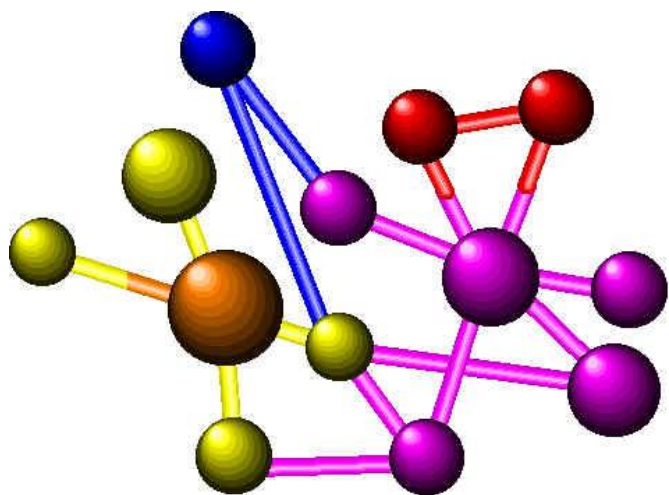
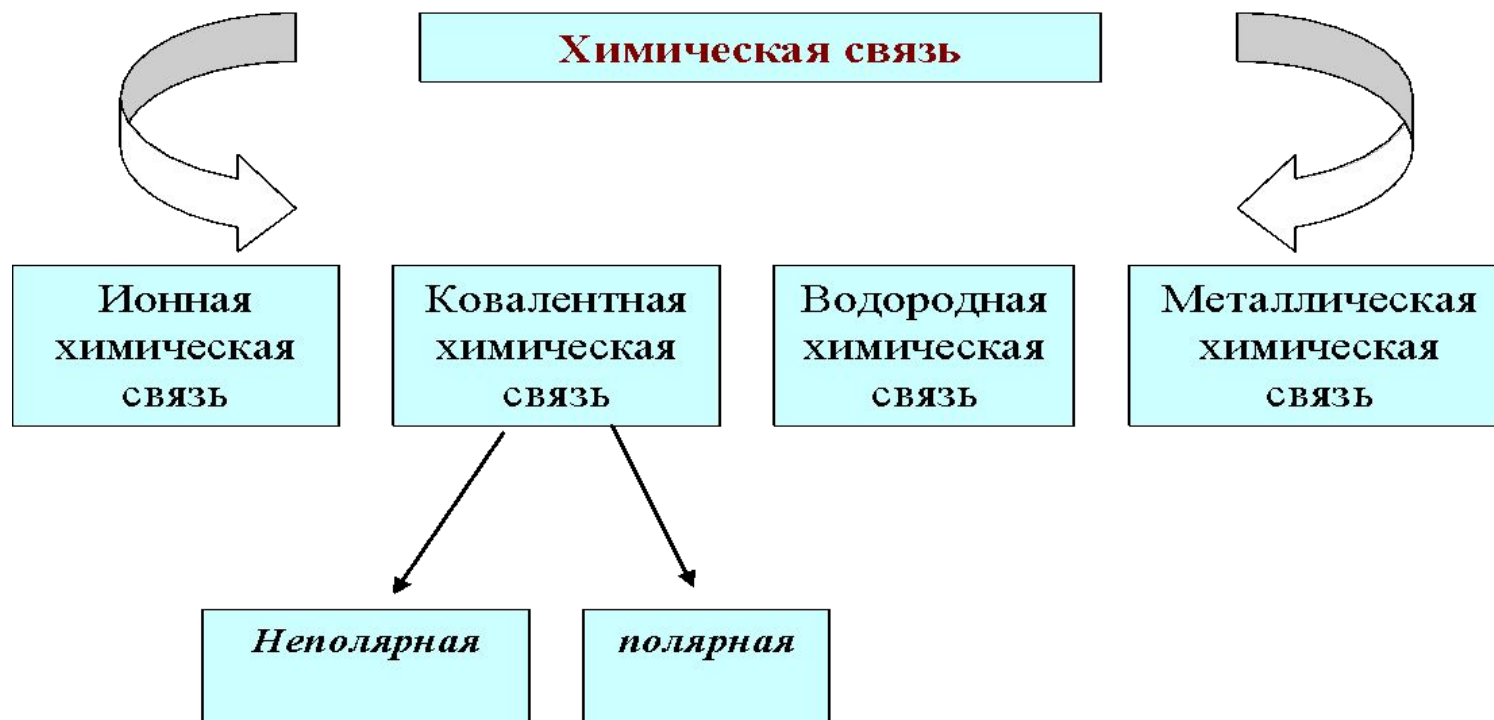


