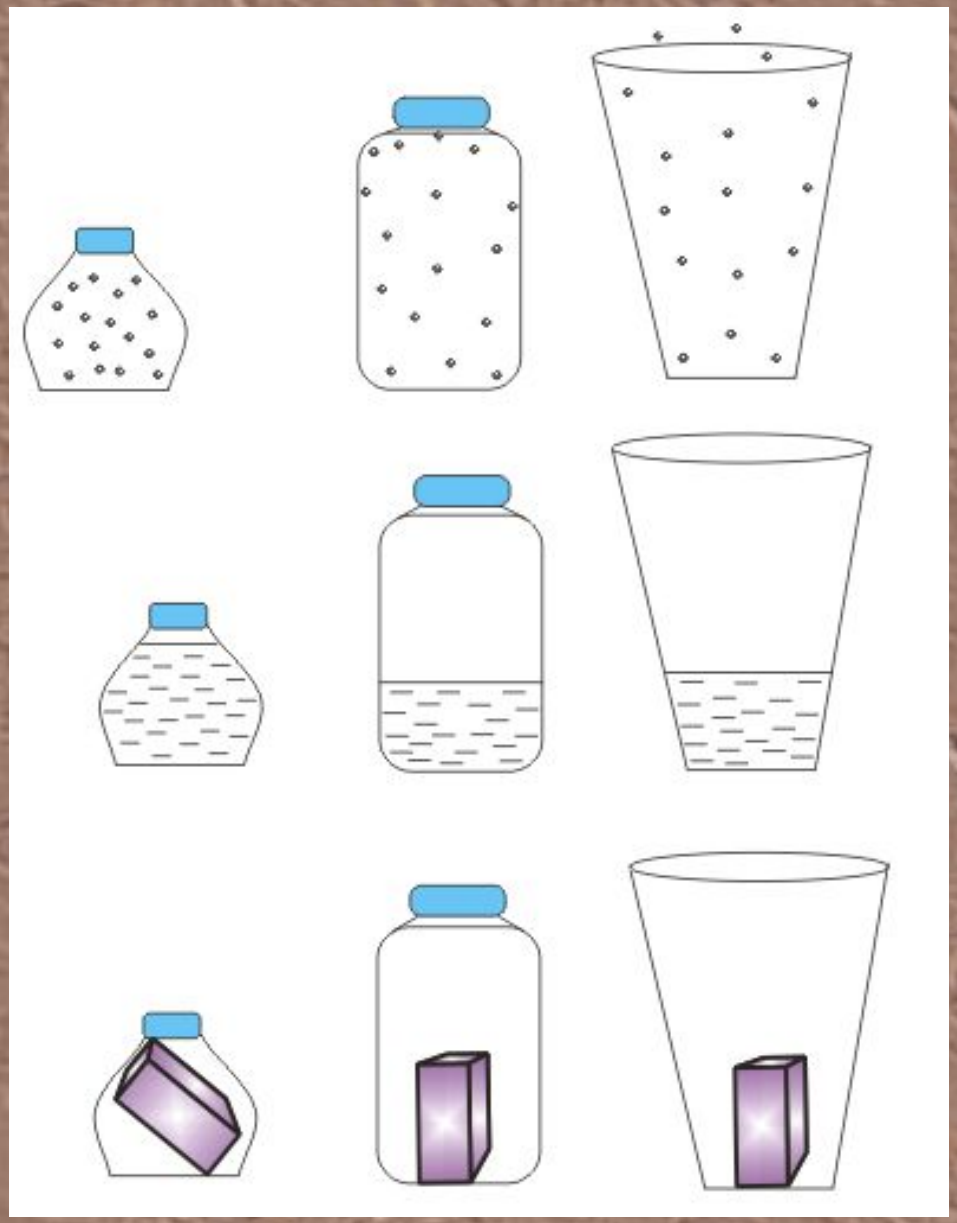
СТРОЕНИЕ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА

ПЛАН

1. Свойства твердого состояния вещества.
2. Строение кристаллов.
3. Типы кристаллических решеток.
4. Упаковка атомов в кристаллах.
5. Аморфное состояние вещества.

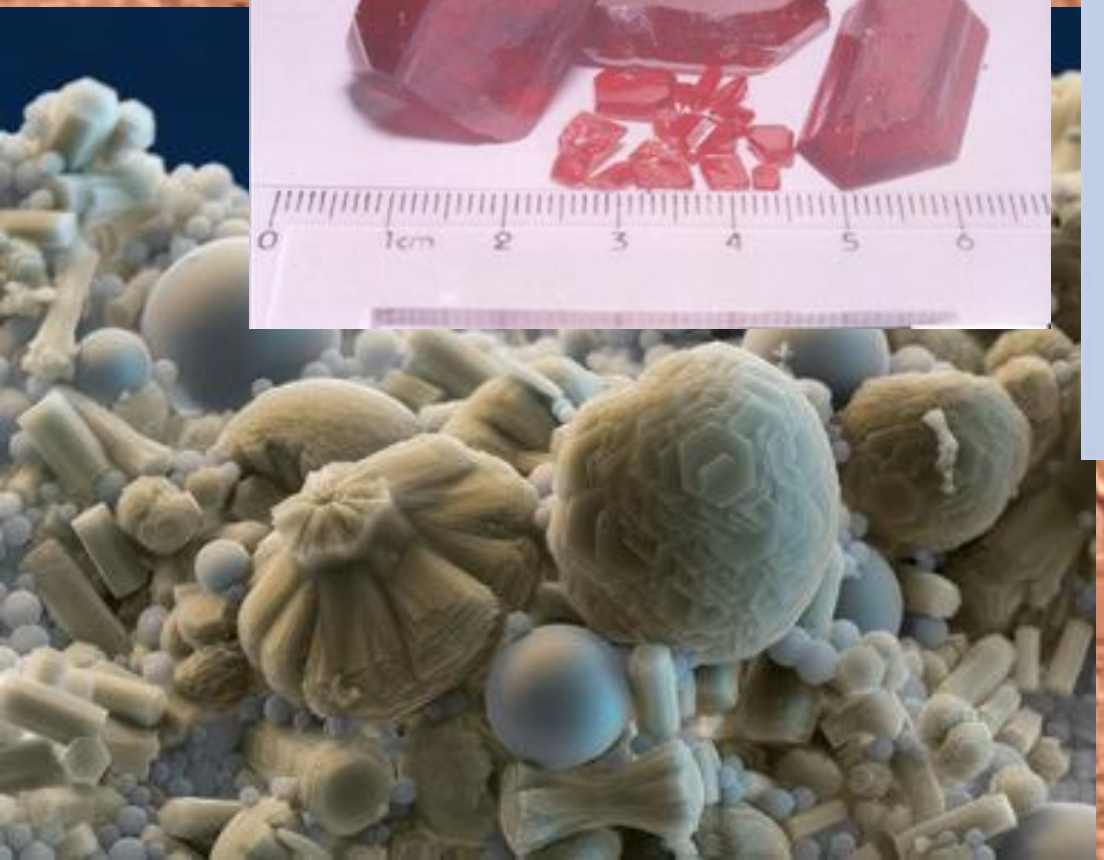


Твердое тело сохраняет и свою форму и свой объем, т.к.

