными. Аморфность — это твердое, некристаллическое состояние вещества, которое характеризуется отсутствием определённой температуры плавления. При повышении температуры аморфное вещество — стекло, пластмассы — размягчается и переходит в жидкое состояние постепенно. Кроме того открыты жидкие кристаллы. Жидкий кристалл — это специфическое агрегатное состояние вещества, в котором оно проявляет одновременно свойства кристалла и жидкости. Жидкий кристалл, обладая текучестью жидкости, проявляет оптические свойства обычных кристаллов. Благодаря науке известны многие способы искусственного выращивания кристаллов. В нашей

стране имеются целые институты кристаллографии: например, институт кристаллографии имени А.В. Шубникова при Российской академии наук. Под руководством академика **Алексея Васильевича Шубникова** в годы войны было выращено 50 тонн пьезокристаллов сегнетовой соли, что позволило оснастить войска эффективными средствами связи.

Генеральная Ассамблея ООН на своей 66-й сессии постановила провозгласить 2014 год Международным годом кристаллографии. Ведущую роль в проведении года кристаллографии играет Международный союз кристаллографов

ГЛАВА 2 ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ

2.1 Кристаллы и окружающий мир

Кристаллы в природе образуются тремя путями: из расплава, из раствора и из паров. Примером кристаллизации из расплава может служить образование льда из воды, так как вода, в сущности, не что иное, как расплавленный лед (рисунок 6).



Рисунок 6 — Кристалл на льду Байкала

К кристаллизации из расплава относится и процесс образования вулканических пород (рисунок 7). Магма, проникающая в трещины земной коры или вытесняемая в виде лавы на ее поверхность, содержит многие элементы в разупорядоченном состоянии.



Рисунок 7 — Извержение вулкана. Магма

При охлаждении магмы или лавы атомы и ионы разных элементов притягиваются друг к другу, образуя кристаллы различных минералов, например, гранита. В таких условиях возникает много зародышей кристаллов. Увеличиваясь в размере, они мешают друг другу расти, а поэтому гладкие наружные грани у них образуются редко. При очень быстром охлаждении магмы, например, при ее выбросах на поверхность Земли во время

извержения вулканов, она затвердела раньше, чем начали расти кристаллы. Вероятно, так образовался обсидиан, встречающийся на Кавказе.

Природные монокристаллы представляют большую редкость. Это, в первую очередь, относится к кристаллам большой величины, размеры которых в отдельных случаях могут достигать человеческого роста. Таковы гигантские кристаллы кварца и гипса, хранящиеся в Московском минералогическом музее АН России и в Горном музее Санкт-Петербургского горного института. В 1958 г. в Средней Азии был найден уникальный кристалл кварца весом около 30 т., длиной 7,5 м. и шириной 1,6 м. Разумеется, описанные случаи относятся к числу выдающихся. Обычно же приходится иметь дело с гораздо более мелкими и нередко микроскопическими кристалликами.

Кристаллы в природе образуются также из растворов, примером чему могут служить сотни миллионов тонн соли, выпавшей из морской воды и являющейся одним из наиболее знакомых каждому человеку минералов. Толщина пластов каменной соли, образовавшихся при испарении воды соленых озер, достигает в некоторых месторождениях нескольких сотен метров (рисунок 8).



Рисунок 8 — Соляное озеро

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. Снежинки, морозные узоры на стеклах окон и иней, украшающий зимой голые ветки деревьев, представляют собой кристаллы льда, выросшие из паров воды. Снежинка может быть только **шестилучевой** — такова симметрия строения кристаллов снега.



Аналогично снежинкам образуются и кристаллы некоторых минералов. Например, летучие пары соединений борного ангидрида, оседая на стенках пустот и трещин остывающей магмы, образуют кристаллы турмалина, иногда достигающие 2-3 м длины. На стенках кратеров «курящихся» вулканов постоянно образуются кристаллы серы (рисунок 9), хлористого аммония, каменной соли и других веществ, достигающих поверхности Земли в виде пара.



Рисунок 9 — Кристаллы серы

Однажды при извержении Везувия за несколько дней из паров образовалась жила кристаллов гематита (Fe_2O_3) толщиной 1 м.

Многие кристаллы являются продуктами жизнедеятельности организмов. Некоторые виды моллюсков обладают способностью наращивать на инородных телах, попавших в раковину, перламутр. За 5–10 лет образуется драгоценный камень жемчуг, имеющий поликристаллическое строение.

