**Твердые тела и их свойства**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Твердые тела** | | |
| Кристаллы | | Аморфные тела |
| Монокристаллы | Поликристаллы |
| * **Анизотропия** (от греч. anisos – неравный и tropos – направление) зависимость свойств вещества от направления. * Строгий порядок в расположении молекул (дальний и ближний порядок, кристаллическая решетка) * Определенная Т плавления * Сохраняют форму * Симметрия * Полиморфизм | **Изотропия (**от греч. isos – равный, и tropos- направление) независимость свойств среды от направления.   * Нет порядка в расположении молекул (ближний порядок) * Есть Т плавления * Нет симметрии * Сохраняют форму | * Изотропия * Нет порядка (ближний порядок) * Нет Т плавления (при повышении Т – текут ( становятся жидкими) * Сохраняют форму только при низкой температуре. |

**Свойства кристаллов:**

1. ***Закон постоянства углов - основной закон кристаллографии: В кристаллах одного вещества углы между соответственными гранями всегда одинаковы***

**Кристаллы** одного и того же вещества могут иметь весьма разнообразную форму.

***Форма кристалла зависит от условий кристаллизации***.

***Цвет*** не является характерным признаком кристаллов данного вещества, но он ***очень сильно зависит от примесей. ­***

|  |  |
| --- | --- |
| Грани могут отличаться между собой по форме и всё-таки считаться равными, если они обладают одинаковыми физическими и химическими свойствами.  ***Закон постоянства углов утверждает, что двугранный угол, образованный гранями а и b (рис1) в различных кристаллах данного вещества, будет один и тот же.*** Соответственно во всех кристаллах данного вещества будут равны между собой и двугранные углы, образованные гранями *а* и *с*, *b* и *с*. | рис. 1 |

|  |  |
| --- | --- |
| Рис.1а | ***Элементарная ячейка* - наименьшая часть кристаллической решетки, отображающая структуру всего кристалла.** Она является наименьшим элементом кристалла, многократным повторением которого в трех различных направлениях можно получить весь кристалл.  ***Элементарная ячейка представляет собой параллелепипед, построенный на трех векторах a, b и с, модули которых равны периоду повторяемости (идентичности).*** Направление ребер ячейки характеризуется углами α, β и γ между ребрами. Величины a, b, с, α, β, γ однозначно определяют элементарную ячейку кристалла, поэтому называются её параметрами. |

1. ***Симметрия кристаллов.***

Если тело можно мысленно пересечь плоскостью так, что каждой точке *а,* тела с одной стороны плоскости, будет соответствовать точка *b*, лежащая по другую сторону плоскости, притом так, что прямая *аb*, соединяющая эти две точки, перпендикулярна плоскости и делится этой плоскостью пополам, то это тело обладает ***зеркальной симметрией****.* Сама плоскость называется в этом случае ***плоскостью симметрии***.

Кроме зеркальной симметрии, тела могут обладать ещё ***поворотной симметрией***. Тело обладает поворотной симметрией, если при повороте на соответствующий угол все части фигуры совмещаются друг с другом***. Ось, вокруг которой происходит вращение тела, называют осью симметрии***. Смотря по тому, сколько раз совместится фигура сама с собой при полном обороте вокруг оси, ось симметрии имеет различный порядок (1, 2, 3 и т.д.).

Тела могут обладать ещё ***центром симметрии***. ***Центр симметрии - точка в середине тела, относительно которой любая точка тела имеет другую соответствующую ей точку, лежащую на таком же расстоянии от центра в противоположном направлении.***

***Совокупность всех элементов симметрии, которой обладает данная кристаллическая решетка, называют пространственной группой.***

Для характеристики и классификации кристаллов пользуются так называемой ***решеткой Браве. Для данного кристалла она представляет собой совокупность одинаковых частиц, образующих кристалл, расположение которых в пространстве одинаково.***

В общем случае решетка Браве объединяет в кристалле не все частицы данного сорта, а только те из них, которые одинаково расположены.

Кристаллическая решетка в общем случае может состоять из нескольких вдвинутых одна в другую решеток Браве. Каждая из них соответствует как определенному сорту частиц, так и определенному расположению в кристалле.

***Решетки Браве*** обязательно обладают трансляционной симметрией, но они могут также иметь различные оси и плоскости симметрии.