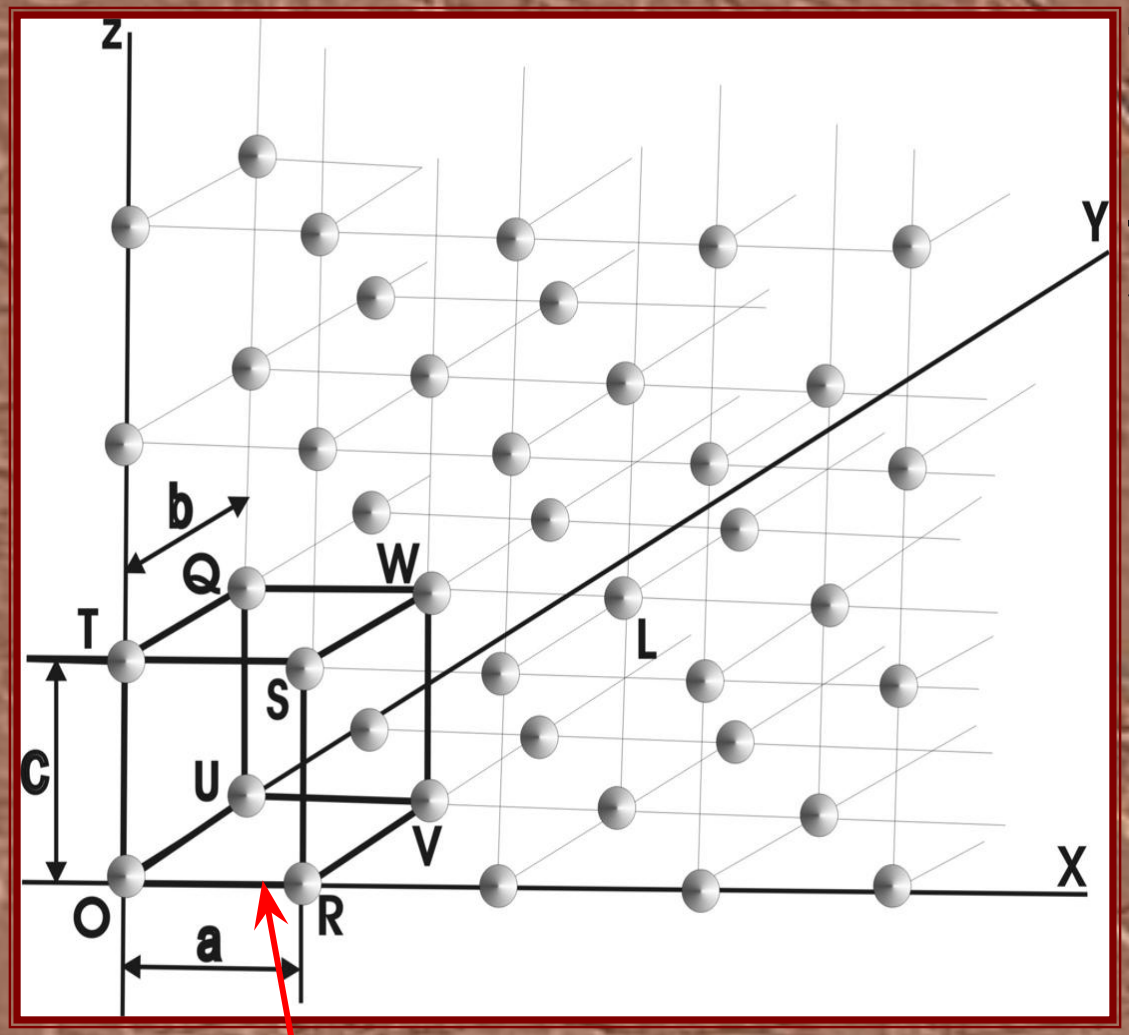
молекулы или атомы в кристаллах не могут передвигаться на большие расстояния, а только совершают колебательное движение в узлах кристаллической решетки

кристаллические вещества состоят из огромного количества очень маленьких кристалликов, имеющих абсолютно одинаковое строение.

кристаллические вещества характеризуются повторяющимся в пространстве расположением атомов или ионов, образующих правильные геометрические тела (куб, параллелепипед, призма и др.)

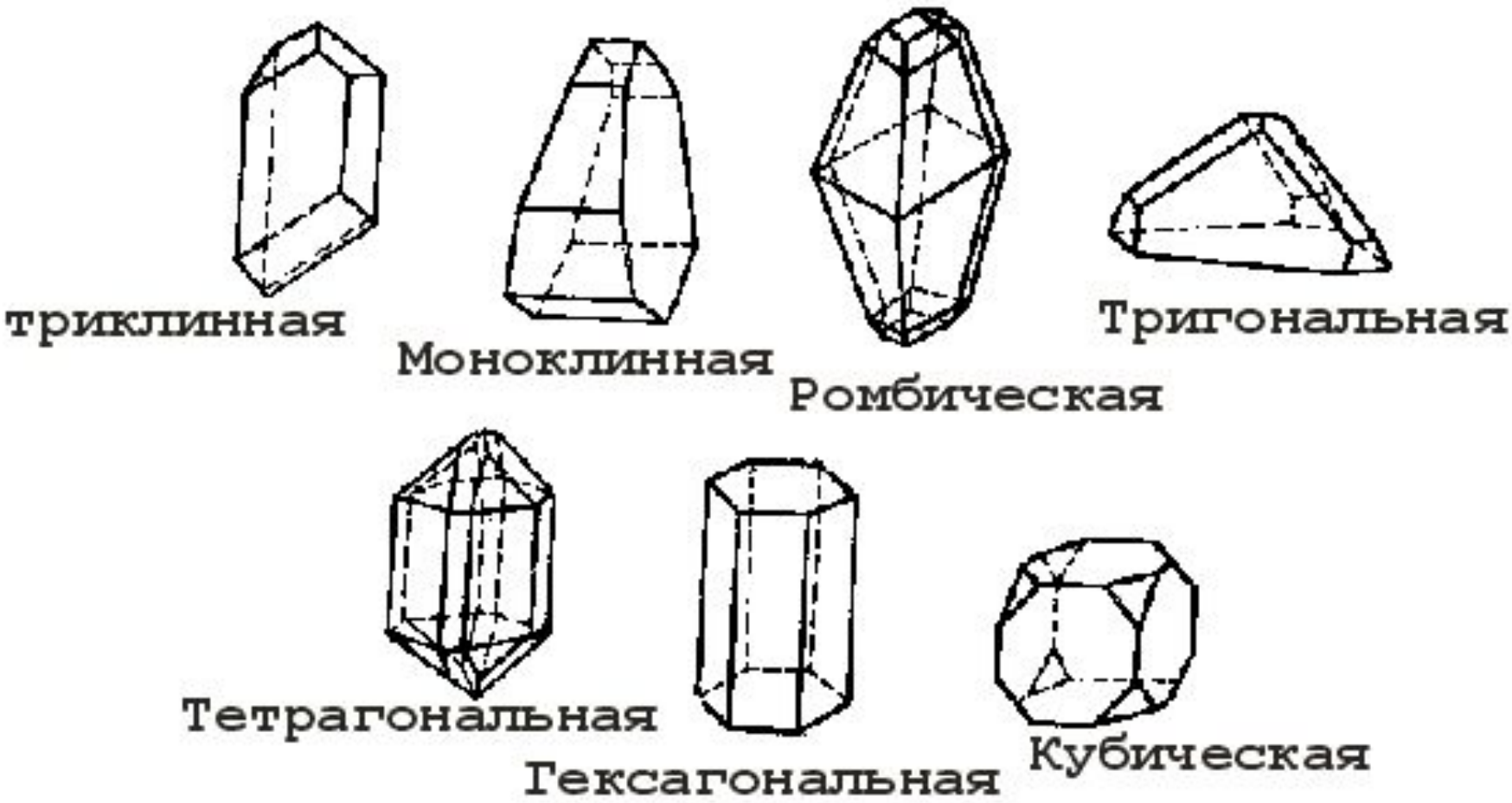


Система атомов или ионов, определенным образом расположенных в пространстве, называется кристаллической решеткой.



