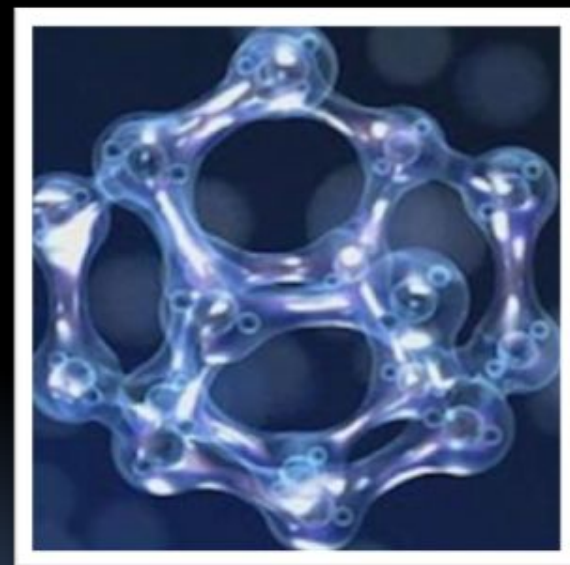


# СВОЙСТВА Твердых тел

# Структура

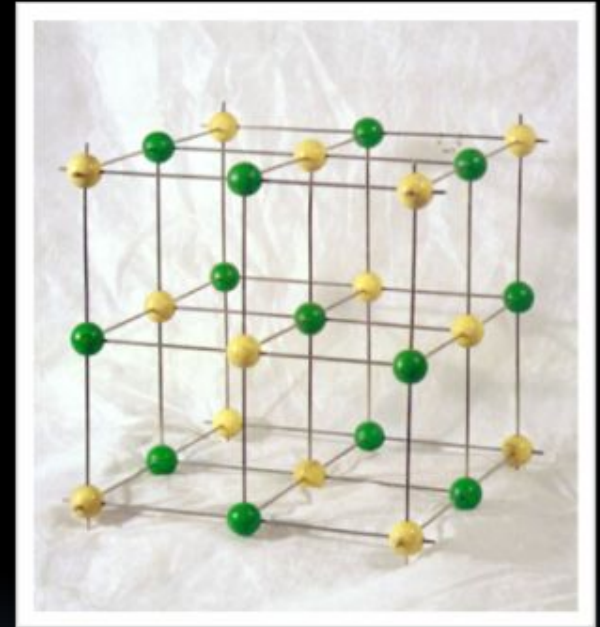
Твердое тело состоит из атомов. Само его существование указывает на наличие интенсивных сил притяжения, связывающих атомы воедино, и сил отталкивания, без которых между атомами не было бы промежутков.

Атомы или молекулы твердых тел *колеблются около положения равновесия*. Поэтому тела *сохраняют* не только *объем*, но и *форму*.

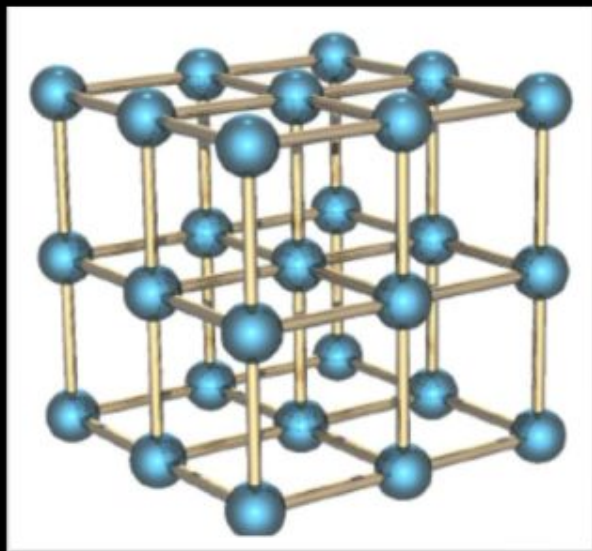


# Кристаллическая решётка

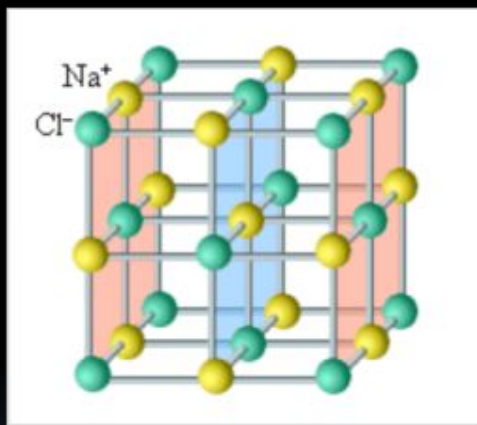
Если соединить центры положений равновесия атомов или ионов твердого тела, то получится правильная пространственная решётка, называемая *кристаллической*.