В морской воде растворено много различных солей. Мириады организмов, населяющих моря, строят свои раковины и скелеты из углекислого кальция и кремнезема. Выпадая в осадок, раковины и скелеты умерших организмов образуют мощные пласты так называемых осадочных пород. Рифы и целые острова в океанах сложены из

кристалликов углекислого кальция, составляющих основу скелета беспозвоночных животных — коралловых полипов (рисунок 10).



Рисунок 10 — Коралловый полип

Мощные слои известняка в земной коре являются результатом многовековых отложений раковин и панцирей различных организмов. В результате движений земной коры часть известняка оказалась на значительной глубине, где под действием высокого давления и температуры без плавления превратилась в мрамор.

Кристаллические вещества принимают участие даже в строении органического мира. Например, роговица глаза, зубы, некоторые кости скелета, пчелиный воск представляют собой агрегаты мельчайших кристалликов, не обнаруживаемых с помощью обычных микроскопов. Кристалл обычно служит символом неживой природы. Однако грань между живым и неживым установить очень трудно и понятия «кристалл» и «жизнь» не являются взаимоисключающими. Простейшие живые организмы — вирусы — могут соединяться в кристаллы. Гигантские молекулы ДНК с точки зрения физики рассматриваются как особый вид твердого тела — одномерные апериодические кристаллы. Следовательно, кристаллы — это не только символ неживой природы, но и основа жизни на Земле. Метеориты, посланцы из звездного мира, тоже состоят из кристаллов.

Благодаря применению рентгеновских лучей и электронных микроскопов круг известных нам кристаллических веществ всё более расширяется. Имеющиеся данные достаточно убедительно свидетельствуют о чрезвычайной распространённости кристаллов в природе. Образно выражаясь, мы живем в мире кристаллов, ибо кристаллы окружают нас всюду.

Таким образом, встречаясь с природным кристаллом естественного происхождения, мы имеем уникальную возможность взять в руки предмет, по сравнению с возрастом которого, все остальные привычные для нас масштабы исторического времени просто ничто. Разбивая обычный камень, мы всегда должны себе представлять, что поверхность разрушения образовалась в первый раз за миллионы, а иногда и миллиарды лет его существования. Таковы эти уникальные объекты, окружающие, тем не менее, нас со всех сторон на нашей кристаллической Земле.

2.2 Получение и применение кристаллов в науке и технике

Монокристаллы ряда элементов и многих химических веществ обладают замечательными механическими, электрическими, магнитными и оптическими свойствами. Так, например, алмаз тверже любого другого минерала, встречающегося на Земле. Кристаллы кварца и слюды обладают рядом электрических свойств, обеспечивающих им широкое применение в технике. Кристаллы флюорита, турмалина, исландского шпата, рубина и многие другие находят применение при изготовлении оптических приборов.

В природе монокристаллы большинства веществ без трещин, загрязнений и других дефектов встречаются редко. Развитие науки и техники привело к тому, что многие драгоценные камни или просто редко встречающиеся в природе кристаллы стали очень нужны для изготовления деталей приборов и машин, для выполнения научных исследований и все чаще требуются монокристаллы очень высокой химической чистоты с совершенной кристаллической структурой.

Первые попытки искусственно получить замечательные минералы человек предпринимал с давних пор. Еще в средние века алхимики с помощью философского камня пытались превратить простые вещества в драгоценные камни. В настоящее время искусственно выращиваются кристаллы цинка, серебра, алюминия, меди и других металлов, а также хлорида натрия, бромида калия, фторида лития и других солей, используемых оптической промышленностью. За сутки можно вырастить кристалл каменной соли массой порядка килограмма. Из расплава тончайшего порошка оксида алюминия выращивают, например, корунд (рубины, сапфиры). Получение кристаллов кварца из раствора происходит при температуре 400°C и давлении 1000 ат.

Применения кристаллов в науке и технике так многочисленны и разнообразны, что их трудно перечислить. Вот несколько интересных примеров.