Типичная (повторяющаяся) часть кристаллической решетки называется элементарной ячейкой.

элементарная ячейка

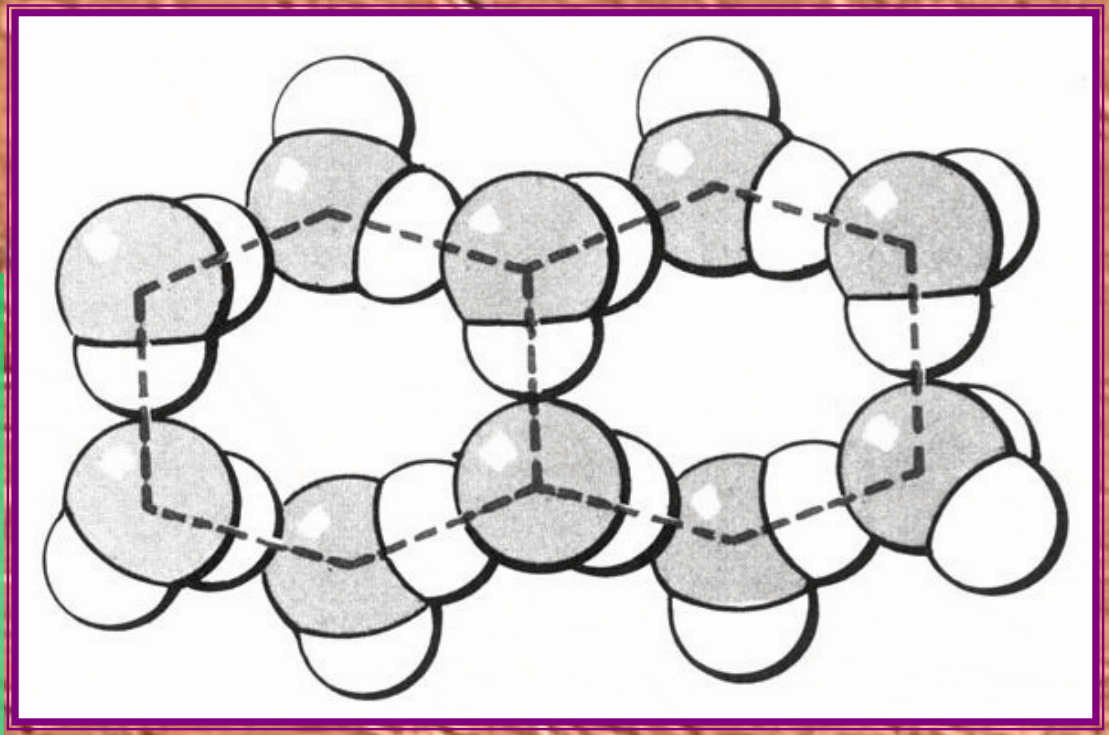


Огромное разнообразие кристаллических решеток подразделено на 7 больших систем, называемых СИНГОНИЯМИ (по геометрической форме кристаллов)

кристаллы классифицируются на типы по виду связи между частицами, составляющими кристалл

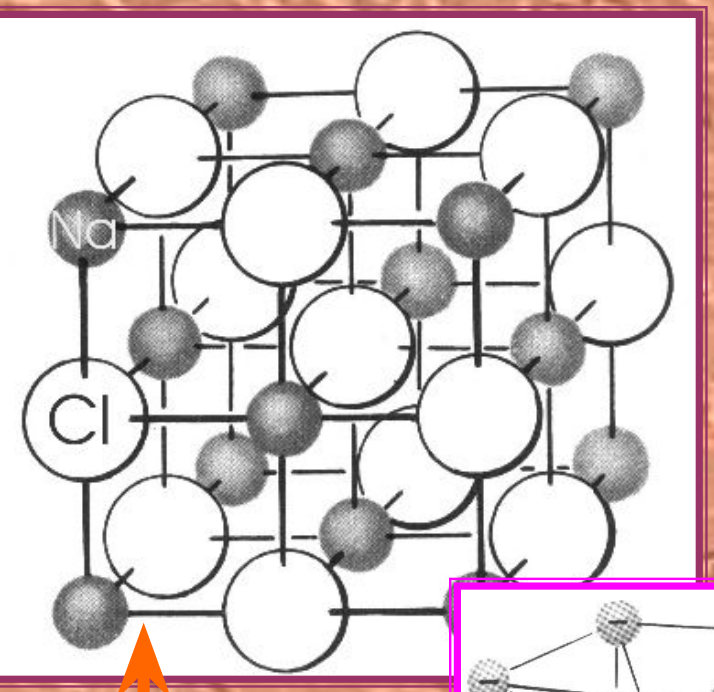
Самые слабые силы взаимодействия между молекулами в *молекулярных кристаллах*, к числу которых относятся, например, кристаллы CO_2, серы, бензола, йода, нафталина

низкая t^0 плавления, электропроводность; мягкость и хрупкость, летучи и пахучи, т.к. молекулы легко испаряются с поверхности кристаллов



кристалл льда

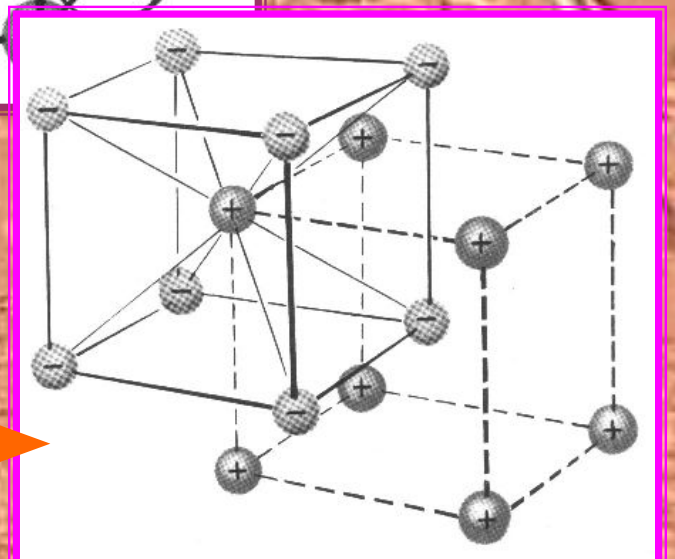
ионные кристаллы - **ионная связь между ионами (за счет электростатического взаимодействия между зарядами). Примеры: многие соли, например, хлориды натрия и калия или цезия.**



СИЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕЛИКИ

высокие температуры плавления и кипения, чрезвычайно низкое давление паров; растворяются только в наиболее полярных растворителях; диэлектрики,