# Химическая связь, *ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК*

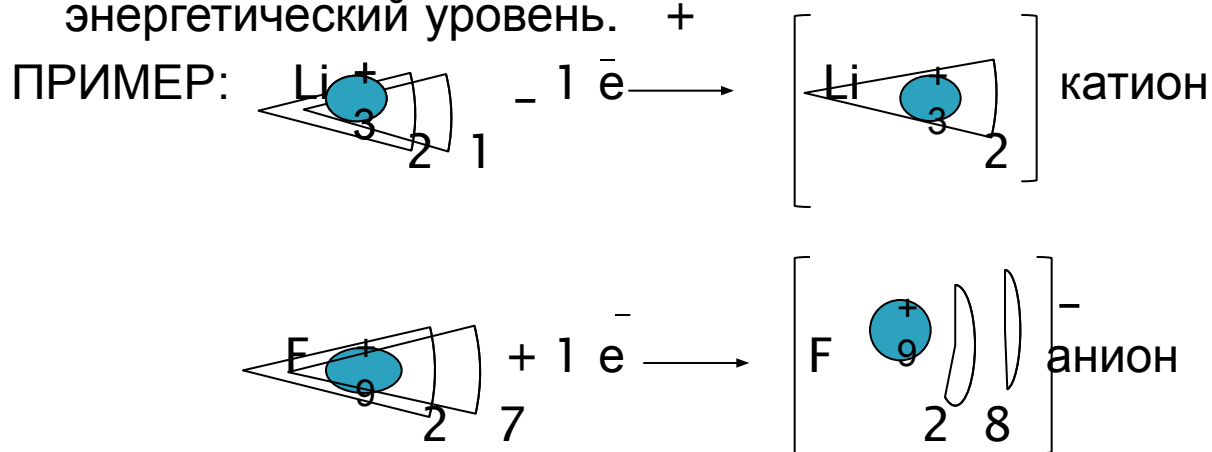


# **Химическая связь** - взаимодействие между атомами, приводящее к образованию устойчивой системы - молекулы, иона, кристалла.



## **Ионная связь** – это электростатическое притяжение между ионами;

- Возникает между атомами, имеющими большую разность электроотрицательности (более 2);
- Образуется между атомами наиболее активных металлов и неметаллов;
- При образовании ионной связи атом металла отдает свои электроны атому неметалла, при этом каждый из атомов получает завершённый энергетический уровень.

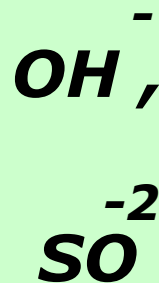
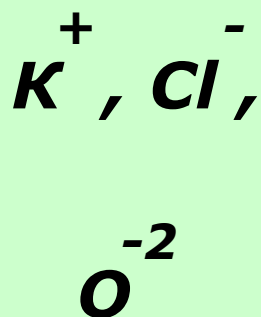


# Классификация ионов

По составу

простые

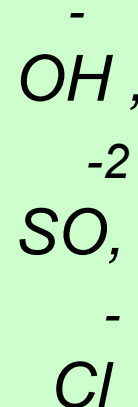
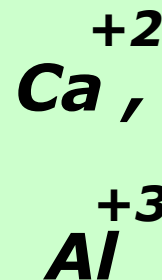
сложные



