

# ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ



ОСНОВЫ ХИМИИ. ЛЕКЦИЯ 4.

# Введение

---

- ▣ **Химическая связь** – силы, обуславливающие устойчивое существование двух и многоатомных соединений.
  
- ▣ В результате образования химической связи:
  - ▣ снижается общая энергия системы
  - ▣ происходит перераспределение электронной плотности в области химической связи

# Основные виды связей

---

## □ Химическая связь

- Ионная
- Ковалентная
- Металлическая

## □ Межмолекулярные взаимодействия:

- водородная связь
- ван-дер-ваальсовы силы

# Правило октета

---

- В результате образования химической связи атомы приобретают такую же электронную конфигурацию, как у благородных газов, которые (за исключением гелия) имеют на внешнем энергетическом уровне 8 электронов (октет)***
- Правило справедливо для ионной и ковалентной связей

# Электроотрицательность

- Электроотрицательность (ЭО) – это способность атомов в соединениях притягивать к себе электроны. Наибольшие значения ЭО имеют р-элементы VIIA и VIA групп, наименьшие - s-элементы IA группы.

← increasing electronegativity →

group 1 2 13 14 15 16 17 18

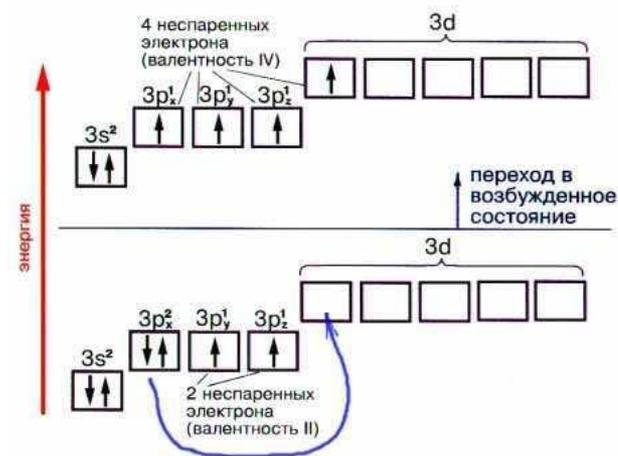
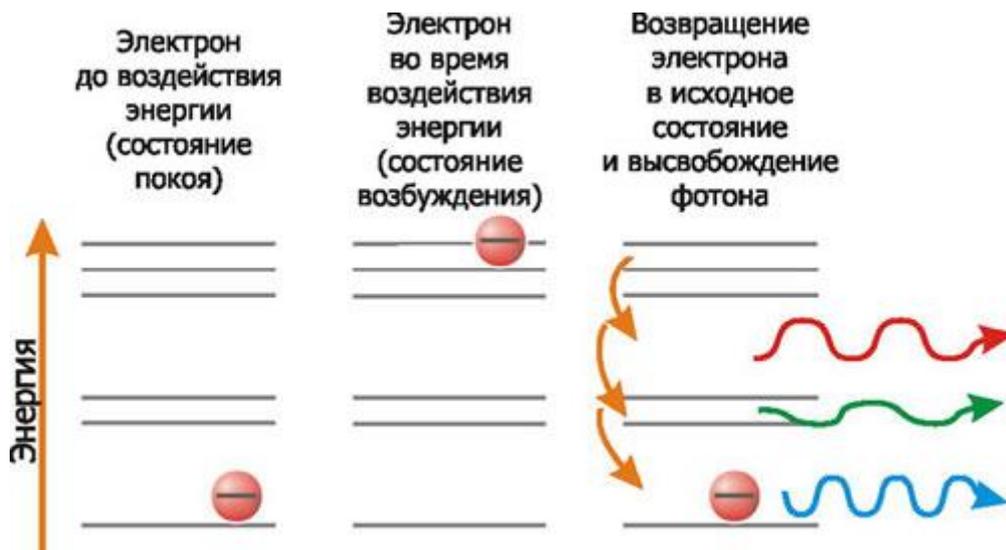
	H																	He
	2.2																	–
	Li	Be																Ne
	1.0	1.6																–
	Na	Mg																Ar
	0.9	1.3																–
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	0.8	1.0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.8	2.0	2.2	2.6	3.0	–
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	0.8	1.0	1.2	1.3	1.6	2.2	2.1	2.2	2.3	2.2	1.9	1.7	1.8	2.0	2.1	2.1	2.7	2.6
	Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	0.8	0.9	1.1-1.3	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.2	2.2	2.4	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	2.2	–
	Fr	Ra	Ac-Lr	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12						
decreasing electronegativity ↓	0.7	0.9	1.1-1.7	–	–	–	–	–	–	–	–	–						