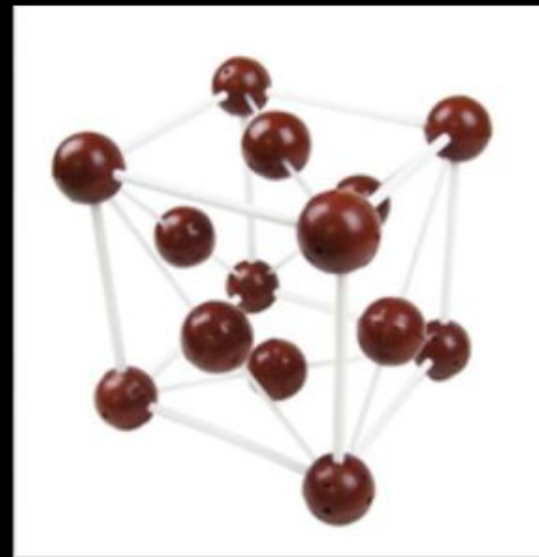
# Примеры кристаллических решёток



Кристаллическая  
решётка полония.



Кристаллическая  
решетка поваренной  
соли.



Кристаллическая  
решётка меди.

# Твердые тела

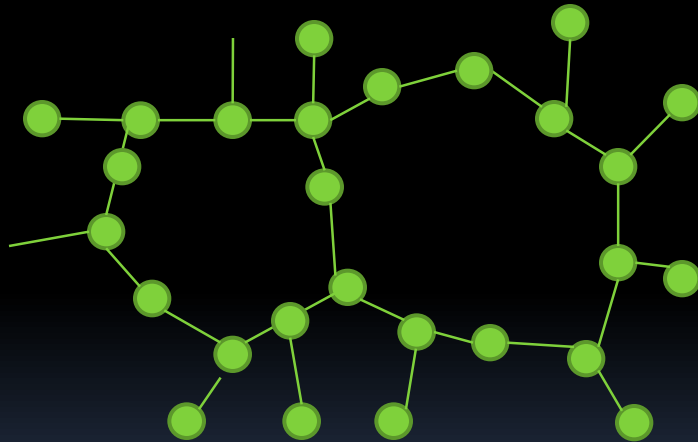
## Кристаллические

- Кристаллическое строение, кристаллическая решетка
- Имеют температуру плавления,  $t_{\text{плавления}} = \text{const}$ 
  - Медь,  $t_{\text{плавления}} = 1083^{\circ}\text{C}$
  - Цинк,  $t_{\text{плавления}} = 420^{\circ}\text{C}$
  - Алюминий,  $t_{\text{плавления}} = 600^{\circ}\text{C}$
- Анизотропны – физические свойства зависят от направления внутри кристалла

## Аморфные

- Не имеют кристаллической решетки
- Не имеют температуры плавления
- Изотропны
- Обладают текучестью
- Имеют только ближний порядок
- Способны переходить в кристаллическое и жидкое состояние
- Имеют только ближний порядок
- Способны переходить в кристаллическое и жидкое состояние

**Аморфные твердые тела** – это тела, у которых нет строгого порядка в расположении атомов и молекул.

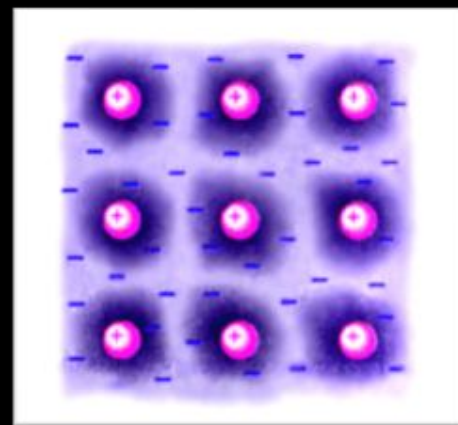


Аморфная структура имеет вид решетки неправильной формы

**Кристаллы** – это твердые тела, атомы или молекулы, которых занимают определенные упорядоченные положения в пространстве.