Самый твердый и самый редкий из природных минералов — алмаз. Около 80% всех добываемых природных алмазов и все искусственные алмазы используются в

промышленности. Примерно 80% применяемых в технике алмазов идет на заточку инструментов и резцов «сверхтвердых сплавов». Алмазы служат опорными камнями (подшипниками) в хронометрах высшего класса для морских судов и в других особо точных навигационных приборах. На алмазных подшипниках не обнаруживается никаких следов износа даже после 25 000 000 оборотов. Колоссальное значение имеет алмаз при бурении горных пород, в горных работах. Алмазными пилами распиливают камни. Алмазным порошком шлифуют и полируют твердые камни, закаленную сталь, твердые и сверхтвердые сплавы. Сам алмаз можно резать, шлифовать и гравировать тоже только алмазом. Наиболее ответственные детали двигателей в автомобильном и авиационном производстве обрабатывают алмазными резцами и сверлами. Алмазы получают из порошка графита, смешанного с никелем. Смесь прессуется в виде небольших дисков размером до 2–3 см, которые затем нагреваются до температуры 2000—3000°C при давлении до 10109 Па. В таких поистине невероятных условиях графит превращается в алмаз. Получаемые кристаллы по твердости даже превосходят естественный алмаз. Производство искусственных алмазов в настоящее время практически целиком направлено для нужд буровой техники и абразивной промышленности.

Несколько уступая алмазу по твердости, соревнуется с ним по разнообразию технических применений рубин — благородный корунд, окись алюминия Al_2O_3 с красящей примесью оксида хрома. Из 1 кг синтетического рубина удастся изготовить около 40 000 опорных камней для часов. На полупроводниковых заводах тончайшие схемы рисуют рубиновыми иглами. Незаменимыми оказались рубиновые стержни на фабриках по изготовлению тканей из химического волокна. На изготовление 1 м ткани из искусственного волокна требуется израсходовать сотни тысяч метров волокна. Нитеводители из самого твердого стекла при протяжке через них искусственного волокна изнашиваются за несколько дней, агатовые способны работать до двух месяцев, рубиновые нитеводители — практически вечные. Искусственный рубин был впервые получен в начале нашего века в небольшой лаборатории в окрестностях Парижа и способ его получения известен как «метод профессора Вернейля». Самым новым методом получения искусственных рубина и сапфира является метод диффузионной плавки, постепенно вытесняющий метод Вернейля. Сам же корунд — скромный, невзрачный, бурый, непрозрачный — один из самых твердых камней на Земле, самый твердый после алмаза. Мелкий корунд — это наждак, которым чистят металл, из которого делают наждачную шкурку. Корундом можно сверлить, шлифовать, полировать, точить камень и металл. Из корунда и наждака делают точильные круги и бруски, шлифовальные порошки.

Новая область для широкого применения рубинов в научных исследованиях и в технике открылась с изобретением **рубинового лазера** — прибора, в котором рубиновый стержень служит мощным источником света, испускаемого в виде тонкого светового луча.

Красная окраска искусственного рубина получается за счет добавки оксида хрома. При добавлении к порошку глинозема других веществ получают синюю окраску сапфира или оранжевые, желтые, зеленые, розовые, фиолетовые окраски, которых в природе нет. Искусственные рубины и сапфиры чище, прозрачнее и дешевле природных. Они широко применяются для изготовления ювелирных изделий.

Из группы драгоценных камней (топаз, аквамарин, изумруд, турмалин, аметист, горный хрусталь и др.) наиболее освоено искусственное получение горного хрусталя. Сейчас в нашей стране практически все виды аппаратуры, использующие горный хрусталь (кварц), работают на синтетических кристаллах.

Российские ученые разгадали еще один секрет природы — получение аметиста — горного хрусталя густо фиолетового цвета. Аметисты выращивают так же, как и кристаллы кварца. Затем кристаллы облучают в реакторах. Под воздействием облучения в кристалле возникают разные дефекты, которые и обуславливают его фиолетовый цвет.

Однако **существует группа минералов, которых в природе нет**. Это минералы созданные человеком в лабораторных условиях. Несколько лет назад в ювелирных магазинах появились изделия с прекрасными прозрачными камнями различного цвета. По красоте они не уступают бриллиантам. Эти искусственные камни были названы фианитами в честь места их рождения — Физического института Академии наук имени П.Н. Лебедева (ФИАН). По составу фианиты представляют собой смесь оксидов циркония и гафния. Фианиты изготавливаются для различных отраслей народного хозяйства: оптики, электроники, производства лазеров, ювелирных изделий.