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ПОЛИНГУ

Cs	K	Ba	Na	Sr	Li	Ca	Mg	Mn	Be	Al	Zn	Cr	Fe	Co	Si	Cu	Ni	Ag	Sn	Hg	B	As	P	H	C	Se	S	I	Br	N	Cl	O	F
0,79	0,82	0,89	0,93	0,95	0,98	1,00	1,31	1,55	1,57	1,61	1,65	1,66	1,83	1,88	1,90	1,90	1,91	1,93	1,96	2,00	2,04	2,18	2,19	2,20	2,55	2,55	2,58	2,66	2,96	3,04	3,16	3,44	3,98

# Возбуждённое состояние атома



**Валентность** – свойство атома образовывать ковалентные связи

<http://www.youtube.com/watch?v=SM4BxoCoHzk&feature=related>

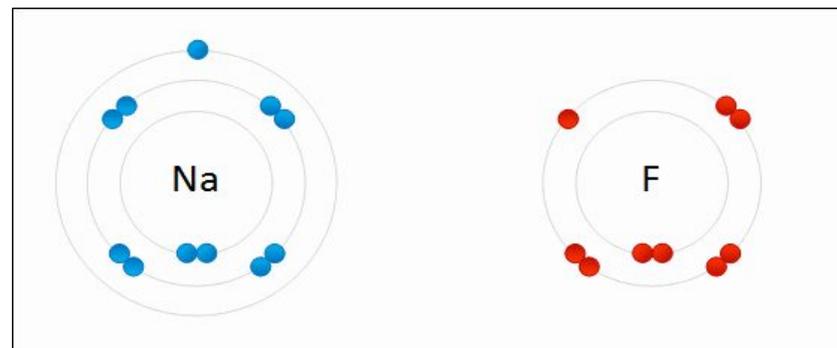
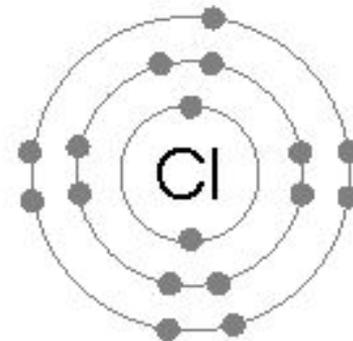
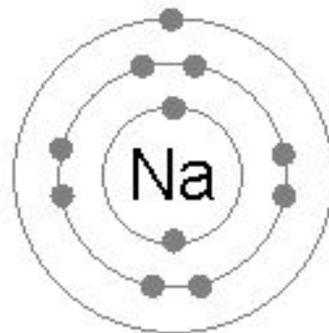
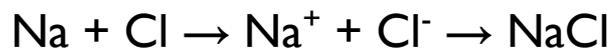
# Ионная химическая связь

---

- Это химическая связь, возникающая в результате **электростатического взаимодействия** положительно и отрицательно заряженных ионов в химическом соединении.
- Возникает между атомами с большой разницей электроотрицательностей (**металл и неметалл**).  
Примеры: NaCl, LiF, K<sub>2</sub>O, NaOH, CaSO<sub>4</sub>

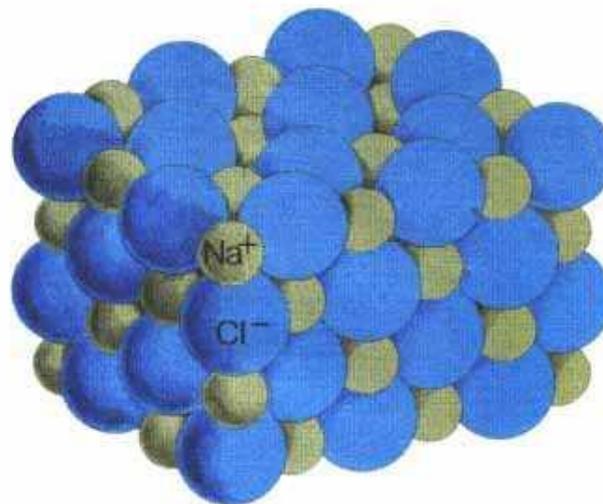
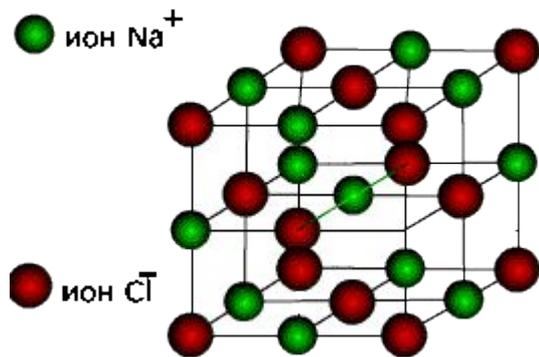
# Ионная химическая связь

