

*Ярой альпийской зимой лед превращается в камень.  
Солнце не в силах затем камень такой растопить.  
Клавдиан 390 г.*

# ***КРИСТАЛЛЫ. КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА***

*Выполнила*

*ученица 10 класса*

*Казачанская Екатерина*

# **Цель работы:**

**Изучить свойства и виды кристаллических веществ, их практическое значение.**

# **Задачи работы:**

**Рассмотреть:**

- виды кристаллов;**
- основные способы выращивания кристаллов;**

**Выяснить как выглядят природные и искусственные кристаллы.**

# Актуальность темы

Так как кристаллы имеют широкое применение в науке и технике, то трудно назвать такую отрасль производства, где не использовались бы кристаллы.

*Мне стало интересно:*

- что же такое кристалл;
- как кристаллы растут;
- какими свойствами обладают;
- где применяются?



Алмаз (бриллиант)

# ***Выдвинутая гипотеза:***

***Кристаллы - основа жизни на земле.***

***Понятия «кристалл» и «жизнь»  
- не взаимоисключающие.***

***Символ неживой природы кристалл –  
живой!***

***Кристаллы можно вырастить.***



**Кристаллы** (от греч. *krystallos*, первонач. - лед), твердые тела, атомы или молекулы которых образуют упорядоченную периодическую структуру (кристаллическую решетку).

Каждый, кто побывал в музее минералогии или на выставке минералов, не мог не восхититься изяществом и красотой форм, которые принимают «неживые» вещества.



**Стронцианит**



**Турмалин**



**Берилл**



**Церуссит**



### Кубическая



Алмаз



Магнетит



Гранат



### Моноклинная



Тремолит



Тремолит



Авгит



Эпидот

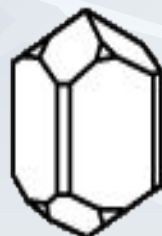
### Тетрагональная



Циркон



Идокраз



Рутил



Алофиллит

### Триклинная



Альбит



Родонит



Халькантит

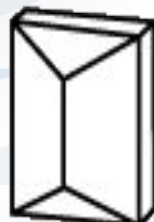
### Орторомбическая



Барит



Церуссит



Ставролит



Целестин

### Гексагональная



Берилл



Апатит



Кристаллы льда

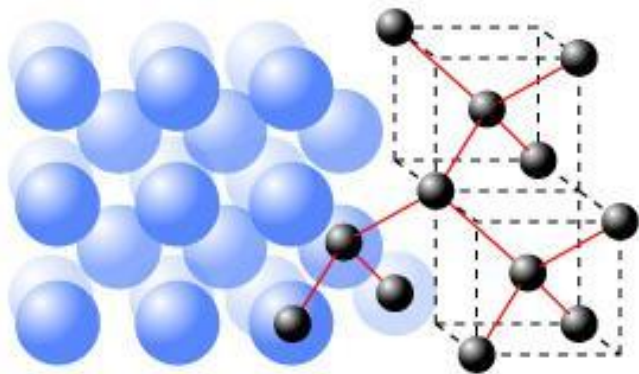


Кварц

**Упорядоченное трехмерное расположение молекул характерно для кристаллов и отличает их от других твердых веществ.**

# КРИСТАЛЛЫ

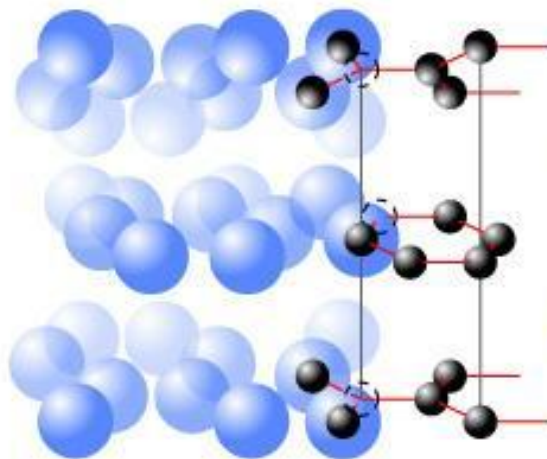
УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА АЛМАЗА