Исключительная роль выпала на долю кристаллов в современной электронике. Большинство полупроводниковых электронных приборов изготовлено из кристаллов германия или кремния.

Природные кристаллы кварца, добытые из земли, реагируют на сжатие и деформацию. В них появляются электрические заряды (пьезоэлектричество). При нагреве кристалла кварца нарушается устойчивость его атомной структуры. Стремление природных сил к её восстановлению приводит к перераспределению электрических зарядов, и возникновению поляризации. Это называется пьезоэлектричеством.

В Индии и на Цейлоне с древних времен, было известно, что кристаллы турмалина, положенные в горячую золу, сначала притягивали, а затем отталкивали частицы золы. Это явление стало известно в Европе в 1703 г., когда голландские купцы привезли кристаллы

турмалина с Цейлона. Карл Линней в 1747 г. дал турмалину научное название — электрический камень (*tapis electricus*). Позже это явление было названо пьезоэлектричеством. Оно заключается в появлении электрических напряжений на гранях кристалла при нагревании. Проявления пьезоэлектрических свойств кристаллов впервые были установлены в 1880 г. Сущность этого явления заключается в том, что если к граням таких кристаллов подвести электрическое напряжение, кристаллы деформируются: сжимаются или растягиваются. И наоборот, если сжимать или растягивать пьезокристалл, на его гранях возникают электрические напряжения.

Среди замечательных минералов основными пьезоэлектриками являются монокристаллы кварца и турмалина. Пьезоэлектрические и пьезоэлектрические свойства кристаллов используются в технике уже много лет. Одно из применений пьезоэлектриков известно буквально каждому. Это звукопередатчики в наших проигрывателях, которые превращают механические колебания иглы на грампластинке в электрические токи, которые затем усиливаются и подаются на динамик.

Пьезоэлектрические свойства кристаллов используются в ультразвуковой гидроакустике, дефектоскопии, при изучении свойств газов, жидкостей и твердых тел, для измерения давлений и вибраций, при изготовлении стабилизаторов и фильтров радиочастот. Существуют пьезоэлектрические методы измерения давления крови в кровеносных сосудах человека и давления соков в стеблях и стволах растений. Пьезоэлектродными пластинками измеряют, например, давление в стволе артиллерийского орудия при выстреле, давление в момент взрыва бомбы, мгновенные давления в цилиндрах двигателей при взрыве в них горячих газов. Предложено даже использовать пьезокристалл для лампы-вспышки при фотографировании. По замыслу и расчетам изобретателя при механическом ударе по кристаллу выделяется количество энергии, достаточное для вспышки электрической лампочки.

Современные технические требования к пьезокристаллам очень высоки, поэтому в технике все более и более используются искусственные кристаллы кварца и других минералов.

Из различных оптических свойств замечательных минералов в технике ценятся почти те же самые, которые определяют использование этих минералов в качестве украшений: прозрачность, двупреломление, поляризующие свойства и т. д.

В медицинском аппарате «горное солнце» лампа сделана не из обычного стекла, а из кварцевого, которое в отличие от обычного пропускает инфракрасные и особенно ультрафиолетовые лучи. Эти лучи поистине являются целебными, а кроме того, придают загар человеческой коже. Применение кварцевой лампы не ограничивается только

медициной. Она используется в органической химии, минералогии и других отраслях для изучения веществ в ультрафиолетовых лучах. Даже филателисты при изучении марок прибегают к помощи этой лампы: она позволяет отличать фальшивые марки от настоящих.

Кварц употребляется в технике и для других целей. Чистые бездефектные кристаллы горного хрусталя идут на изготовление призм, спектрографов, поляризующих пластинок.

Поляроид — это тонкая прозрачная пленка, сплошь заполненная крохотными прозрачными игольчатыми кристалликами вещества, двупреломляющего и поляризующего свет. Все кристаллики расположены параллельно друг другу, поэтому все они одинаково поляризуют свет, проходящий через пленку.

Поляроидные пленки применяются в поляроидных очках. Поляроиды гасят блики отраженного света, пропуская весь остальной свет. Они незаменимы для полярников, которым постоянно приходится смотреть на ослепительное отражение солнечных лучей от заледеневшего снежного поля.