- При образовании ионов образуются устойчивые октетные электронные конфигурации (как у благородных газов) – правило октета.



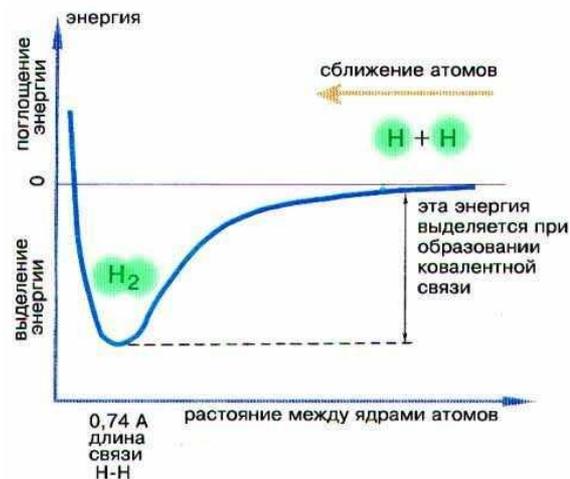
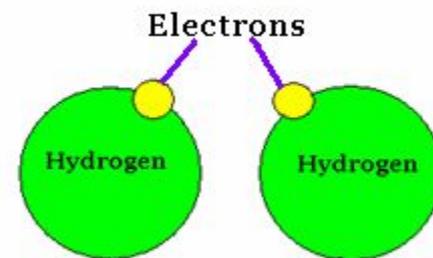
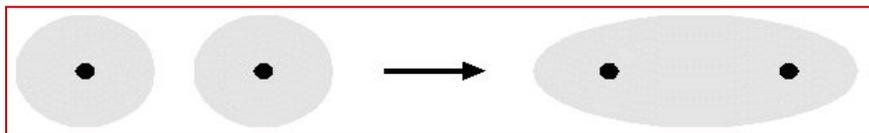
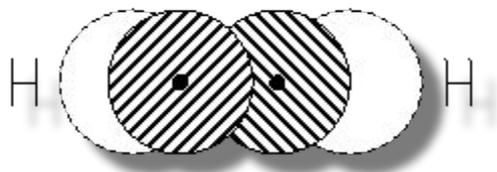
# Ионная химическая связь

- Ионная химическая связь проявляется в твердых веществах с ионной кристаллической решеткой.



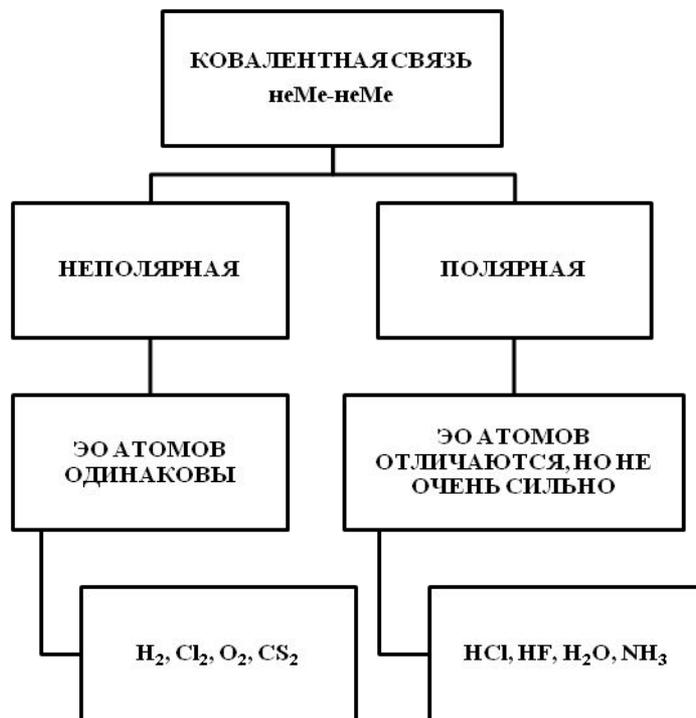
# Ковалентная связь

- Это химическая связь, образованная двумя атомами за счет **общих электронных пар**.