АЛМАЗ



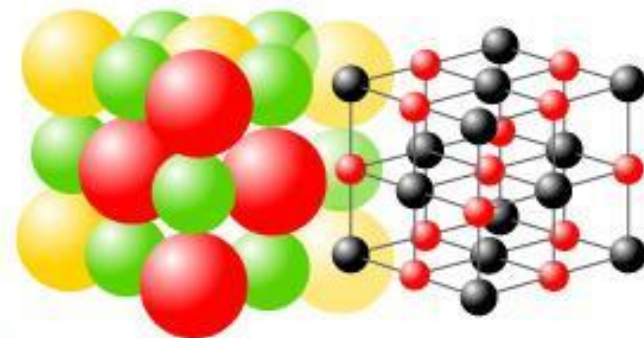
УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА ГРАФИТА



ГРАФИТ



УПАКОВКА АТОМОВ  
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
РЕШЕТКА  
ПОВАРЕННОЙ СОЛИ



ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ





# СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ

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 —  $120^\circ$ .

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.

Простейшим прибором для измерения углов кристаллов является прикладной гониометр.



*Горный хрусталь*



*Сапфир*



# Виды кристаллов



Монокристалл представляет собой монокристалл с единой ненарушенной кристаллической решеткой. Природные монокристаллы больших размеров встречаются очень редко.

Монокристаллами являются кварц, алмаз, рубин и многие другие драгоценные камни.

Большинство кристаллических тел являются поликристаллическими, то есть состоят из множества мелких кристалликов, иногда видных только при сильном увеличении.

Поликристаллами являются все металлы.

# кристаллы

природные

искусственные



Аметрин



Мрамор



Кварц



Алмазы



Кораллы



Изумруд



Искусственный  
жемчуг

# Природные кристаллы

Природные кристаллы всегда возбуждали любопытство у людей. Их цвет, блеск и форма затрагивали человеческое чувство прекрасного, и люди украшали ими себя и жилище.

С давних пор с кристаллами были связаны суеверия; как амулеты, они должны были не только ограждать своих владельцев от злых духов, но и наделять их сверхъестественными способностями.

Позднее, когда те же самые минералы стали резать и полировать, как драгоценные камни, многие суеверия сохранились в талисманах «на счастье» и «своих камнях», соответствующих месяцу рождения.



Агат

Рубин



Перидот

Аквамарин



# Природные кристаллы



*Иней*



*Каменная соль*



*Кораллы*



*Сера*



*В природе кристаллы образуются тремя путями: из расплава, из раствора и из паров.*

Примером кристаллизации из расплава является образование льда из воды.

Примером образования кристаллов из растворов, могут служить сотни миллионов тонн соли, выпавшей из морской воды.

Примером образования кристаллов из пара и газа являются снежинки, иней. Воздух, содержащий влагу, охлаждается, и прямо из него вырастают снежинки той или иной формы.

Многие кристаллы являются продуктами жизнедеятельности организмов. Это например, жемчуг, перламутр.

Рифы и целые острова в океанах сложены из кристалликов углекислого кальция, составляющих основу скелета беспозвоночных животных — коралловых полипов.



# Искусственные кристаллы

Для многих отраслей техники, выполнения научных исследований требуются кристаллы очень высокой химической чистоты с совершенной кристаллической структурой.

Кристаллы, встречающиеся в природе, этим требованиям не удовлетворяют, так как они растут в условиях, весьма далеких от идеальных

Кроме того, потребность во многих кристаллах превышает запасы в природных месторождениях.

Из более чем 3000 минералов, существующих в природе, искусственно удалось получить уже больше половины.