Одиночные кристаллы называются *монокристаллами*. Твердое тело состоящее из большого числа маленьких кристалликов, называют *поликристаллами*.

Поликристаллические тела состоят из многих сросшихся между собой хаотически ориентированных маленьких кристалликов, которые называются *кристаллитами*.



Структура  
металлического  
кристалла.

# Симметрия и классификация кристаллов.

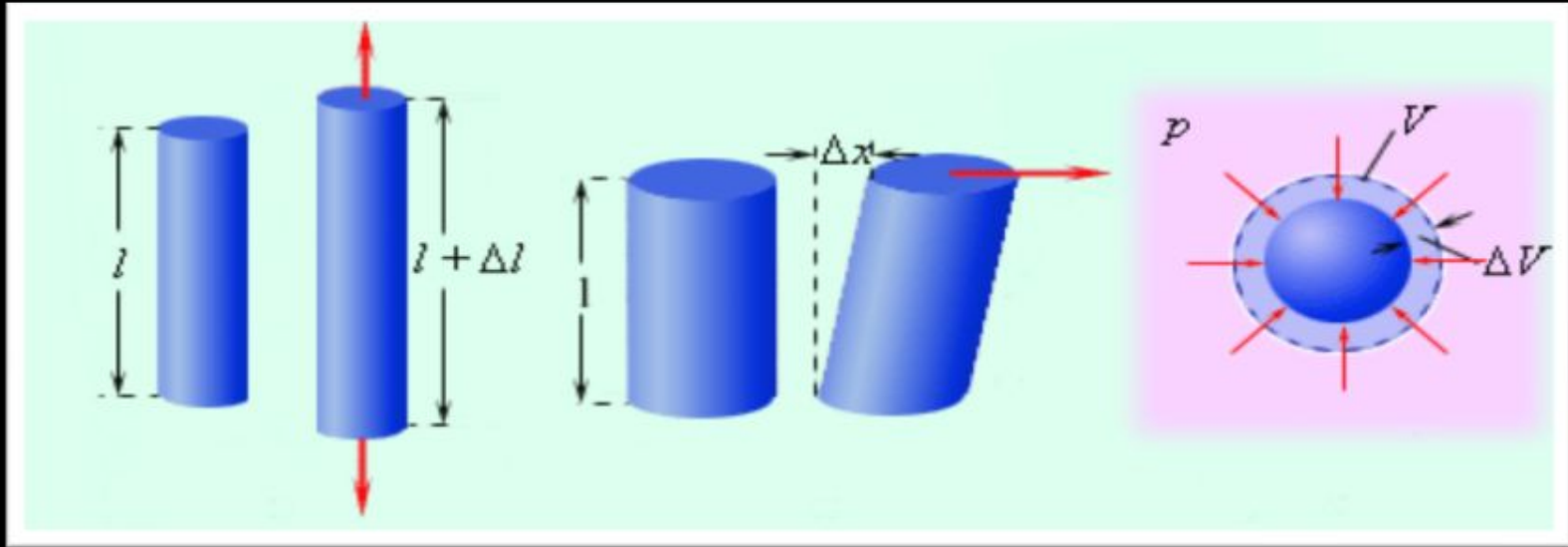
**Кристаллографией** (в несколько ограниченном смысле слова) называется наука, описывающая геометрические свойства кристаллов и их классификацию на основе понятия симметрии. Изучение кристаллической структуры лежит в основе физики твердого тела. Основная сумма данных кристаллографии была накоплена уже к концу 19 в.



# Деформация

**Деформация** твердого тела является результатом изменения под действием внешних сил взаимного расположения частиц, из которых состоит тело, и расстояний между ними/ Растяжение испытывают тросы подъемных кранов, канатных дорог, буксирные тросы, струны музыкальных инструментов. Сжатию подвергаются стены и фундаменты зданий. Изгиб испытывают балки перекрытий в зданиях, мостах. Деформация изгиба сводится к деформациям сжатия и растяжения, различным в разных частях тела.