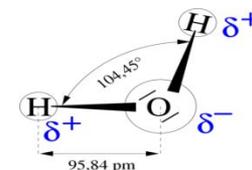
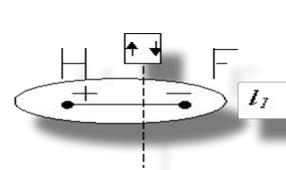
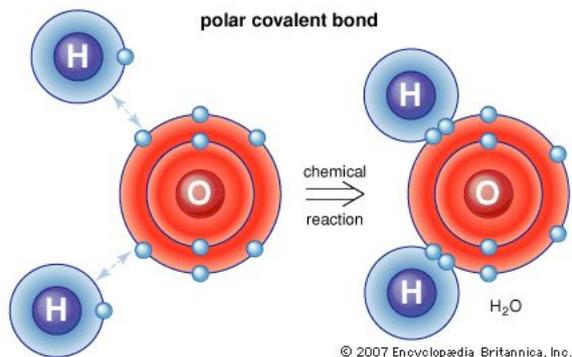
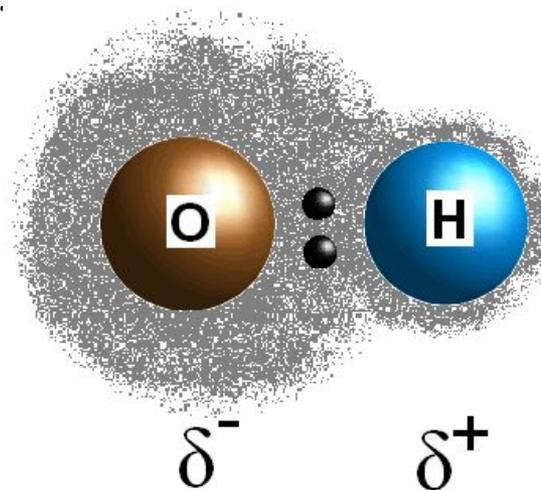
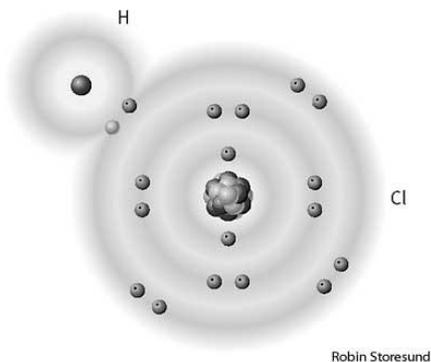
# Ковалентная связь

---



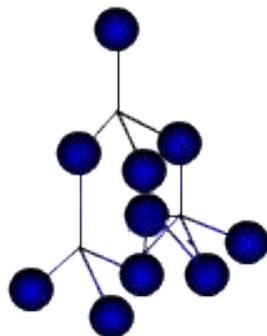
# Ковалентная связь

- Вследствие смещения электронной пары к одному из ядер, возникает диполь – нейтральная молекула с двумя одинаковыми по величине положительным и отрицательным зарядами, находящимися на определенном расстоянии друг от друга.

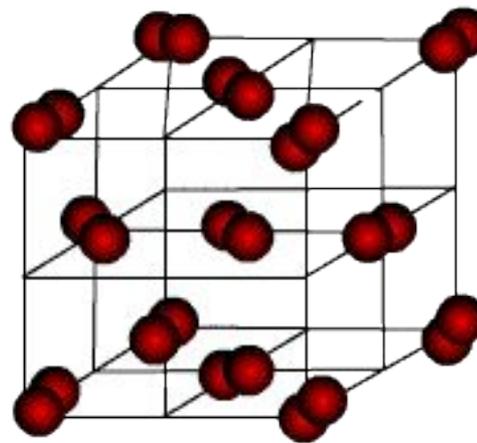


# Ковалентная связь

Ковалентная химическая связь проявляется в веществах с атомной и молекулярной кристаллическими решётками