Синтетический кварц



Искусственный жемчуг

Название	Хим. формула	Средняя величина кристаллов	Области применения
Кварц	$\text{SiO}_2$	от 1 до 15 кг, $300 \times 200 \times 150$ мм	Пьезоэлектрич. преобразователи, ювелирные изделия, оптич. приборы
Корунд Рубин	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Стержни диам. 60—100 мм, дл. до 3 м; пластины $140 \times 300 \times 30$ мм	Приборостроение, часовая пром-сть, ювелирные изделия, рубиновый лазер, квантовый усилитель, сафф. подложки и окна
Сапфир	$\text{Al}_2\text{O}_3$ с примесью Fe		
Германий	Ge	От 100 г до 10 кг, $200 \times 200 \times 500$ мм	Полупроводниковые приборы
Кремний	Si	»	»
Галогениды	KCl, NaCl	от 1 до 100 кг, $300 \times 300 \times 800$ мм	Сцинтилляторы
Сегнетова соль	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	От 1 до 25 кг, $100 \times 100 \times 600$ мм От 1 до 40 кг, $500 \times 500 \times 300$ мм	Пьезоэлементы
Триглицинсульфат	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$	До 1 кг	Пирозлектрич. элементы
Дигидрофосфат калия KDP	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	От 1 до 40 кг, $500 \times 500 \times 300$ мм	Пьезоэлементы, нелинейные кристаллы, электрооптич. кристаллы
Алюмоиттриевый гранат	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	$40 \times 40 \times 150$ мм $30 \times 200 \times 150$ мм	Твердотельные лазеры, ювелирные изделия
Железоиттриевый гранат	$\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$	$30 \times 30 \times 30$ мм	Акустика, электроника
Гадолиний-галлиеый гранат	$\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$	$20 \times 80 \times 200$ мм	Подложки для магнитных плёнок
Алмаз	C	От 0,1 до 3 мм	Абразивный материал
Ниобат лития	$\text{LiNbO}_3$	$10 \times 20 \times 200$ мм	Пьезоэлементы, акустоэлектрич. и электрооптич. элементы
Нафталин	$\text{C}_{10}\text{H}_8$	Блоки в неск. кг	Сцинтилляционные счётчики
Бифталат калия	$\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4\text{K}$	До 1 кг	Рентгеновские анализаторы, нелинейная оптика
Сульфид кадмия	CdS	$20 \times 20 \times 100$ мм	Полупроводниковые приборы
Кальцит	$\text{CaCO}_3$	$10 \times 30 \times 30$ мм	Оптич. приборы
Сульфид цинка	ZnS	$20 \times 20 \times 100$ мм	Полупроводниковые приборы
Арсенид галлия	GaAs	$20 \times 20 \times 100$ мм	»
Фосфид галлия	GaP	»	»
Молибдаты редкоземельных элементов	$\text{Y}_2(\text{MoO}_4)_3$	$100 \times 10 \times 100$ мм	Твердотельные лазеры
Двуокись циркония (с добавкой $\text{Y}_2\text{O}_3$ до 10%)	$\text{ZrO}_2$	Блоки ок. 2 кг, столбчатые кристаллы, $100 \times 10 \times 50$ мм	Ювелирные изделия, оптика
Двуокись гафния (с добавкой $\text{Y}_2\text{O}_3$ до 10%)	$\text{HfO}_2$	»	»
Вольфрамат кальция	$\text{CaWO}_4$	$10 \times 20 \times 200$ мм	Твердотельные лазеры
Алюминат иттрия	$\text{YAlO}_3$	$10 \times 10 \times 100$ мм	»
Алюминий (трубы разл. сечений)	Al	Дл. до 1 м, диам. $3 \times 20$ см	Металлургия



# Применение кристаллов

Из предыдущей таблицы видно, что кристаллы широко применяются в науке и технике: полупроводники, призмы и линзы для оптических приборов, лазеры, пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, оптические и электрооптические кристаллы, ферромагнетики и ферриты, монокристаллы металлов высокой чистоты...

Около 80% всех добываемых природных алмазов и все искусственные алмазы используются в промышленности

Рентгеноструктурные исследования кристаллов позволили установить строение многих молекул, в том числе и биологически активных - белков, нуклеиновых кислот.

Сегодня трудно назвать такую отрасль производства, в которой бы не использовались кристаллы.



*Неограненные алмазы*



*Горный хрусталь*



*Бриллиант*

Огранные кристаллы драгоценных камней, в том числе выращенных искусственно, используются как украшения.





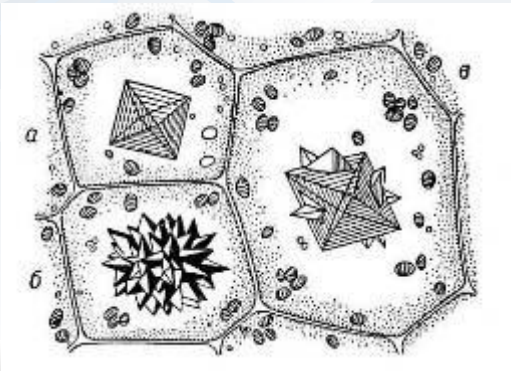
# Кристаллы – основа жизни !