Поляроидные стекла помогут предотвратить столкновения встречных автомобилей, которые очень часто случаются из-за того, что огни встречной машины ослепляют шофера, и он не видит этой машины. Если же ветровые стекла автомобилей и стекла автомобильных фонарей сделать из поляроида, причем повернуть оба поляроида так, чтобы их оптические оси были смещены, то ветровое стекло не пропустит света фонарей встречного автомобиля, «погасит его».

Другим замечательным минералом, применяемым в оптике, является флюорит. Это чистые прозрачные бесцветные или слабо окрашенные кристаллы. Флюорит используется для изготовления линз телескопов и микроскопов, для изготовления призм спектрографов и в других оптических приборах.

Но, пожалуй, самое большое значение имеет использование оптических свойств минералов, связанное с изобретением лазера — оптического квантового генератора. Слово «лазер» представляет собой сокращение английских слов *Ughf amplification by stimulated emission of radiation* — усилитель света при вызванном излучении. Принцип работы лазера достаточно сложен.

Первый лазер был создан в 1960 г. на рубине. Этот лазер излучал яркий свет с длиной волны 694,3 нм. С помощью рубинового лазера было проведено точное определение (локация) расстояния от Земли до Луны. Затраты энергии при этом не превышали энергии сгорания десятка спичек. В настоящее время применение лазеров в технике все более расширяется. Они используются для изучения физики плазмы, при

хирургических операциях, в телевидении для съемок и передачи изображения, для сверления и сварки металлов и т. д. И хотя в последнее время появились лазеры и на других веществах (газовые или полупроводниковые лазеры), минерал рубин по-прежнему остается одним из наиболее употребительных материалов. Преимущества рубина заключаются в его выдающихся механических свойствах: твердости, теплоупорности и устойчивости в сильно агрессивных условиях. Из других кристаллических веществ для лазеров используются алюминиево-иттриевые гранаты, флюорит и ряд других преимущественно искусственных, кристаллов.

Области применения минералов, все более расширяются, дальнейшее развитие науки продолжает выявлять в них все новые и новые свойства. Рубиновые стекла в иллюминаторах и приборах космических кораблей, световоды из горного хрусталя, позволяющие практически мгновенно передавать с помощью лазерного луча громадное количество информации, алмазы в качестве детекторов ядерных излучений — даже простое перечисление показывает, что замечательные минералы находятся на самом переднем крае науки и техники.

Исследователи Уральского федерального университета (УрФУ) разработали световоды на основе уникальных кристаллов (рисунок 11), которые помогут в поисках внеземных цивилизаций и планет пригодных для жизни.



Рисунок 11 — Кристалл для световодов

Рост потребления минералов не обеспечивается природными месторождениями, поэтому все более и более расширяется синтез минералов, их искусственное производство на заводах (рисунок 12).



Рисунок 12 — Производство кристаллов на заводе

На сегодняшний день почти все кристаллы, которые существуют, выращивают искусственно, получая именно то, что необходимо конечному потребителю. Производство кристаллов — один из самых дорогостоящих бизнесов. И красивых.

ГЛАВА 3 ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

3.1 Как растут кристаллы

Почти любое вещество может при известных условиях дать кристаллы. Кристаллы в лаборатории можно получить из раствора или из расплава данного вещества, а также из его паров.

Известно, что растворимость веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением — уменьшается. Мы знаем, что одни вещества растворяются хорошо, другие — плохо. При растворении веществ образуются насыщенные и ненасыщенные растворы. Насыщенный раствор — это раствор, который содержит максимальное количество растворяемого вещества при данной температуре. Ненасыщенный раствор — это раствор, который содержит меньше растворяемого вещества, чем насыщенный при данной температуре.

Как же кристаллы растут? Не удастся, разумеется, обнаружить глазом самые начальные моменты роста. Сначала немногие из беспорядочно движущихся молекул или атомов растворенного вещества собираются в том примерно порядке, который нужен для образования кристаллической решетки. Такую группу атомов или молекул называют **зародышем**.

Зародыши чаще образуются при наличии в растворе каких-либо центров кристаллизации. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики растворенного вещества. Всего быстрее и легче кристаллизация начинается тогда, когда в насыщенный раствор помещается маленький кристалл — **затравка**.