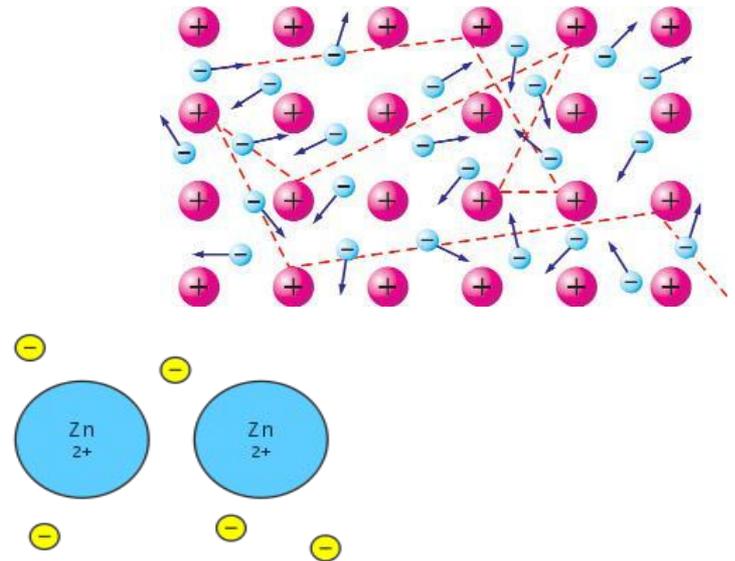
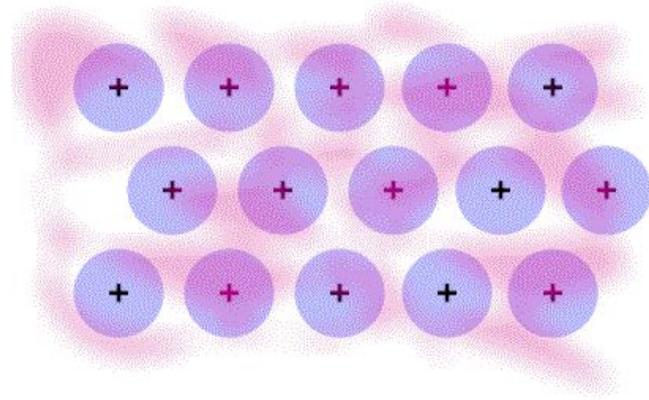
Атомная кристаллическая решётка (например, C, SiO<sub>2</sub>)



Молекулярная кристаллическая решётка (например, H<sub>2</sub>O, F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, HCl)

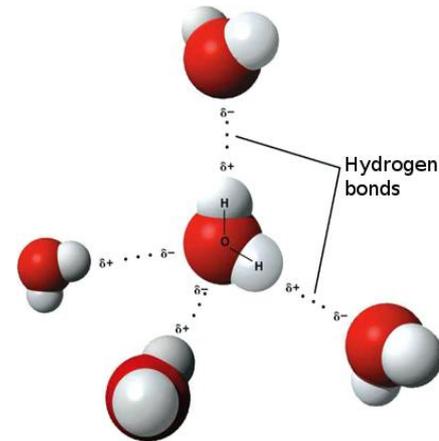
# Металлическая связь

- ❑ Металлическую связь образуют **металлы**, атомы которых на внешних оболочках имеют мало валентных электронов.
- ❑ Во всех узлах кристаллической решетки расположены положительные ионы металла. Между ними беспорядочно, движутся валентные электроны, отщепившиеся от атомов при образовании ионов.
- ❑ Эти электроны играют роль цемента, удерживая вместе положительные ионы; в противном случае решетка распалась бы под действием сил отталкивания между ионами. Вместе с тем и электроны удерживаются ионами в пределах кристаллической решетки и не могут её покинуть.
- ❑ Эти валентные электроны, осуществляющие металлическую связь, обобществлены настолько, что могут перемещаться по всему металлическому кристаллу и обеспечивают высокую электропроводность металла.



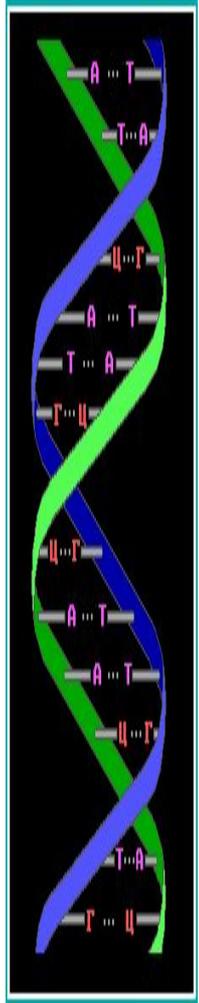
# Водородная связь

- Это электростатическая связь между **положительно поляризованным атомом водорода** одной молекулы и **электроотрицательным атомом** другой или той же молекулы.
- Если водородная связь образуется между разными молекулами, она называется **межмолекулярной** (например, между молекулами воды, низших спиртов).
- Если водородная связь образуется между группами одной и той же молекулы, она называется **внутримолекулярной** (например, в белках).