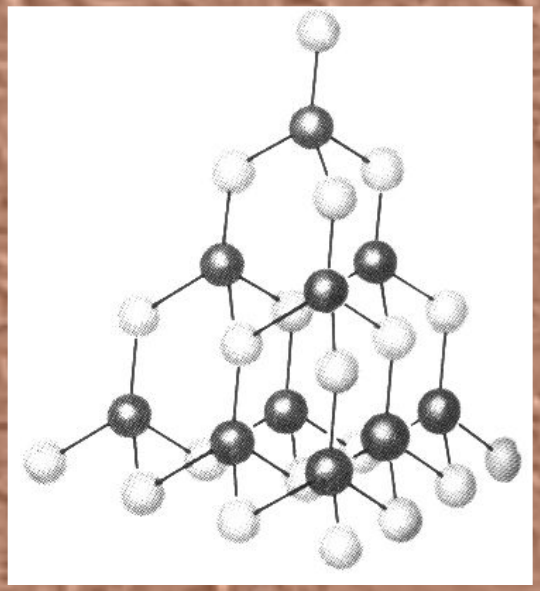
потому что образующие их ионы не могут свободно покидать свои положения в узлах решетки



NaCl

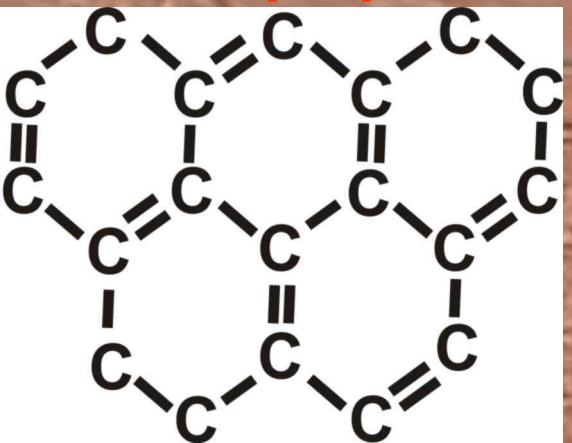
CsCl

Ковалентные кристаллы (атомные решетки): **атомы связаны в кристалле ковалентной связью неполярной или слабо полярной**



алмаз

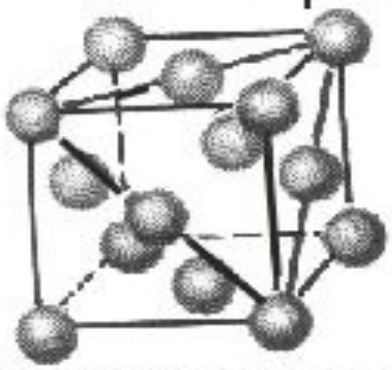
графит



мощные ковалентные связи так близко стягивают соседние атомы, что их электронные облака частично перекрываются. Расстояние между центрами атомов С в алмазе намного меньше, чем известный диаметр атома углерода. Поэтому высокая прочность и химическая инертность алмаза. Он практически не реагирует ни с кислотами, ни со щелочами, и лишь в атмосфере O_2 и F_2 окисляется до CO_2 и CF_4. Аналогичной кристаллической структурой обладают и другие представители главной подгруппы IV группы периодической системы: Si, Ge, серое Sn.

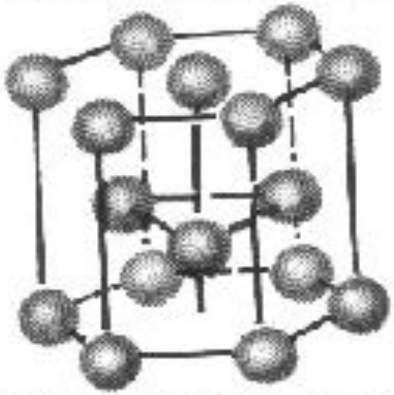
Прочные кристаллы образуются лишь в том случае, если число ковалентных связей достаточно для образования пространственных решеток.