Опыт показывает, что рост затравки заключается как бы в перемещении граней параллельно самим себе в направлении, перпендикулярном к грани. При этом углы между гранями остаются постоянными (мы уже знаем, что постоянство углов — важнейший признак кристалла, вытекающий из его решетчатого строения). На рисунке 13 даны встречающиеся очертания трёх кристаллов одного и того же вещества при их росте. Подобные картины можно наблюдать в микроскоп. В случае, изображенном слева, число граней во время роста сохраняется. Средний рисунок дает пример появления новой грани (вверху справа) и снова ее исчезновения. Очень важно отметить, что скорость роста граней, т. е. скорость перемещения их параллельно самим себе, неодинакова у разных граней. При этом "зарастают" — исчезают именно те грани, которые перемещаются всего быстрее, например левая нижняя грань на среднем рисунке. Наоборот, медленно растущие грани оказываются самыми широкими, как говорят, наиболее развитыми.

Особенно отчетливо это видно на последнем рисунке. Бесформенный обломок приобретает ту же форму, что и другие кристаллы, именно из-за анизотропии скорости роста.

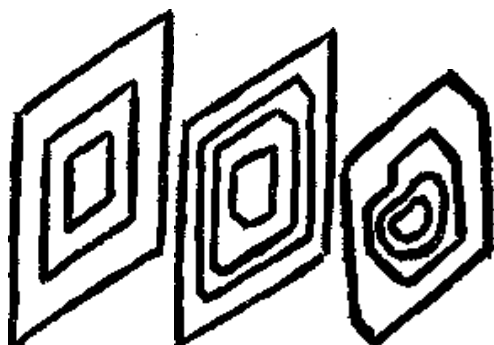


Рисунок 13 — Перемещение граней при росте кристаллов

Вполне определенные грани развиваются за счет других всего сильнее и придают кристаллу форму, свойственную всем образцам этого вещества.

3.2 Приготовление насыщенного раствора

Прежде чем приступить к выращиванию кристаллов, я изучила методику приготовления насыщенных растворов и познакомилась с таблицами растворимости и простейшими расчетами.

Я приготовила насыщенный раствор сахара при температуре 30°C и начала охлаждать его до 20°C . При 30°C в 100 г воды растворилось примерно 223 г сахара, при 20°C — растворилось 205 г. При охлаждении от 30 до 20°C 18 г оказались «лишними» и выпали из раствора. Итак, я убедилась, что один из возможных способов получения кристаллов — это охлаждение насыщенного раствора. Но такой способ пригоден для веществ, растворимость которых значительно увеличивается с повышением температуры, тогда при охлаждении выпадет много кристаллов.

Растворимость поваренной соли не очень меняется при нагревании, поэтому я приготовила насыщенный раствор соли и медного купороса и поступила иначе: оставила растворы в открытых емкостях. Через некоторое время я обнаружила появление кристалликов. Почему они образовались? Внимательное наблюдение показало, что одновременно с образованием кристаллов произошло еще одно изменение — уменьшилось количество воды. Вода испарилась, растворы стали еще более насыщенными, в растворе оказалось «лишнее» вещество. Итак, я увидела, что другой возможный способ образования кристаллов – это медленное испарение раствора.

Подумав, а что если выпарить воду, нагревая раствор на плите, я вновь приготовила нужные растворы и стала выпаривать воду. Это был третий опыт с насыщенным раствором. Кристаллы получились быстро, но были мелкими. Видимо грани не успевали нарастать, а скорость выпадения кристаллов была велика. Сравнение показало, что для получения крупных кристаллов соли нужна медленная кристаллизация из насыщенного раствора. Быстрое охлаждение и быстрое выпаривание приводят к противоположному результату.

В своем исследовании я использовала следующие советы:

- соль надо растворять в кипяченой воде (чем чище вода, тем лучше получаются кристаллы);
- при растворении соли воду необходимо нагревать;
- раствор соли должен быть очень насыщенным;
- кристаллик нельзя при росте без особой причины вынимать из раствора;
- периодически (раз в неделю) менять или обновлять насыщенный раствор.

3.3 Получение кристаллов соли

Эксперимент по выращиванию кристаллов я проводила в течение четырех месяцев. За это время мне удалось освоить способы приготовления насыщенных растворов, приемы фильтрования, введение затравки. Я поняла, что самый простой способ выращивания кристаллов дома — это выращивание из насыщенного раствора. Все опыты проводились в домашних условиях. В работе представлены снимки, сделанные фотоаппаратом.