**Водородная связь влияет на свойства веществ:**

- **на растворимость (подобное растворяется в подобном)**
- **на температуру кипения (повышает температуру кипения)**



# Водородная связь

---

- Чем полярнее связь в водородном соединении, тем прочнее возникающая водородная связь
  - $\text{H}\cdots\text{F}$  энергия связи 40 кДж/моль
  - $\text{H}\cdots\text{O}$  энергия связи 20 кДж/моль
  - $\text{H}\cdots\text{N}$  энергия связи 10 кДж/моль
- Водородная связь примерно в 10 раз слабее обычной ковалентной связи, но она оказывает очень большое влияние на физические и химические свойства соединений (например, аномально высокие температуры кипения и плавления)
- Водородная связь вызывает ассоциацию молекул – образование димеров, тримеров и полимеров (димеры муравьиной и уксусной кислот, полимеры HF, воды)
- Водородная связь имеет большое значение при растворении, т.к. растворимость зависит от возникновения водородных связей между молекулами или ионами растворённого вещества и растворителя. При этом образуются соответствующие соединения – сольваты (гидраты).

# Характеристики связи

---

- Длина связи
- Энергия связи
- Направленность связи
- Полярность связи

# Длина связи

---

- Это расстояние между ядрами атомов в соединении

$$\lambda_{H-F} = 0.92 \text{ \AA} = 0.092 \text{ нм}$$

$$\lambda_{O-H} = 1.07 \text{ \AA} = 0.107 \text{ нм}$$

$$\lambda_{O...H} = 1.63 \text{ \AA} = 0.163 \text{ нм}$$

# Энергия связи

---

- Это количество энергии, которое выделяется при образовании химической связи, кДж/моль.
- Столько же энергии нужно затратить, чтобы разрушить химическую связь

$$H - F, E_{\text{св}} = 536 \text{ кДж/моль}$$

$$N \equiv N, E_{\text{св}} = 930 \text{ кДж/моль}$$

# Направленность химической связи

- Зависит от числа атомов в молекуле, от типа и пространственной ориентации атомных орбиталей
- Ковалентная связь возникает в направлении максимального перекрывания электронных облаков, образующих молекулу
- Двухатомные молекулы – связь линейная
- Трёхатомные молекулы – линейная или угловая структура
- Четырёхатомные молекулы – плоская или пирамидальная структура
- Пятиатомные молекулы – пространственный тетраэдр

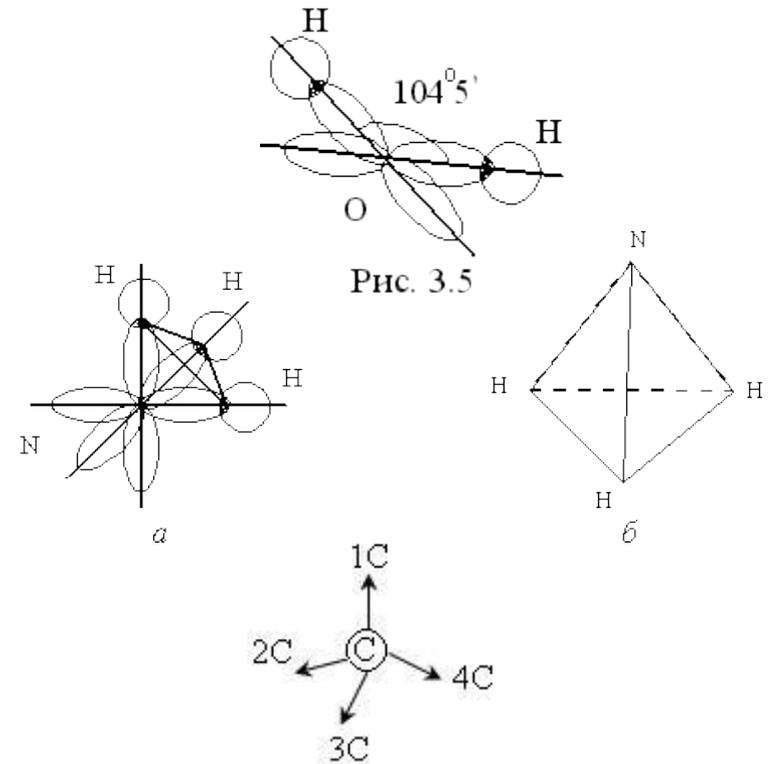
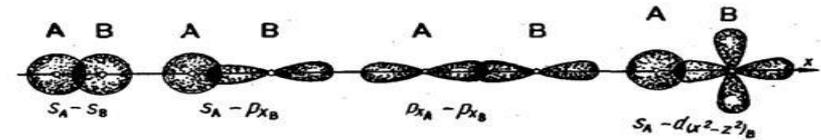