Элементарная ячейка



Al, Cu, Au, Ag, Fe

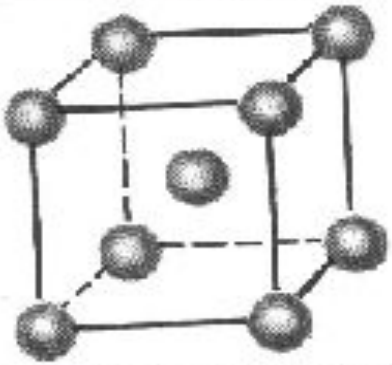
Гранецентрированная кубическая



координационные числа 8-12

Mg, Co_{α}, Zn, Ti_{α}, Cd

Гексагональная

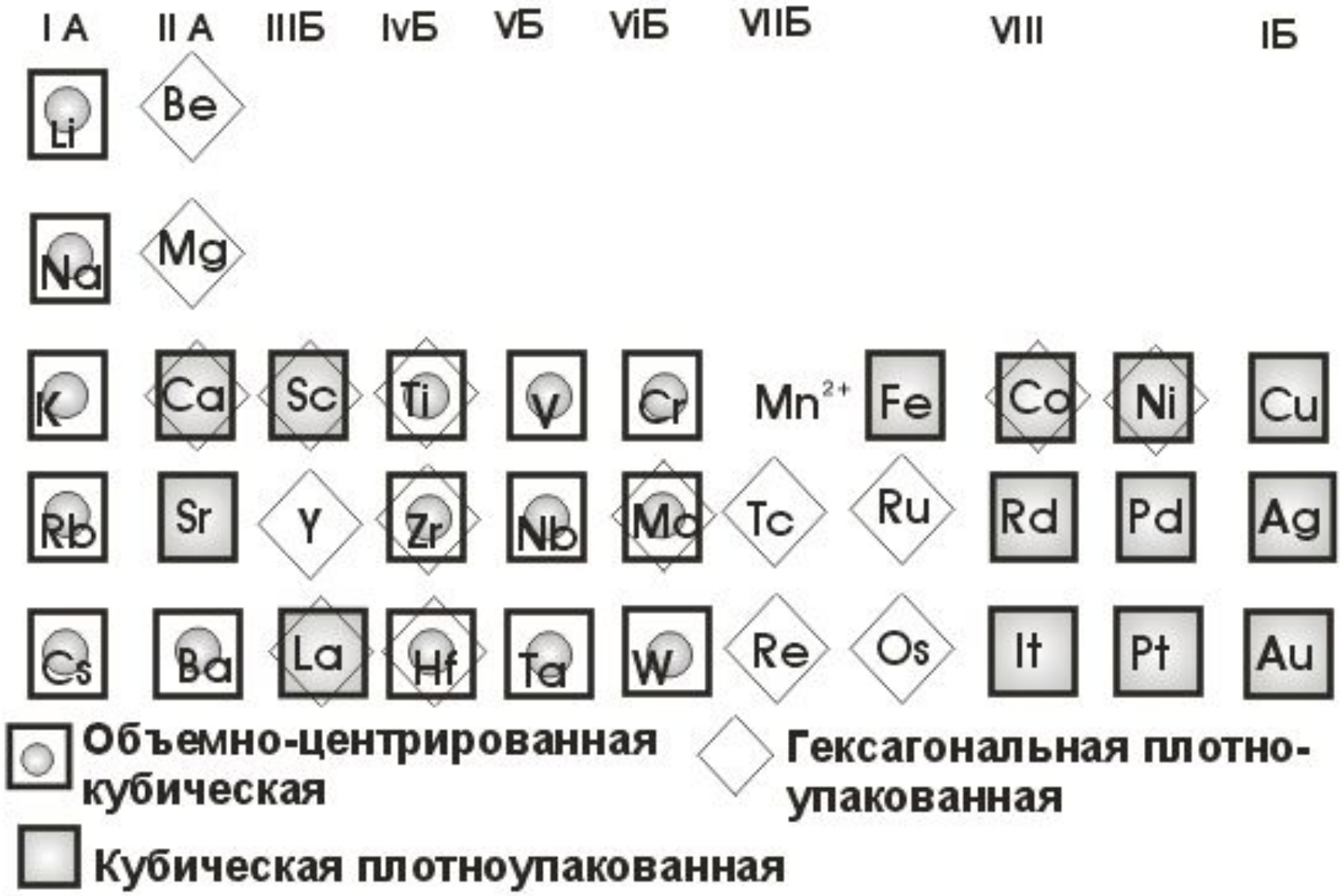


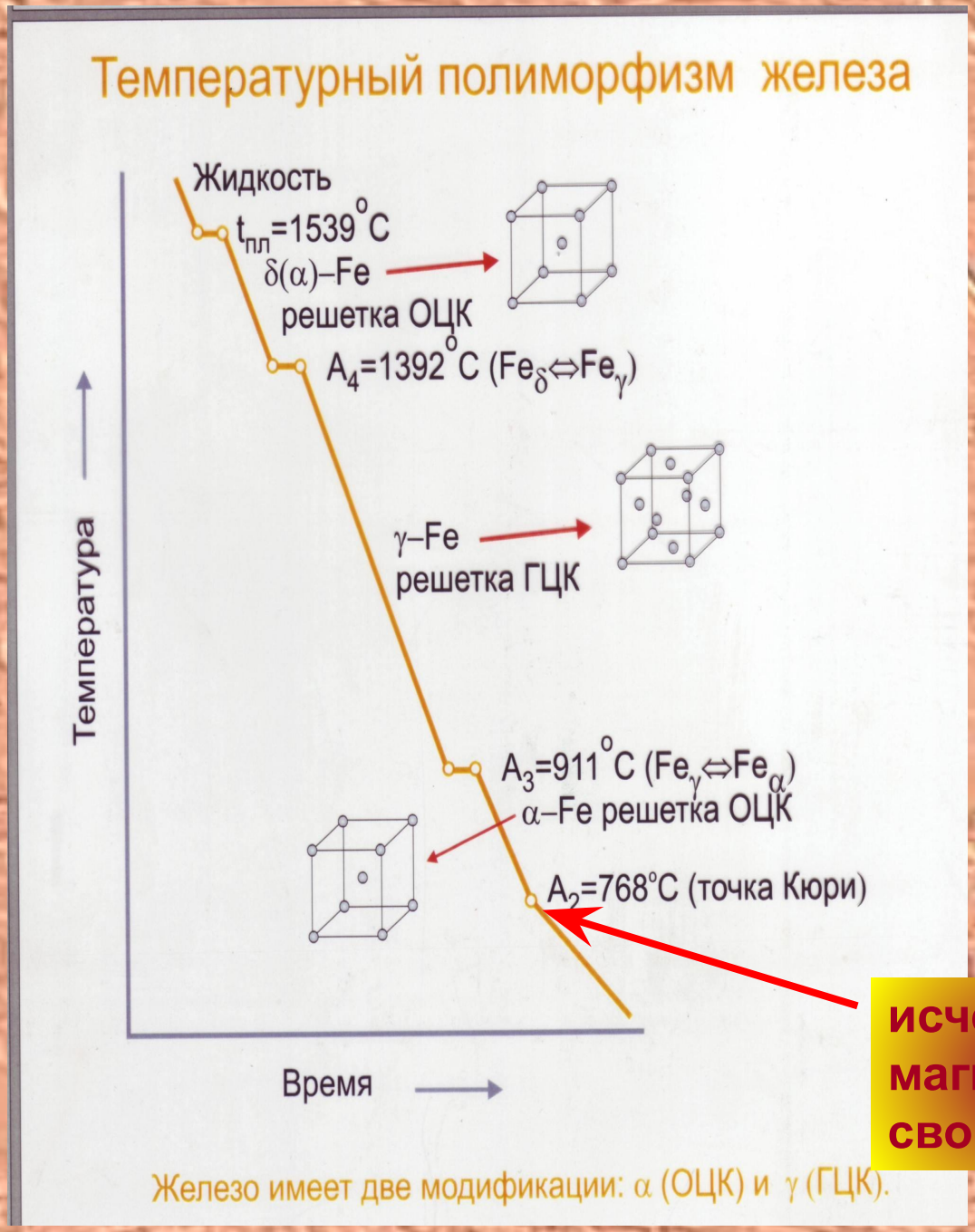
Mo, W, V, Fe

Объемноцентрированная кубическая

<u>Металлические кристаллы</u> **– кристаллы, в которых атомы металлов образуют плотно упакованные структуры. Взаимодействие, удерживающее атомы металлов в едином кристалле называется металлической связью. Она возникает между атомами металлов в результате перекрывания внешних атомных орбиталей и обобществления валентных электронов, которые могут мигрировать между атомами по всему куску металла.**