# Виды деформации



Некоторые виды деформаций твердых тел:

- 1 – деформация растяжения;
- 2 – деформация сдвига;
- 3 – деформация всестороннего сжатия.

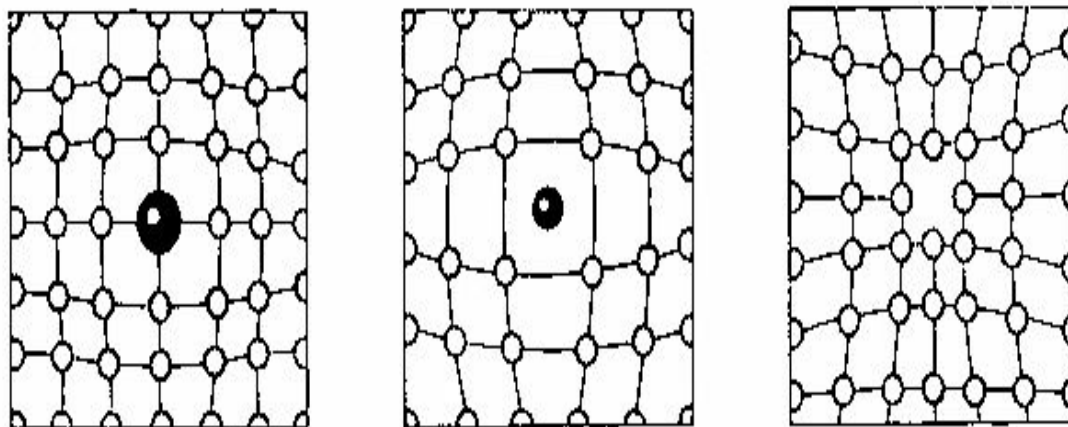
**Дефекты в кристаллах. Способы повышения прочности твердых тел.** Кристаллическими телами являются все металлические изделия — стальные каркасы зданий и мостов, рельсы железных дорог, линии электропередач, станки, машины, поезда, самолеты.

Одной из важнейших задач науки и техники является создание прочных и надежных машин, станков и зданий с минимальной затратой металлов и других материалов.

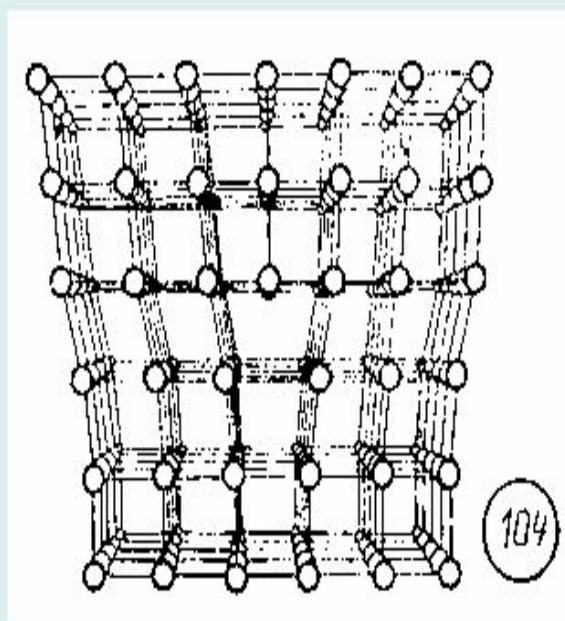
Сравнение реальной прочности кристаллов со значениями, полученными на основании теоретических расчетов, обнаруживает весьма существенные расхождения. Теоретический предел прочности в десятки и даже в сотни раз превосходит значения, получаемые при испытаниях реальных образцов.

Оказалось, что причина расхождения теории и эксперимента заключается в наличии внутренних и поверхностных дефектов в строении кристаллических решеток.

Самые простые дефекты в идеальной кристаллической решетке — точечные дефекты — возникают при замещении собственного атома чужеродным, внедрении атома в пространство между узлами решетки или при отсутствии атома в одном из узлов кристаллической решетки (рис. 103).