Рис. 3.5

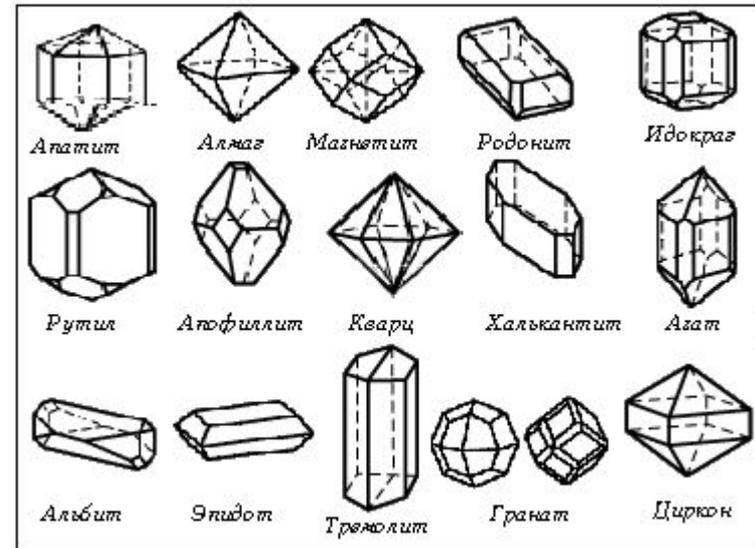
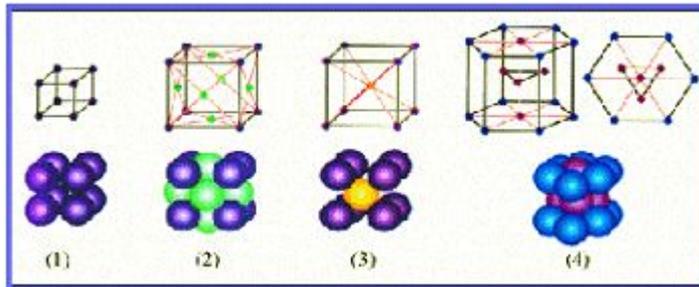
# Полярность химической связи

---

- Полярность связи определяется тем, какова электроотрицательность атомов, образующих связь
- Полярность связи характеризуется величиной дипольного момента  $\mu$
- C-H  $\mu = 0,4$
- C-Cl  $\mu = 2,05$
- H-F  $\mu = 1,91$
- Na-I  $\mu = 4,9$
- K-I  $\mu = 6,8$

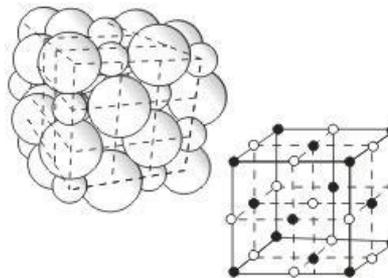
# Кристаллические решётки

- Кристаллическая решетка - это присущее находящемуся в кристаллическом состоянии веществу правильное пространственное расположение атомов, ионов, молекул, характеризующееся периодической повторяемостью в трёх измерениях.



# Ионная кристаллическая решётка

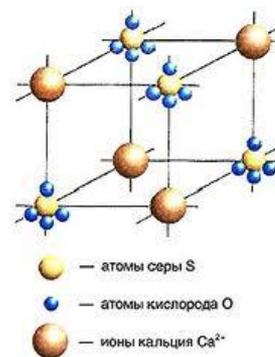
- Обычно ионные кристаллы твердые, но хрупкие.
- Ионные кристаллы отличаются высокими температурами плавления.
- В расплавленном состоянии вещества, образующие ионные кристаллы, электропроводны.
- Растворяются в полярных растворителях (воде).
- При растворении в воде эти вещества диссоциируют на катионы и анионы, и образующиеся растворы проводят электрический ток.