Взаимосвязь между положением металлов в ПСЭ и их кристаллическим строением

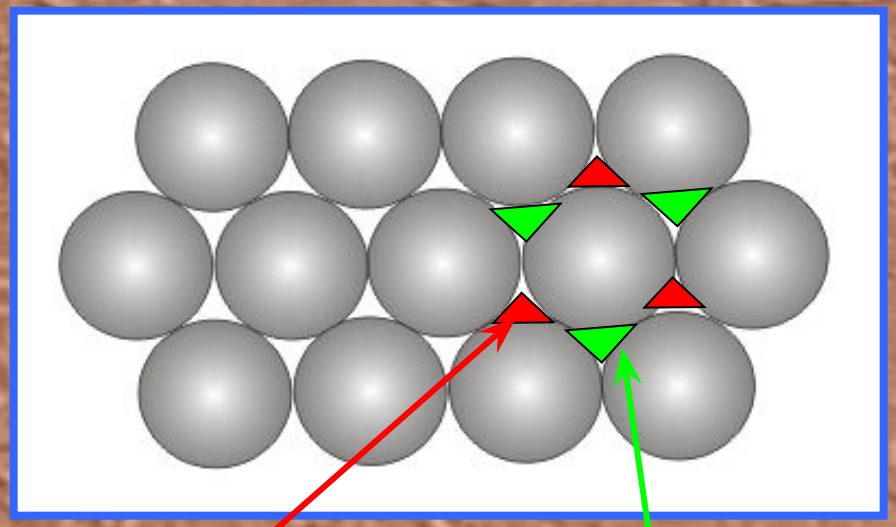




исчезают магнитные свойства

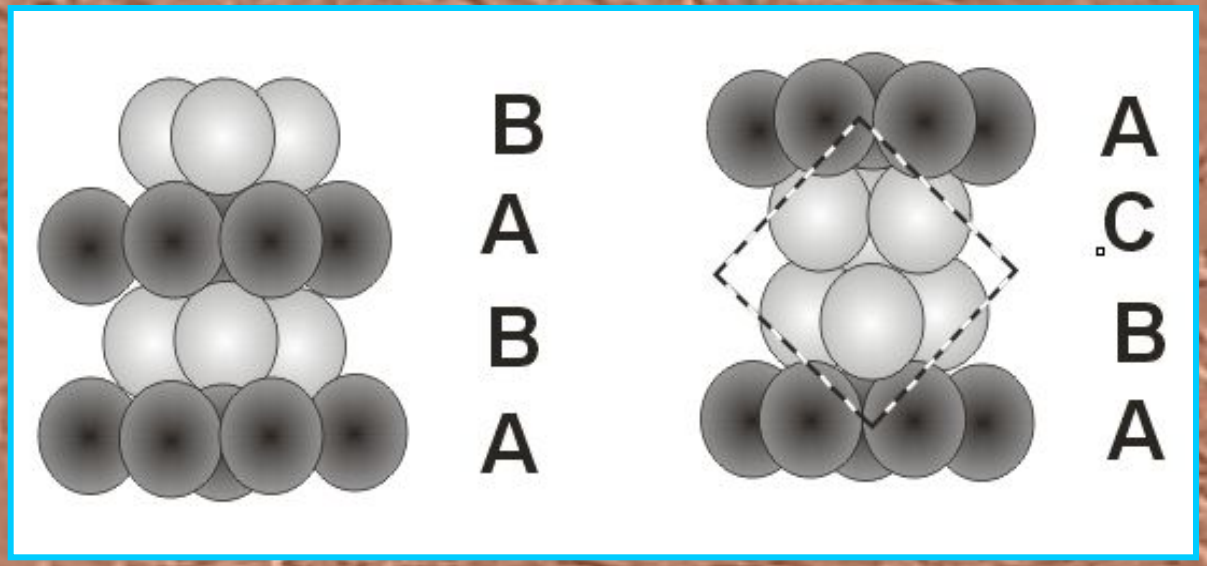
Одно и то же вещество, кристаллизуясь в различных условиях, может образовать кристаллы различной формы, различающиеся по свойствам, а иногда и по типу связи. Это явление называется *<u>полиморфизмом</u>*, а кристаллы – *полиморфными модификациями.*

Полиморфизм простых элементов называют *аллотропией*.



плоскость B

плоскость C



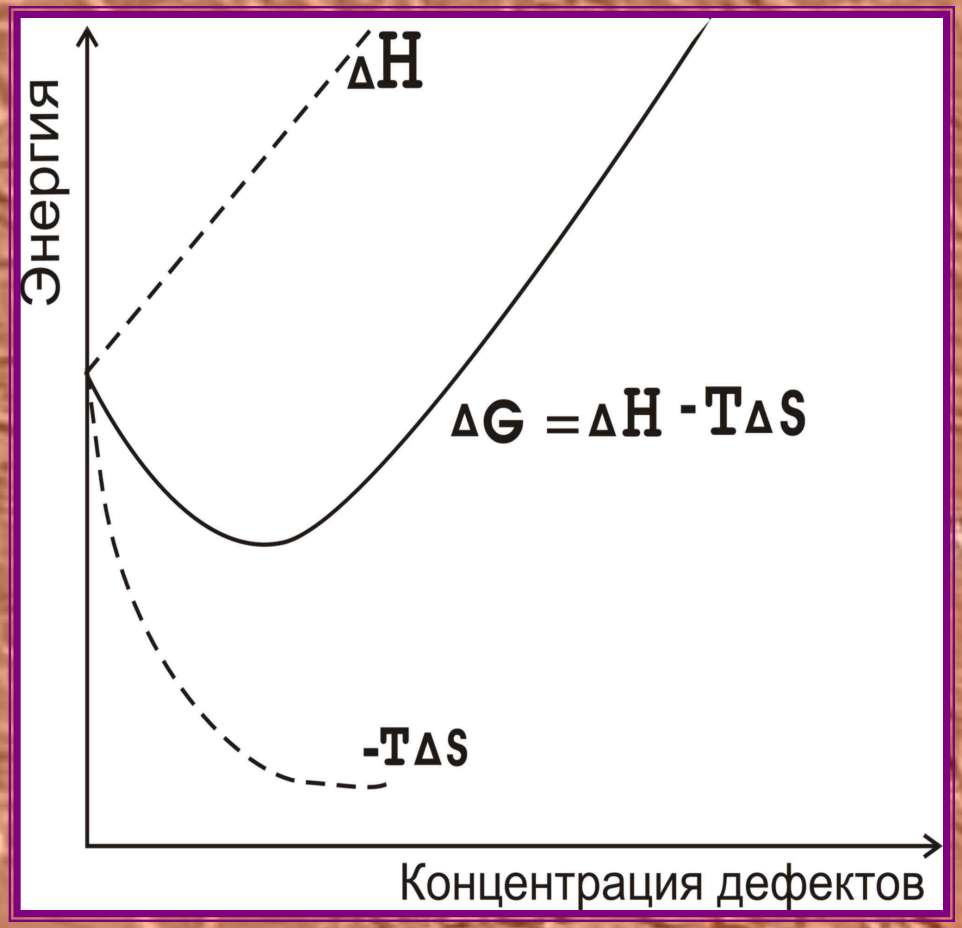
гексагональная

кубическая

2 типа плотноупакованных структур: кубическая и гексагональная.

Одинаковое расположение атомов в пределах одной кристаллической плоскости (слоя), но разные способы чередования таких плоскостей.

Идеальный кристалл может существовать только при температуре абсолютного нуля. При любых других температурах все реальные кристаллы несовершенны, т.е. в них наблюдаются нарушения идеального расположения атомов, называемые *дефектами.*

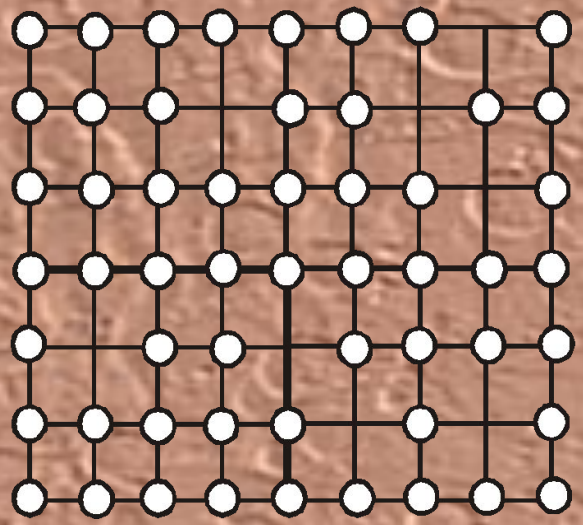


изменение энергии при образовании дефектов

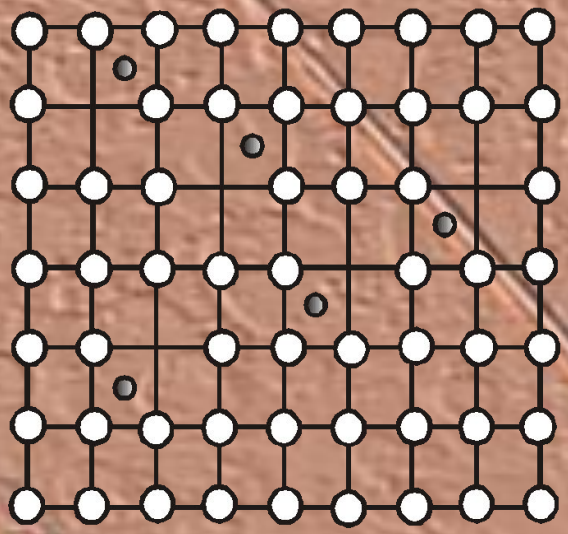
накопление дефектов до определенной концентрации приводит к уменьшению свободной энергии системы

