

## Кристаллические решётки

Вещество, как вам известно, может существовать в трёх агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твёрдом (рис. 70). Например, кислород, который при обычных условиях представляет собой газ, при температуре  $-194^{\circ}\text{C}$  превращается в жидкость голубого цвета, а при температуре  $-218,8^{\circ}\text{C}$  затвердевает в снегообразную массу, состоящую из кристаллов синего цвета.

Твёрдые вещества делят на *кристаллические* и *аморфные*.

*Аморфные вещества* не имеют чёткой температуры плавления — при нагревании они постепенно размягчаются и переходят в текучее состояние. К аморфным веществам относится большинство пластмасс (например, полиэтилен), воск, шоколад, пластилин, различные смолы и жевательные резинки (рис. 71).

*Кристаллические вещества* характеризуются правильным расположением составляющих их частиц в строго определённых точках пространства. При соединении этих точек прямыми линиями образуется простран-

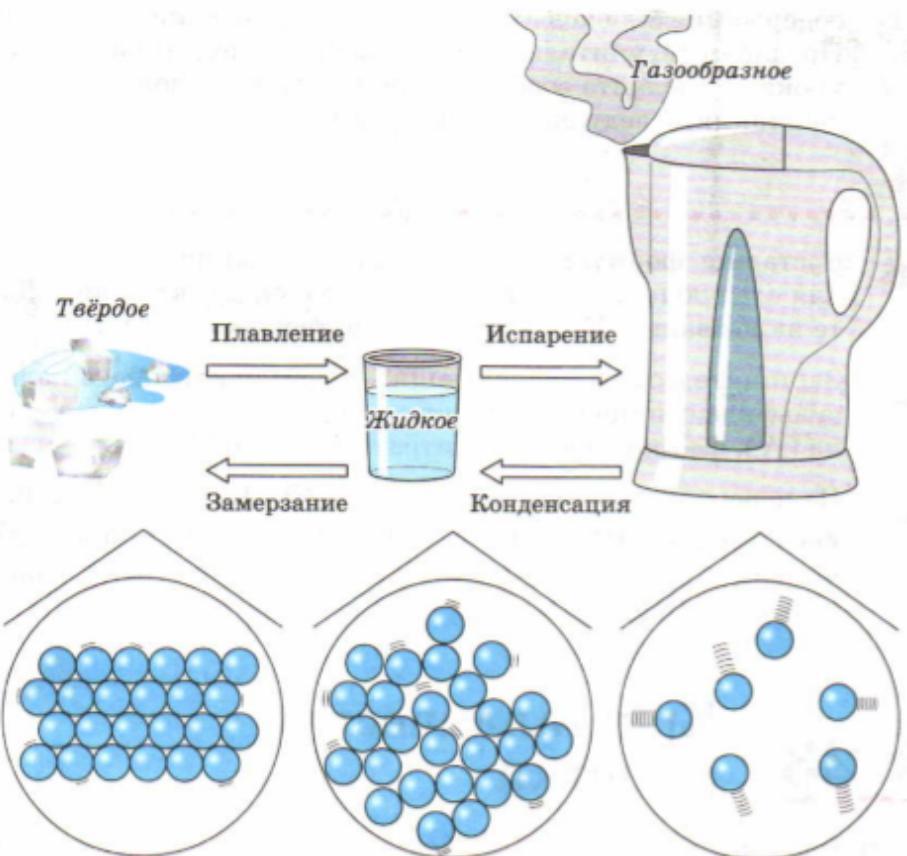


Рис. 70. Агрегатные состояния воды

ственный каркас, называемый **кристаллической решёткой**. Точки, в которых размещены частицы кристалла, называют **узлами решётки**.

В узлах воображаемой кристаллической решётки могут находиться одноатомные ионы, атомы, молекулы. Эти частицы совершают колебательные движения. С повышением температуры размах этих колебаний возрастает, что приводит, как правило, к тепловому расширению тел.

В зависимости от типа частиц, расположенных в узлах кристаллической решётки, и характера связи между ними различают четыре типа кристаллических решёток: **ионные, атомные, молекулярные и металлические** (табл. 6).