Опыт 1

Выращивание кристаллов поваренной соли из насыщенного раствора

Оборудование: литровая банка, деревянная ложка, воронка с ватой для фильтрования раствора, термос с широким горлышком, поваренная соль, нитка, клей.

Условия опыта: медленное испарение воды, использование «затравки».

Выполнение опыта:

1. Налила половину банки горячей воды и порциями, при перемешивании, добавляла поваренную соль, пока она перестала растворяться. Получила насыщенный раствор соли.
2. Дала раствору отстояться 2 минуты, чтобы не растворившиеся кристаллы сели на дно банки.
3. Отфильтровала раствор через воронку с ватой в чистый термос. Закрыла термос крышкой и оставила остывать на 2,5 часа.

4. Приготовила «затравку»: приклеила кристаллик соли на кончик нитки.
5. Ввела затравку в раствор, прикрыла термос крышкой и оставила на три дня.
6. Через три дня я подняла нитку и увидела на ней кристаллы соли. Оставив один кристалл (лишние кристаллы осторожно убрала), опять опустила нитку в раствор.
7. Через три дня опять подняла нитку и увидела целую друзу кристаллов.

Проанализировав свои действия, пришла к выводу: я не смогла убрать **все** лишние кристаллы, поэтому вырастить монокристалл мне не удалось. Тем не менее, все-таки кристаллы в домашних условиях получились.

Опыт 2

Получение окрашенных кристаллов соли из готового набора «Дерево в кристаллах»

Оборудование: пол-литровая банка, сухая веточка, деревянная палочка, столовая ложка, пластилин, 6 ложек поваренной соли, мерный стакан, пищевая соль из набора, пищевой краситель, пластилин, камешки, вазелин, чашка Петри.

1. Подготовительный этап (рисунок 14). Край чашки Петри смазала вазелином, укрепила в центре ее с помощью пластилина небольшую сухую веточку.



Рисунок 14 — Чашка Петри с сухой веточкой

2. Подготовительный этап (рисунок 15). Вокруг ветки положила несколько камешков.



Рисунок 15 — Чашка Петри с солью и камешками

На камешки и дно чашки Петри насыпала шесть столовых ложек поваренной соли

3. Приготовление насыщенного раствора соли (рисунок 16). Я заполнила пол-литровую банку примерно наполовину кипяченой водой и добавляла пищевую соль из набора до тех пор, пока новая порция вещества перестала растворяться.



Рисунок 16 — Банка с насыщенным раствором соли

4. Приготовление окрашенного раствора (рисунок 17). Я добавила в насыщенный раствор соли треть пакетика красителя и размешала деревянной палочкой. Получился раствор зеленого цвета.



Рисунок 17 — Банка с насыщенным раствором соли и красителем

5. Заполнение чашки Петри раствором соли. Раствор соли с красителем я перелила так, чтобы он не доходил до краев чашки. Банку с оставшимся раствором закрыла крышкой: раствор еще будет нужен.

6. Чашку Петри с содержимым я поставила на солнечное место на сутки (рисунок 19).

7. На следующий день я добавила к краю чашки 20 мл раствора соли, так как раствор постепенно начал испаряться и началась кристаллизация (рисунок 20).

8. Через каждые 24 часа я добавляла в чашку раствор соли и камни почти покрылись кристалликами соли (рисунок 21). Но на веточке кристаллов было очень мало.



Рисунок 19 — Чашка Петри с раствором соли



Рисунок 20 — Чашка Петри с раствором соли. Кристаллизация



Рисунок 21 — Чашка Петри с раствором соли через 48 часов

9. Заключительный этап опыта и итог (рисунки 22, 23). Через трое суток камни полностью покрылись кристаллами, среди мелких кристаллов были и более крупные, с веткой изменений не произошло.



Рисунок 22 — Камни, полностью покрытые кристаллами



Рисунок 23 — Итог опыта

Таким образом, в домашних условиях очень удобно получать кристаллы из готовых наборов.

3.4 Анализ результатов и выводы

Работая над проектом и проанализировав результаты, я сделала следующие выводы:

1. Кристаллическое состояние веществ является одним из самых распространенных в окружающем нас мире. Кристаллы – твердые тела, атомы, ионы или

молекулы которых образуют упорядоченную периодическую структуру (кристаллическую решетку).