Хотя образование этих дефектов и требует затрат энергии (энтальпия системы возрастает), но оно сопровождается значительным увеличением энтропии системы

виды дефектов: *точечные* - охватывают один-два структурных узла или междоузлия в элементарной ячейке, и *протяженные* – дислокации, трещины, микрокаверны



вакансии по Шоттки



дефекты Френкеля

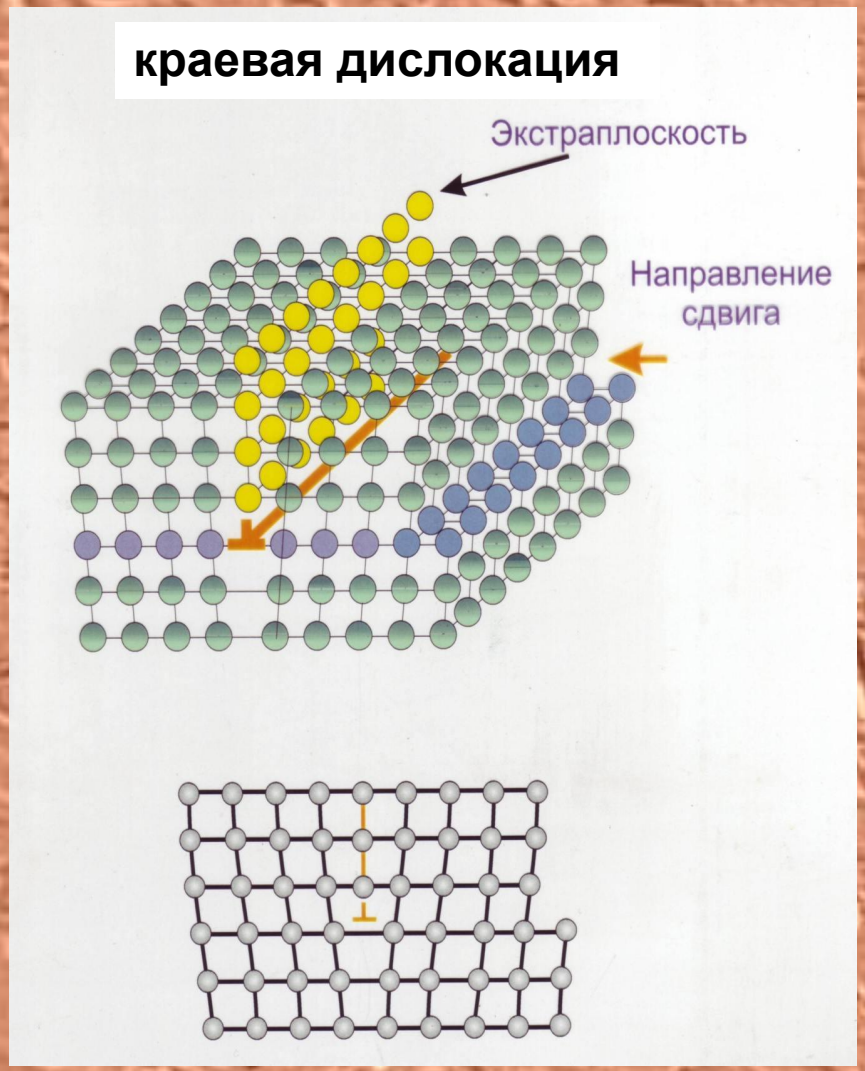
точечные:

1) незанятые узлы решетки – вакансии (дефекты Шоттки),
2) атомы, молекулы или ионы, расположенные не на своих позициях или в междоузлиях (дефекты Френкеля),
3) посторонние атомы – примеси как в узлах, так и в междоузлиях.

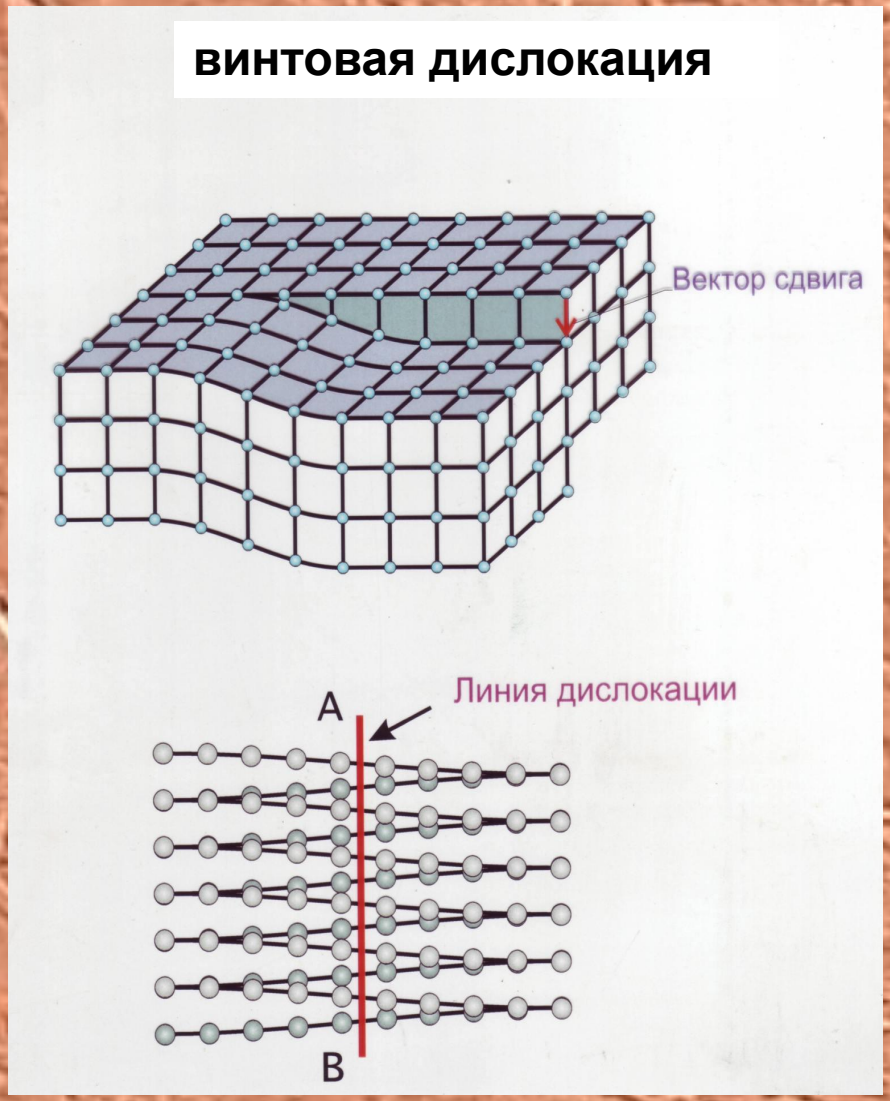
ИСКАЖЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

Окраска драгоценных камней – рубина, изумруда и др. – вызвана примесными ионами (хрома, железа).