По заряду

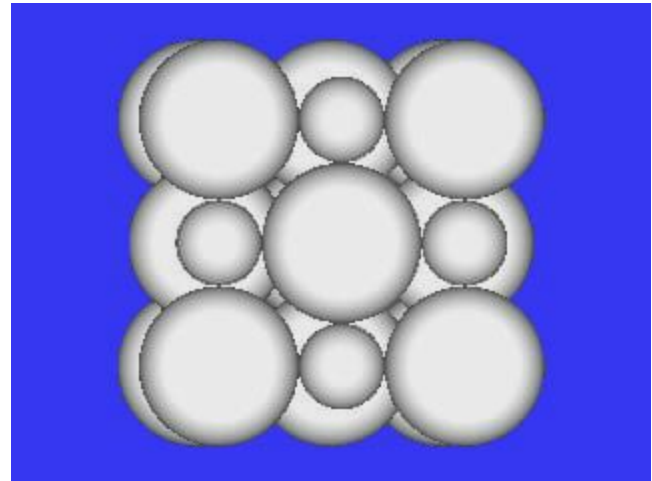
катионы

анионы



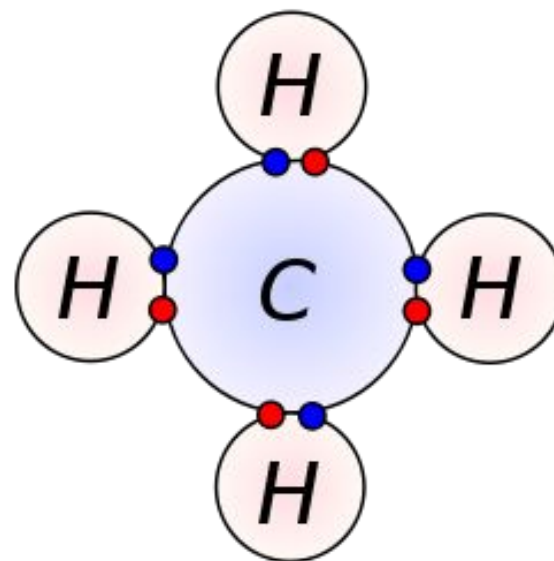
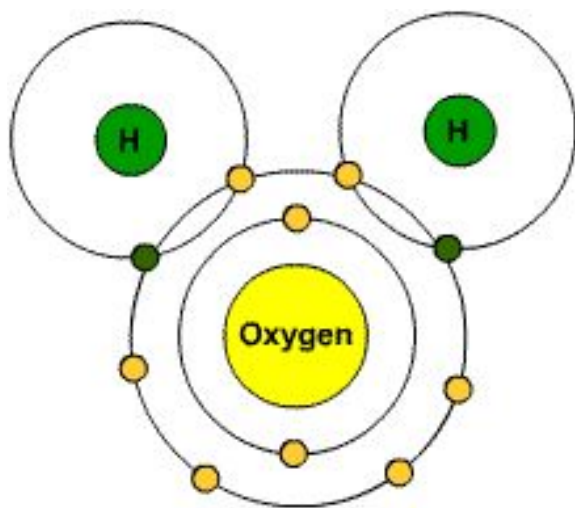
Вещества с ионной связью при н.у. находятся в твердом агрегатном состоянии и образуют кристаллы с **ионной кристаллической решеткой**

- В узлах ионной кристаллической решетки находятся ионы, между которыми присутствует ионная связь
- Физические свойства: тугоплавкие, нелетучие, твердые, но хрупкие, многие растворимы, в растворах и расплавах проводят электрический ток (щелочи, соли и др.)
- Ионная связь является крайним случаем ковалентной полярной связи



# Ковалентная связь

- это химическая связь, возникающая в результате образования общей электронной пары между взаимодействующими атомами.