**Ионными** называют кристаллические решётки, в узлах которых находятся ионы. Их образуют вещества с ионной связью, которой могут быть связаны как про-



Рис. 71. Аморфные вещества и материалы

тые ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , так и сложные  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ . Следовательно, ионные кристаллические решётки имеют соли, основания (щёлочи), некоторые оксиды. Например,

ПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ Таблица 6 СИСТЕМЕ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА И ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК ИХ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ\*

Период	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1								$\text{H}_2$ He
2	Li	Be	B	C	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$	$\text{F}_2$	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	$\text{P}_4$	$\text{S}_8$	$\text{Cl}_2$	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	$\text{Br}_2$	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	$\text{I}_2$	Xe
Тип кристаллической решётки	Металлическая				Атомная	Молекулярная		

\* Простые вещества, образованные элементами, не представленными в таблице, имеют металлическую решётку.

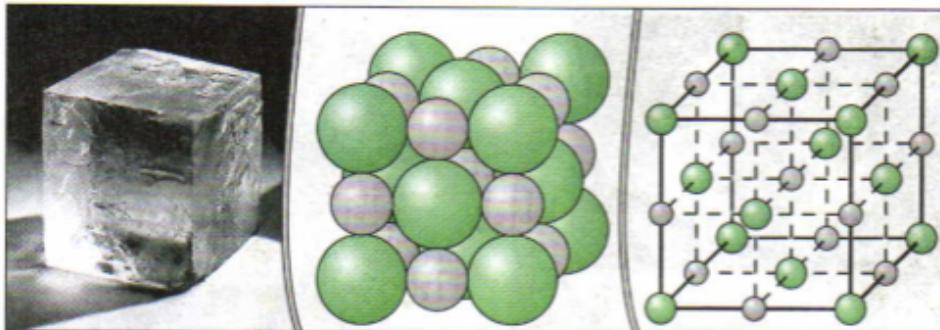


Рис. 72. Ионная кристаллическая решётка (хлорид натрия)

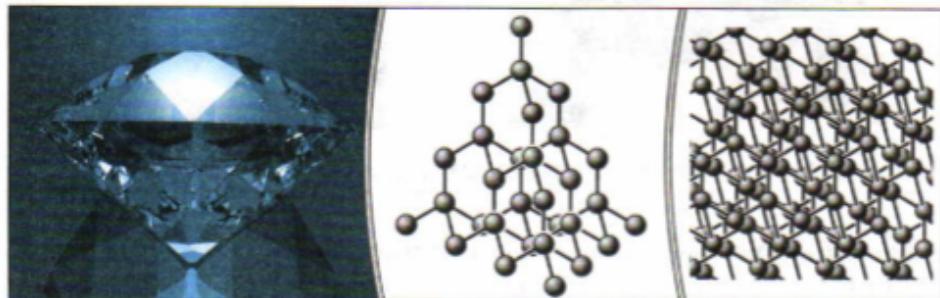


Рис. 73. Атомная кристаллическая решётка (алмаз)



Рис. 74. Две императорские короны с алмазами: а — корона Британской империи; б — Большая императорская корона Российской империи

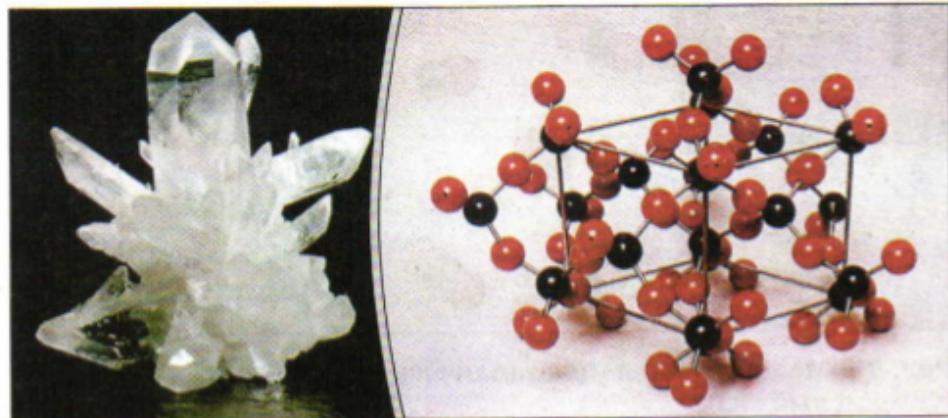


Рис. 75. Атомная кристаллическая решётка (оксид кремния (IV))

кристалл хлорида натрия построен из чередующихся положительных ионов  $\text{Na}^+$  и отрицательных  $\text{Cl}^-$ , образующих решётку в форме куба (рис. 72). Связи между ионами в таком кристалле очень прочны. Поэтому вещества с ионной решёткой обладают сравнительно высокой твёрдостью и прочностью, они тугоплавки и нелетучи.