Кристалл обычно служит символом неживой природы. Однако грань между живым и неживым установить очень трудно и понятия «кристалл» и «жизнь» не являются взаимоисключающими.

Во -первых, простейшие живые организмы — **вирусы** — **могут соединяться в кристаллы**. В кристаллическом состоянии они не обнаруживают признаков живого, но при изменениях внешних условий на благоприятные (такими для вирусов являются условия внутри клеток живого организма) они начинают двигаться, размножаться.

Во-вторых, в живых организмах **молекула ДНК** представляет собой **двойную спираль**, составленную из небольшого числа сравнительно простых молекулярных соединений, повторяющихся в **строго определенном для данного вида порядке**.

Диаметр молекулы ДНК равен  $2 \cdot 10^{-9}$  м, а длина может достигать нескольких сантиметров. Такие гигантские молекулы с точки зрения физики рассматриваются как **особый вид твердого тела — одномерные аperiодические кристаллы**. Следовательно, **кристаллы** — это не только символ неживой природы, но и **основа жизни на Земле**.



Молекула  
ДНК

Кристаллы в клетках растений

# Выращивание кристаллов

Нам удаётся выращивать кристаллы благодаря кристаллизации - процессу образования кристаллов из паров, растворов, расплавов.

Кристаллизация начинается при достижении некоторого предельного условия, например, переохлаждения жидкости или пересыщения пара, когда практически мгновенно возникает множество мелких кристалликов - центров кристаллизации.

Кристаллики растут, присоединяя атомы или молекулы из жидкости или пара. Рост граней кристалла происходит послойно, края незавершенных атомных слоев при росте движутся вдоль грани. Зависимость скорости роста от условий кристаллизации приводит к разнообразию форм и структуры кристаллов.



# Способы выращивания кристаллов.

Кристаллизацию можно вести разными способами.

**Один из них – охлаждение насыщенного горячего раствора.**

При охлаждении раствора частички вещества (молекулы, ионы), которые уже не могут находиться в растворенном состоянии, слипаются друг с другом, образуя крошечные кристаллы-зародыши.

Если раствор охлаждать медленно, зародышей образуется немного, и, обрастая постепенно со всех сторон, они превращаются в красивые кристаллики правильной формы.

При быстром охлаждении образуется много зародышей, правильных кристаллов при этом не получится, потому что находящиеся в растворе частицы могут просто не успеть «устроиться» на поверхности кристалла на положенное им место. Образуются друзы – скопления, грозди маленьких кристаллов.



Друзы и  
кристаллики  
соли





**Другой метод получения кристаллов** - постепенное удаление воды из насыщенного раствора. «Лишнее» вещество при этом кристаллизуется. И в этом случае чем медленнее испаряется вода, тем лучше получаются кристаллы.

**Третий способ** - выращивание кристаллов из расплавленных веществ при медленном охлаждении жидкости. При использовании всех способов наилучшие результаты получаются, если используется затравка - небольшой кристалл правильной формы, который помещают в раствор или расплав. Таким способом получают, например, кристаллы рубина.