Всего существует 14 разных типов решеток Браве, образующих 7 систем симметрии, называемых *кристаллическими системами. (табл.1, рис.2)\_*

Табл.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кристаллическая система  (сингония) | Параметры элементарной ячейки | Число решеток Браве | Число пространственных групп |
| ***Триклинная*** | a ≠ b ≠ c, α ≠ β ≠ γ ≠ 90˚ | 1 | 2 |
| ***Моноклинная*** | a ≠ b ≠ c, α = γ =90˚≠ β | 2 | 13 |
| ***Ромбическая*** | a ≠ b ≠ c, α = β = γ = 90˚ | 4 | 59 |
| ***Ромбоэдрическая*** | a=b≠ c, α = β = γ ≠ 90˚ | 1 | 7 |
| ***Гексагональная*** | a=b≠ c, α = β = 90˚, γ =120˚ | 1 | 45 |
| ***Тетрагональная*** | a=b≠ c, α = β = γ = 90˚ | 2 | 68 |
| ***Кубическая*** | a=b≠ c, α = β = γ = 90˚ | 3 | 36 |

В 1867г. русский инженер и кристаллограф А.В. Гадолин доказал, что кристаллы могут обладать лишь 32 видами симметрии.

В наиболее общем виде симметрия кристаллов была изучена в 1891 году выдающимся русским ученым Е.С.Федоровым. ***Он доказал, что имеется 230 возможных комбинаций элементов симметрии кристаллов (пространственных групп). Эти 230 пространственных групп объединяют по признакам симметрии в 32 класса.*** Как классы, так и пространственные группы распределяются по кристаллическим системам в зависимости от того, с какой решеткой Браве они реально могут существовать в кристаллах.

1. ***Типы кристаллов:***

В зависимости от того, какие частицы расположены в узлах кристаллической решетки и в зависимости от характера сил взаимодействия между ними, все кристаллы можно разделить на четыре группы: ионные, атомные, металлические, молекулярные (табл.2)

табл.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Тип*** | ***Ионные*** | ***Атомные*** | ***Металлические*** | ***Молекулярные*** |
| Пример | Поваренная соль  NaCl | Алмаз | Металлы | Органические соединения |
| Частицы, составляющие кристалл | Разноименные ионы | Атомы | Положительные ионы | Молекулы |
| Свойства | Имеют высокую температуру плавления, мало расширяются при нагревании. | Хрупкость, твердость, прочность, высокая температура плавления. | Высокая электро- и теплопроводность. | Низкая температура плавления, мягкость, пластичность. |
| Характер связи | Ионная (электростатическое притяжение), прочная. | Парноэлектронная ковалентная связь. | Обобществленные электроны. | Межмолекулярные силы притяжения (силы Ван-дер Ваальса), слабы. |

***4.******Все тела при нагревании расширяются.***

При повышении температуры увеличивается амплитуда колебаний атомов в узлах кристаллической решётки. Поскольку это увеличение амплитуды одинаково для всех атомов твёрдого тела, среднее расстояние между двумя соседними атомами не изменяются, и увеличение амплитуды колебаний при повышении температуры само по себе не ведёт к тепловому расширению.

**5. Виды деформаций.**

Атомы и молекулы твёрдых тел находятся в равновесных положениях, в которых результирующая сила равна нулю. При сближении атомов преобладает сила отталкивания, а при их удалении от положения равновесия- сила притяжения. Это обусловливает механическую прочность твердых тел, т.е. их способность противодействовать изменению формы и объёма. Растяжению тел препятствуют силы межатомного притяжения, а сжатия- силы отталкивания.

Среди деформаций, возникающих в твердых телах, различают ***пять основных видов:***

растяжение, сжатие, сдвиг (срез), кручение и изгиб. Также деформации бывают ***упругими и пластическими.***

**Упругой** называется деформация, при которой после снятия нагрузки тело восстанавливает форму и размеры.

**Пластической -** деформация, которая остается после снятия нагрузки.

***Ответьте на вопросы:***

1. Чем отличаются аморфные тела от поликристаллов?
2. Чем отличаются поликристаллы от монокристаллов?
3. Какое свойство наиболее характерно для кристаллов?
4. В чем причина анизотропии физических свойств кристаллов?
5. Что такое элементарная ячейка?
6. Какие виды симметрии существуют в кристаллах?
7. Что такое решетка Браве?
8. Чем объясняются физические свойства различных типов кристаллов?
9. Как ведут себя твердые тела при нагревании?
10. Какими бывают деформации?
11. Что такое модуль Юнга? Каков его физический смысл?
12. Сформулируйте закон Гука. Каковы границы его применимости?