**Атомными** называют кристаллические решётки, в узлах которых находятся отдельные атомы. В таких решётках атомы соединены между собой очень прочными ковалентными связями. Такой тип кристаллической решётки имеет алмаз (рис. 73) — одно из аллотропных видоизменений углерода. Огранённые и отшлифованные алмазы называют бриллиантами. Их широко применяют в ювелирном деле (рис. 74).

К веществам с атомной кристаллической решёткой относятся кристаллический бор, кремний и германий, а также сложные вещества, например такие, как кремнезем, кварц, песок, горный хрусталь, в состав которых входит оксид кремния (IV)  $\text{SiO}_2$  (рис. 75).

Большинство веществ с атомной кристаллической решёткой имеют очень высокие температуры плавления (например, у алмаза она свыше  $3500^\circ\text{C}$ , у кремния —  $1415^\circ\text{C}$ , у кремнезёма —  $1728^\circ\text{C}$ ), они прочны и тверды, практически нерастворимы.

**Молекулярными** называют кристаллические решётки, в узлах которых располагаются молекулы. Химиче-

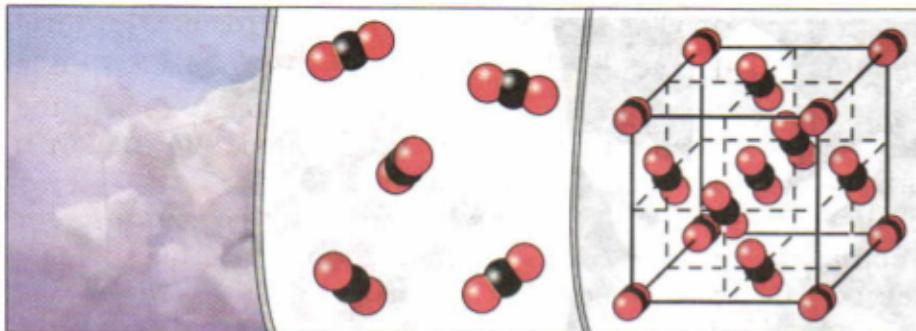


Рис. 76. Молекулярная кристаллическая решётка (углекислый газ)

ские связи в этих молекулах могут быть и ковалентными полярными (хлороводород  $\text{HCl}$ , вода  $\text{H}_2\text{O}$ ), и ковалентными неполярными (азот  $\text{N}_2$ , озон  $\text{O}_3$ ). Несмотря на то что атомы внутри молекул связаны очень прочными ковалентными связями, между самими молекулами действуют слабые силы межмолекулярного притяжения. Поэтому вещества с молекулярными кристаллическими решётками имеют малую твёрдость, низкие температуры плавления, летучи.

Примерами веществ с молекулярными кристаллическими решётками являются твёрдая вода — лёд, твёрдый оксид углерода (IV)  $\text{CO}_2$  — «сухой лёд» (рис. 76), твёрдые хлороводород  $\text{HCl}$  и сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , твёрдые простые вещества, образованные одно- (благородные газы: гелий, неон, аргон, криптон), двух- (водород  $\text{H}_2$ , кис-



Рис. 77. Металлическая кристаллическая решётка (железо)

лород  $\text{O}_2$ , хлор  $\text{Cl}_2$ , азот  $\text{N}_2$ , иод  $\text{I}_2$ ), трёх- (озон  $\text{O}_3$ ), четырёх- (белый фосфор  $\text{P}_4$ ), восьмиатомными (серы  $\text{S}_8$ ) молекулами. Большинство твёрдых органических соединений имеют молекулярные кристаллические решётки (нафталин, глюкоза, сахар).

Вещества с металлической связью имеют **металлические кристаллические решётки** (рис. 77). В узлах таких решёток находятся атомы и ионы (то атомы, то ионы, в которые легко превращаются атомы металла, отдавая свои внешние электроны в общее пользование). Такое внутреннее строение металлов определяет их характерные физические свойства: ковкость, пластичность, электро- и теплопроводность, металлический блеск.

Для веществ, имеющих молекулярное строение, справедлив открытый французским химиком Ж. Л. Прустом (1799—1803) закон постоянства состава. В настоящее время этот закон формулируют так:

**молекулярные химические соединения независимо от способа их получения имеют постоянный состав и свойства.**

Закон Пруста — один из основных законов химии. Однако для веществ немолекулярного строения, например ионного, этот закон не всегда справедлив.