Дислокация **– смещение рядов атомов друг относительно друга, простирающееся вдоль некоторой линии –** ***линии дислокации*****. Дислокации – неполные атомные плоскости.**

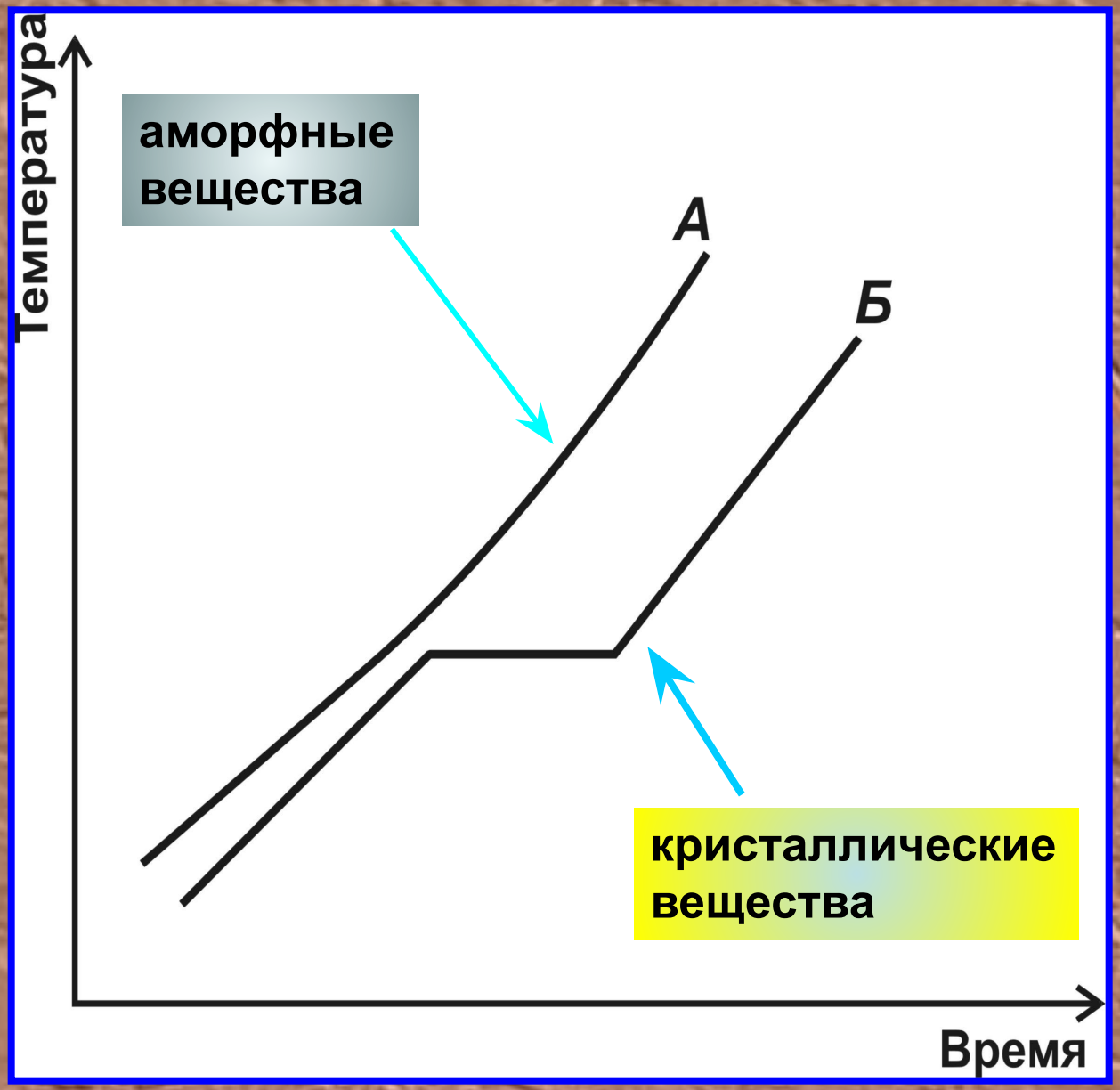


обрыв плоскости атомов



взаимный сдвиг плоскостей

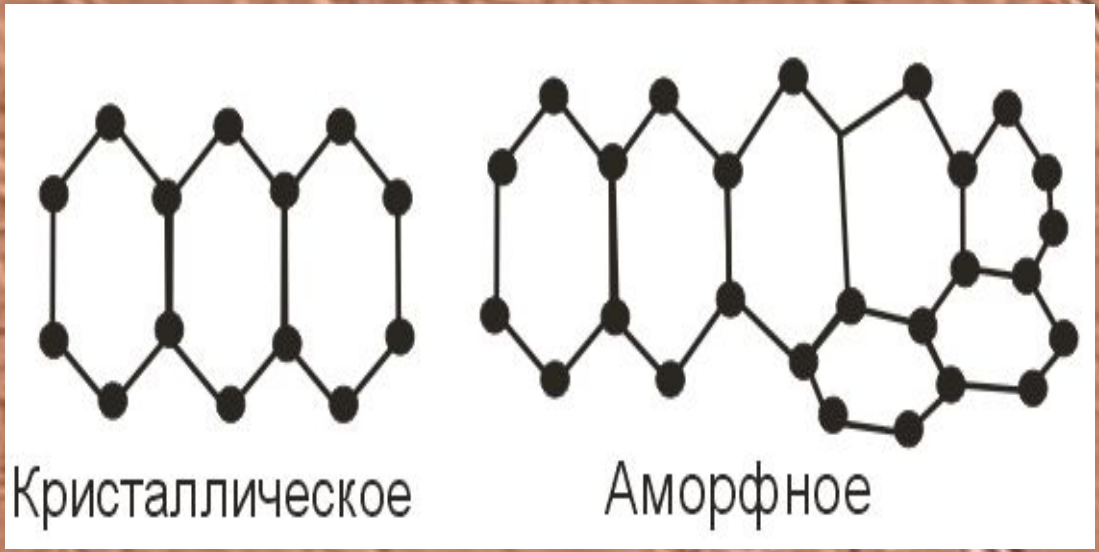
2 вида твердого состояния: кристаллическое и аморфное

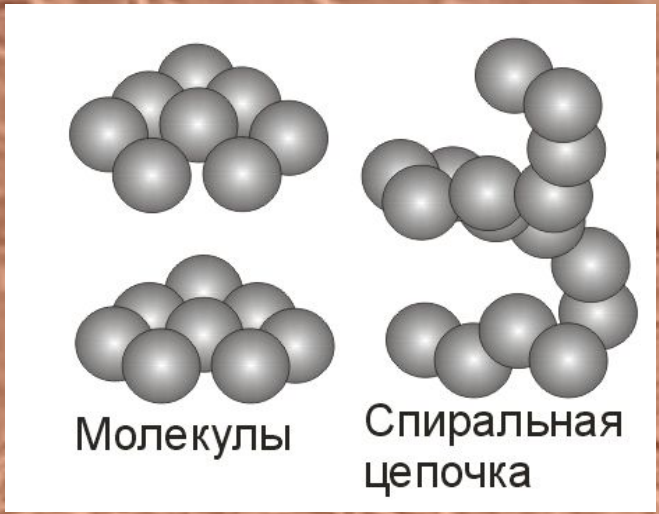


различные физические и механические свойства

аморфный в переводе с греческого языка означает «бесформенный».

Аморфные вещества можно рассматривать как переохлажденные жидкости с сильно пониженной подвижностью частиц. Строение аморфных веществ характеризуется наличием порядка только во взаимном расположении соседних частиц. Это так называемый ближний порядок





Сера кристаллическая S_8 и аморфная

Аморфные металлы обладают рядом физических отличий от обычных кристаллических по механическим свойствам, особенно по прочности. В аморфных структурах нет типичных для кристаллов дефектов и внутренних напряжений, способных снизить прочность материала.