

ЛЕКЦИЯ 8

1. Кристаллические тела
2. Монокристаллы и поликристаллы
3. Анизотропия и изотропия
4. Аморфные тела
5. Типы кристаллов

Твердое состояние вещества характеризуется наличием постоянной формы и объема. В физике под твердыми телами подразумевают вещества, которых имеется кристаллическое строение.

1. Кристаллические тела.

В зависимости от структуры различают тела кристаллические и аморфные. Кристаллические тела характеризуются правильным расположением атомов, молекул и ионов, совершающих колебательное движение относительно положения равновесия.

Для кристаллических тел, характерен "дальний порядок", т.е. правильная повторяемость положений узлов кристаллической решетки на любых расстояниях в кристалле.

Кристаллические тела имеют определенную температуру плавления, неизменную при постоянном давлении.

Существенным внешним признаком любого кристалла в природных условиях служит его правильная форма. Все вы видели геометрически правильные узоры, образуемые кристалликами льда на поверхности оконных стекол, и правильные формы снежинок.

Легко обнаружить правильную форму кристаллов поваренной соли, горного хрусталя и др. Рассматривая отдельные кристаллы, можно убедиться, что они ограничены плоскими как бы шлифованными гранями в виде правильных многоугольников.

Кристаллы одного и того вещества могут иметь различную форму, так как она зависит от условий их образования. Они могут отличаться и цветом. Известно, например, что кристаллы кварца бывают бесцветными, розовыми, черными, фиолетовыми, темно-вишневыми, золотистыми. Однако для кристаллов каждого вещества характерно постоянство углов между их ребрами и соответственно между их гранями.

Так, кристаллы поваренной соли встречаются в виде кубов параллелепипедов или призм и даже тел неправильной формы, но всегда в вершине каждого кристалла сходятся три ребра, образующие между собой прямые углы.

Измерив, углы между всеми гранями неизвестного кристалла, можно по специальному каталогу определить, кристалл какого вещества исследуется.

Основы кристаллохимического анализа, т.е. пособия определения химического состава вещества по форме его кристаллов (по значению углов между гранями разработал русский ученый Е.С.Федоров (1853-1919). Он произвел множество кристаллографических измерений и доказал, что может существовать только 230 кристаллов.

2. Монокристаллы и поликристаллы.

Монокристаллы - это одиночные кристаллы. Таковы, например, кусочки сахара в сахарном куске, кусочки соли, кристаллы кварца, алмаза и т.д. В других случаях тела состоят из множества сросшихся между собой кристаллы.

Примером может служить "морозные узоры" на окнах, узоры цинка на оцинкованном железе, сахар-рафинад, поваренная соль и пр.

Кристаллическое строение имеют все металлы в твердом состоянии. Кристаллы некоторых из них можно увидеть даже невооруженным глазом, например, внимательно присмотревшись к излому чугуна или закаленной стали.

Тело, состоящее из множества беспорядочно расположенных мелких кристаллов, называют поликристаллическим или поликристаллом.

Таким образом, *все металлы являются поликристаллическими веществами.*

3. Анизотропия кристаллов.

Правильная внешняя форма не самое главное следствие упорядоченного строения кристаллов.

Главное-это зависимость физических свойств, таких как скорость распространения света, коэффициент теплопроводности, модуль упругости и др. от выбранного в кристалле направления.

Такое явление *называется анизотропией.* (гр. слово: "анизос"-неравный, тропос -направление).

Тела, свойства которых одинаковы по всем направлениям, *называются изотропными.*

Анизотропия проявляется только в монокристаллах. Рассмотрим в качестве примера строение кристалла графита. Атомы углерода в этом кристалле располагаются в плоскостях, которые находятся друг от друга на некотором определенном расстоянии между атомами, расположенными в одной плоскости, меньше расстояния между плоскостями; значит, и силы взаимодействия между атомами, лежащими в одной плоскости, больше сил взаимодействия между атомами различных плоскостей. Поэтому бросается в глаза различная механическая прочность кристалла по всем направлениям. Если попробовать сломать грифель карандаша, то нужно приложить усилие. Но когда мы пишем карандашом, то происходит расслоение графита и тонкие слои графита остаются на бумаге.

Рассмотрим теперь поликристалл. Каждый из монокристаллов анизотропен, но т.к. кристаллики ориентированы хаотически, то в целом поликристаллическое тело является изотропным.

Изотропными являются газы, большинство жидкостей, металлы.