Другой вид дефектов — линейные дефекты — возникает при нарушениях в порядке расположения атомных плоскостей в кристаллах. Пример такого нарушения в структуре кристалла представлен на рисунке 104.

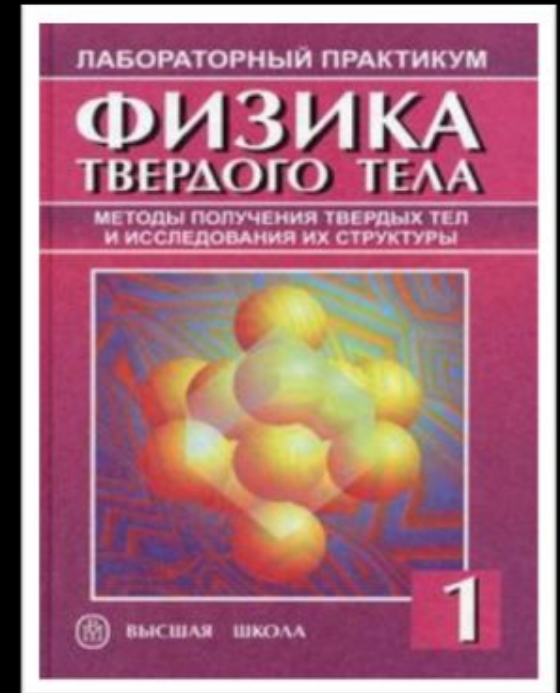


Деформация и разрушение кристалла с линейным дефектом облегчаются потому, что вместо одновременного разрыва всех связей между атомами двух плоскостей становится возможным поочередный разрыв небольшого числа связей между атомами с постепенным перемещением дефекта в кристалле.

Для получения кристаллических материалов с высокой прочностью нужно выращивать монокристаллы без дефектов. Это очень сложная задача, и поэтому в практике этот путь пока широкого распространения не получил.

Большинство современных методов упрочнения материалов основано на другом способе. Для упрочнения кристалла с дефектами в решетке можно создать условия, при которых перемещение дефектов в кристалле затрудняется. Препятствием для перемещения дефектов в кристалле могут служить другие дефекты, специально созданные в кристаллической решетке. Так, для увеличения прочности стали применяется легирование стали — введение в расплав небольших добавок хрома, вольфрама и других элементов. Внедрение атомов чужеродных элементов в решетку кристаллов железа затрудняет перемещение линейных дефектов при деформации кристаллов, прочность стали повышается при этом примерно в три раза. Дополнительные дефекты в кристаллической решетке создаются при протяжке, дробеструйной обработке металлов. Эти виды обработки могут даваться одновременно, например, дробеструйная обработка и легирование.

**Физика твердого тела** – один из тех столпов, на которых покоится современное технологическое общество. В сущности, вся армия инженеров работает над наилучшим использованием твердых материалов при проектировании и изготовлении самых разнообразных инструментов, станков, механических и электронных компонентов, необходимых в таких областях, как связь, транспорт, компьютерная техника, а также фундаментальные исследования



# Повторение

## ЗАДАЧА 1

Почему в природе не существует кристаллов шарообразной формы?

### **Решение:**

*Все монокристаллы анизотропные, т.е. физические свойства зависят от направления его кристаллов. Следовательно, рост кристаллов не одинаков по разным направлениям внутри кристаллов. Неодинаков по разным направлениям, и поэтому нельзя вырастить кристалл шарообразной формы.*

## ЗАДАЧА 2

Почему в таблицах температур плавления различных веществ нет температуры плавления стекла?

**Решение:**

Это связано с тем, что стекло является аморфным веществом, у которого нет определенной температуры плавления

### ЗАДАЧА 3

Какие виды деформации испытывают стены зданий?

Тросы подъемного крана?

Рельсы на железной дороге?

Валы машин?

Бумага при разрезании?

#### Решение:

Стены зданий испытывают деформацию сжатия; тросы подъемного крана испытывают деформацию растяжения; рельсы на железной дороге – деформацию изгиба; валы машин – деформацию кручения; бумага при разрезании испытывает деформацию максимального сдвига или среза.