Кристаллы поваренной соли



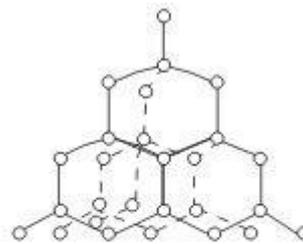
Кристаллы медного купороса



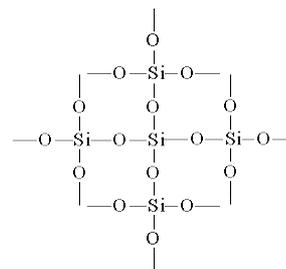
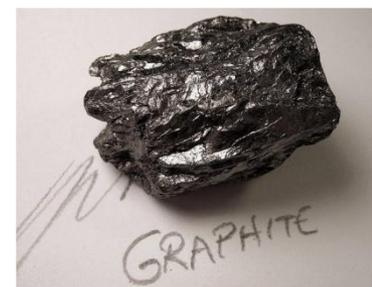
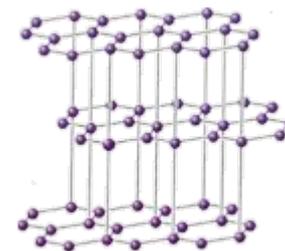
Гигантские кристаллы гипса

# Атомная кристаллическая решётка

- ❑ Атомные кристаллы состоят из отдельных атомов, объединенных ковалентными связями (алмаз, графит).
- ❑ Нередко соединения неметаллов друг с другом (например, диоксид кремния) также образуют атомные кристаллы.
- ❑ Атомные кристаллы можно считать гигантскими молекулами.
- ❑ Они очень прочные и твердые, плохо проводят теплоту и электричество.
- ❑ Вещества, имеющие атомные кристаллические решетки, плавятся при высоких температурах.
- ❑ Практически нерастворимы в каких-либо растворителях.
- ❑ Низкая реакционная способность.



Кристаллическая решетка алмаза



# Молекулярная кристаллическая решётка

- ❑ Молекулярные кристаллы построены из отдельных молекул, внутри которых атомы соединены ковалентными связями.
- ❑ Между молекулами действуют более слабые межмолекулярные силы. Они легко разрушаются, поэтому молекулярные кристаллы имеют низкие температуры плавления, малую твердость, высокую летучесть.
- ❑ Вещества, образующие молекулярные кристаллические решетки, не обладают электрической проводимостью, их растворы и расплавы также не проводят электрический ток.
- ❑ Большинство неметаллов в виде простых веществ (например, иод  $I_2$ , аргон Ar, сера  $S_8$ ) и соединений друг с другом (например, вода, диоксид углерода, хлороводород), а также практически все твердые органические вещества образуют молекулярные кристаллы.

- ❑ Кристалл льда ( $H_2O$ )



- ❑ Кристалл  $CO_2$  (сухой лёд)



- ❑ Кристалл иода  $I_2$



# Металлическая кристаллическая решётка

- Характерна для металлов.
- В ней имеется металлическая связь между атомами.
- В металлических кристаллах ядра атомов расположены таким образом, чтобы их упаковка была как можно более плотной.
- Металлические кристаллы обладают высокой электрической проводимостью и теплопроводностью, металлическим блеском и непрозрачностью, легкой деформируемостью.



Осмий

Железо



Золото

Серебро



Иттрий

## Типы химической связи и их отличительные признаки

Химическая связь	Связываемые атомы	Процесс в электронном оболочке	Образующиеся частицы	Кристаллическая решетка	Характер вещества	Примеры
Ионная	Атом металла и атом неметалла	Переход валентных электронов	Положительные и отрицательные ионы	Ионная	Солеподобный	Соли (NaCl) Оксиды (CaO) Основания (KOH)
Ковалентная	Атомы неметаллов	Образование общих электронных пар	Молекулы	Молекулярная	Летучий или нелетучий	H <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
			-	Атомная	Алмазоподобный	Алмаз C, Si, SiC
Металлическая	Атомы металлов	Отдача валентных электронов	Положительные ионы и электронный газ	Металлическая	Металлический	Металлы и сплавы

---

**Благодарю  
за  
ВНИМАНИЕ**