Широкое применение в современной физике и технике получили монокристаллы. Почти все полупроводниковые приборы представляют собой монокристаллы со специально введенными примесями, сообщающими им те или иные свойства.

Возникшая в последние годы новая отрасль электроники - молекулярная электроника - основывается на создании в монокристалле при его выращивании участков с различными свойствами, сочетание которых дает многие узлы электронных схем и даже целые схемы.

Крупные кристаллы в природе встречаются очень редко. Потребность промышленности, науки и технике в кристаллах велика, они находят широкое применение в радиотехнике, оптике и др. Например, кристаллы рубина используются в квантовых генераторах света-лазерах, с помощью кристаллов сегнетовой соли получают ультразвуковые колебания.

В настоящее время искусственно изготавливаются монокристаллы многих веществ: кварца, алмаза, корунда, рубина и др. Чтобы вырастить кристаллы, нужны особые условия. Например, для получения алмаза требуется давление 10^4 МПа и температура 2000°C .

4.Аморфные тела.

Аморфные тела не обладают кристаллической структурой. По своему строению аморфные тела близки к жидкостям. Отличаясь от них лишь меньшими расстояниями между молекулами и большими силами молекулярного притяжения.

Аморфные тела не обладают определенной температурой плавления, а переходят в жидкое состояние путем постепенного размягчения.

Аморфные тела - изотропны. При низкой температуре аморфные тела напоминают по своим свойствам твердые тела. Но по мере повышения температуры постепенно размягчаются и их свойства приближаются к свойствам жидкостей.

Если рассматривать некоторый атом аморфного тела как центральный, то ближайшие к нему атомы будут располагаться в определенном порядке, но по мере удаления от "центрального" атома этот порядок нарушается и расположение атомов будет различным, т.е. случайным.

В аморфных телах в отличие от кристаллических существует "ближний порядок" во взаимном расположении соседних атомов.

К аморфным телам относятся стекло, пластмассы, бетон, смолы и т.д.

В таблицах температур плавления различных веществ вы не найдете температур плавления этих веществ.

Резкое отличие механических свойств аморфного и кристаллического тела (например, графита и алмаза) объясняется тем, что их кристаллические решетки имеют разное строение, а силы сцепления между молекулами зависят от взаимного расположения молекул.

При медленном охлаждении жидкого металла образуется кристаллическая структура при мгновенном охлаждении - аморфная.

5. Типы кристаллических решеток.

В тех случаях, когда температура тела такова, что средняя кинетическая энергия составляющих его атомов (молекул) меньше потенциальной энергии их взаимодействия, образуются кристаллы.

Кристаллом называют однородное тело, в котором атомы или молекулы расположены в пространстве упорядоченно.

В кристаллических телах расположение атомов соответствует минимальному значению потенциальной энергии.

Это является условием устойчивого равновесия. В зависимости от характера сил взаимодействия и природы частиц, находящихся в узлах кристаллической решетки, различают четыре типа кристаллических решеток.

А. Атомные кристаллы.

В узлах кристаллической решетки находятся нейтральные атомы. Между ними существует связь, имеющая электрический характер. Эта связь осуществляется электронными парами, причем от каждого атома в ней участвует только по одному электрону. Число связей определяется его валентностью. Вещества с атомной кристаллической решеткой наиболее прочны, отличаются большой твердостью и тугоплавкостью.

Примерами атомных кристаллов являются алмаз, графит, германий и кремний.

Б. Ионные кристаллы.

В узлах кристаллической решетки этих кристаллов находятся ионы разных знаков. Связь между ними обусловлена электрическими силами взаимодействия между разноименными ионами.

Кристаллы с ионной решеткой обладают значительной прочностью. Примером ионной решетки служит кристалл каменной соли $NaCl$.

В. Металлические кристаллы.

В узлах кристаллической решетки находятся положительные ионы металла, между которыми движутся свободные электроны, образующие электронный газ. Связь в металлических кристаллах обеспечивается силами притяжения между положительными ионами, находящимися в узлах решетки, и отрицательным электронным газом. Эти силы притяжения уравниваются силами отталкивания, действующими между одноименными ионами. При этом наблюдается устойчивая конфигурация.

Наличие свободных электронов в металле обеспечивает хорошую электропроводность и теплопроводность этих веществ.

Г. Молекулярные кристаллы.

В узлах кристаллической решетки помещаются молекулы, ориентированные определенным образом. Между молекулами действуют силы притяжения, характерные для взаимодействия молекул. К молекулярным кристаллам относятся нафталин, парафин, сухой лед, лед.