Рубин



# Выращивание кристаллов

**Оборудование:** поваренная соль, дистиллированная вода, воронка, стеклянная палочка, вата, стаканы.

## **Порядок выполнения работы:**

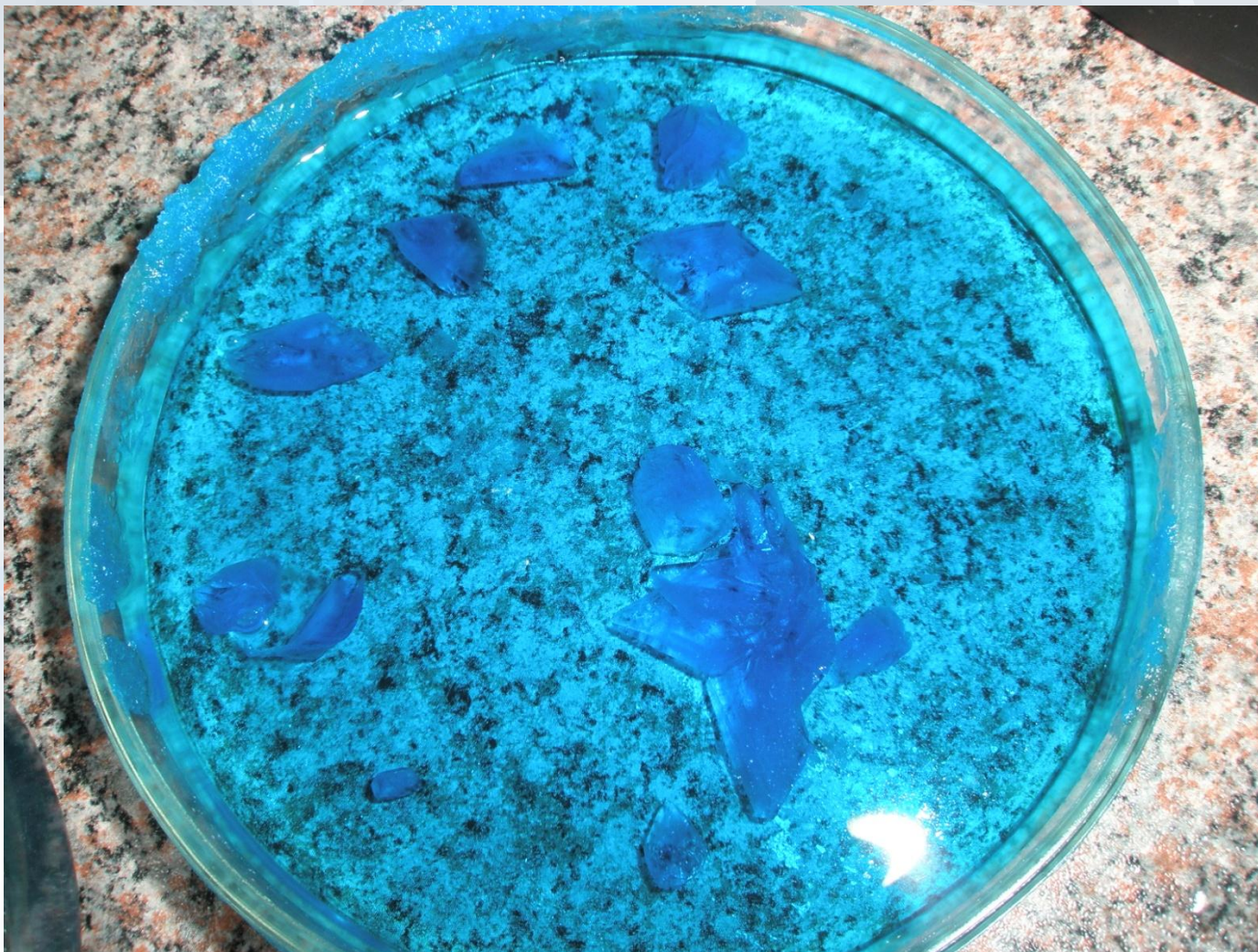
Я тщательно вымыла 2 стакана и воронку, подержала их над паром, налил 100 гр. горячей воды в стакан. Приготовила насыщенный раствор соли и слила его через ватный фильтр в чистый стакан. Закрыла стакан крышкой. Подождала пока раствор остынет до комнатной температуры и открыла стакан. Через некоторое время началось выпадение кристаллов.

Рост моего поликристалла из поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ) происходил в течение 16 дней.





- Рост монокристалла медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) происходил 7 дней.





# Место где росли кристаллы





Выращенный кристалл соли имеет кубическую форму с небольшими отклонениями. Стороны кристалла ровные, имеют форму прямоугольников. Первоначальное ощущение - что это срослось множество квадратиков и прямоугольников, такой вид имел кристалл.



Кристалл медного купороса имел форму параллелограмма.



**Вывод:** в этом эксперименте я научилась выращивать кристаллы поваренной соли и медного купороса, а также я узнала, что этим способом можно выращивать кристаллы любых других простых веществ, и что необходимо для выращивания, и как происходит рост кристаллов.

