КРИСТАЛЛЫ И КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Кристаллом (от греч. krystallos - "прозрачный лед") вначале называли прозрачный кварц (горный хрусталь), встречавшийся в Альпах. 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. Позднее стали изготавливать стекло, не уступавшее в блеске и прозрачности природным веществам. Предметы из такого стекла тоже называли "кристальными". Еще и сегодня стекло особой прозрачности называется хрустальным, "магический" шар гадалок - хрустальным шаром. Удивительной особенностью горного хрусталя и многих других прозрачных минералов являются их гладкие плоские грани. В конце 17 в. было подмечено, что имеется определенная симметрия в их расположении. Было установлено также, что некоторые непрозрачные минералы также 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. Заметной вехой в истории кристаллографии явилась книга, написанная в 1784 французским аббатом Р. Гаюи. Он выдвинул предположение, что кристаллы возникают в результате правильной укладки крохотных одинаковых частиц, которые он назвал "молекулярными блоками". 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. Со времен Гаюи было принято как гипотеза, что в правильной форме кристалла находит отражение упорядоченное внутреннее расположение частиц, но это было подтверждено лишь в 1912, когда М.фон Лауэ в Мюнхене установил, что рентгеновские лучи дифрагируют на атомных плоскостях внутри кристалла. Падая на фотографическую пластинку, дифрагированные лучи создают на ней геометрический узор из темных пятен. По положению и интенсивности таких пятен можно рассчитать размеры структурной единицы и определить расположение атомов в ней. 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.

КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Атомы, из которых состоят газы, жидкости и твердые вещества, имеют разную степень упорядоченности. В газе атомы и небольшие группы атомов, соединенные в молекулы, находятся в постоянном беспорядочном движении. Если охлаждать газ, то достигается температура, при которой молекулы сближаются друг с другом, насколько это возможно, и образуется жидкость. Но атомы и молекулы жидкости все-таки могут скользить относительно друг друга. При охлаждении некоторых жидкостей, например воды, достигается температура, при которой молекулы застывают в относительной неподвижности кристаллического состояния. Эта температура, разная для всех жидкостей, называется температурой замерзания. (Вода замерзает при 0° С; при этом молекулы воды упорядоченно соединяются друг с другом, образуя правильную геометрическую фигуру.) У каждой частицы вещества (атома или молекулы), находящегося в кристаллическом состоянии, окружение точно такое же, как и у любой другой частицы того же типа во всем кристалле. Другими словами, ее окружают вполне определенные частицы, находящиеся на вполне определенных расстояниях от нее. Именно это упорядоченное трехмерное расположение характерно для кристаллов и отличает их от других твердых веществ.

ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ

Вообще говоря, кристаллы 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. К кристаллизации из расплава относится и процесс образования вулканических пород. Магма, проникающая в трещины земной коры или вытесняемая в виде лавы на ее поверхность, содержит многие элементы в разупорядоченном состоянии. При охлаждении магмы или лавы атомы и ионы разных элементов притягиваются друг к другу, образуя кристаллы различных минералов. В таких условиях возникает много зародышей кристаллов. Увеличиваясь в размере, они мешают друг другу расти, а поэтому гладкие наружные грани у них образуются редко.

Кристаллы в природе образуются также из растворов, примером чему могут служить сотни миллионов тонн соли, выпавшей из морской воды. 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.