2. Кристаллы широко распространены в природе, большое количество разных кристаллов получают искусственным путем в лабораториях и на производстве.

3. Кристаллы широко используются в различных областях науки, техники, ювелирном деле.

4. Процесс кристаллизации осуществляется методами: 1) выращивание монокристаллов из расплава; 2) кристаллизация из растворов; 3) кристаллизация из паровой (газовой) фазы; 4) кристаллизация в результате химической реакции.

5. Самым доступным методом получения кристаллов является кристаллизация из растворов. При выращивании кристаллов из растворов движущей силой процесса является пересыщение.

6. Кристаллы можно получить в домашних условиях, используя лабораторные методы выращивания кристаллов.

7. Самым простым способом выращивания кристаллов в домашних условиях является выращивание их с использованием готовых наборов.

8. Главным результатом моей работы является подтверждение гипотезы — кристаллы можно выращивать в домашних условиях.

Все проделанные опыты просты в исполнении, результативны и не требуют больших затрат времени, но нужны определенные знания и навыки. Вот над этим мне еще нужно работать, так как не все у меня получилось в экспериментальной части.

Проведенная работа позволила удовлетворить мой практический интерес к химии кристаллов, расширила научные познания в данной области и позволила совершенствовать практические умения и навыки. В процессе работы у меня возникли и другие вопросы, которые требуют дальнейшего более глубокого изучения. Поэтому я планирую и дальше заниматься изучением данной темы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мир кристаллов прекрасен и удивителен. Кристаллы восхищают своей красотой, изяществом, неповторимостью форм, игрой цвета, прозрачностью и блеском. Они вдохновляют художников, скульпторов. Художники и скульпторы используют лед для создания необыкновенных, удивительных по красоте произведений искусства.



Выставка ледовых
скульптур
в Санкт-Петербурге

Выставки и фестивали ледовых скульптур проводятся в разных городах и странах: Москве, Петербурге, Новгороде, Хабаровске, Петропавловске Швеции, Финляндии, Норвегии, Румынии, Канаде, в Китае (Международный фестиваль снега и льда, г Харбин) и др.

Петербургский фестиваль
ледовых скульптур



В дни Олимпиады в Сочи участники и гости тоже могли любоваться ледяными скульптурами.



Ледяная скульптура в дни Олимпиады в Сочи

Люди нашли применение кристаллам в науке и технике, широко используя искусственные кристаллы. О кристаллах слагают легенды (многие суеверия сохранились в талисманах «на счастье» и «своих камнях»), им посвящают стихи, по ним предсказывают будущее, они помогают побеждать. Кристаллы заслуживают того, чтобы каждый познакомился с ними поближе.

«Почти весь мир кристалличен.

В мире царит кристалл и его твердые,
прямолинейные законы»

Академик А.Е.Ферсман

«Всякий кристалл, как и всё существующее в природе,

претерпевает со временем ряд изменений, составляющих то,
что условно называют «жизнью».

Академик А.В. Шубников

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леенсон И.А. Занимательная химия для детей и взрослых. — Астрель, 2010
2. Энциклопедия драгоценных камней и кристаллов. — Харвест, 2009
3. Жидкие кристаллы // Википедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>
4. История кристалла // Кристаллы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kristal.21428s12.edusite.ru/p2aa1.html>
5. Применение кристаллов // Кристаллы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kristal.21428s12.edusite.ru/p8aa1.html>
6. Применение кристаллов в науке и технике // Мир кристаллов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://course-crystal.narod.ru/p2aa1.html>
7. Выращивание кристаллов в домашних условиях. Как вырастить кристалл // Занимательная химия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kristallikov.net/page6.html>
8. 1. Все о минералах. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://urai.net.ru/nano/>
9. 2. Выращивание минералов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://urai.net.ru/crystal/p2aa1.html>
10. Кристаллическая структура [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%CA%F0%E8%F1%F2%E0%EB%EB%FB#cite_note-Slovar-2
11. Кристаллы и их свойства. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=111502>
12. Поэзия. Стихи о камнях, минералах, кристаллах. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mindraw.web.ru/stih1.htm>
13. Михаил Ковальчук — физик и лирик кристаллографии. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dailynewslight.ru/?u=01012014315>
14. Кристаллография — фото ученых. [Электронный ресурс]. — <https://yandex.ru/images/search?text>