- Электроны водорода
- Электроны углерода

# Классификация ковалентной связи

Механизм  
образования

обменный

донорно-  
акцепторный

Степень  
смещения  
электронных  
пар

неполярная

полярная

Способ  
перекрывания  
электронных  
орбиталей

$\sigma$  (сигма) –  
связь

$\pi$  (пи) – связь  
 $\pi$  (пи) – связь

Кратность  
связей

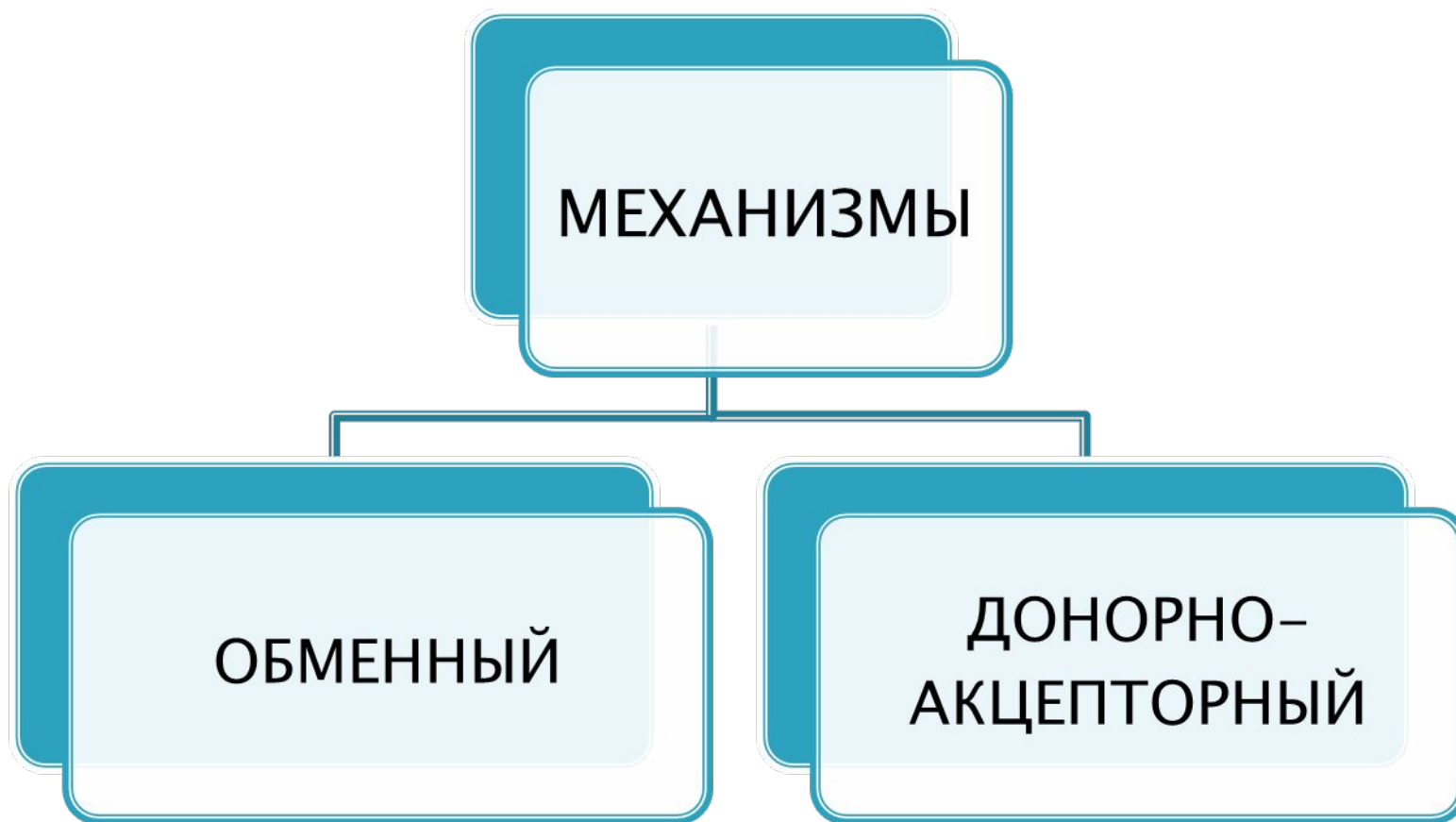
простая

двойная

тройная



# Механизмы образования ковалентной связи



# Обменный механизм образования ковалентной связи

☀ Действует, когда атомы образуют общие электронные пары за счёт объединения неспаренных электронов.

Например:

1.  $H_2$  – водород  $H \blacksquare + \blacksquare H \rightarrow H : H$  или  $H - H$  ;

2.  $HCl$  – хлороводород или соляная кислота



3.  $N_2$  – азот  $\underset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}} \blacksquare + \blacksquare \underset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}} : \rightarrow : \text{N} :: \text{N} : \text{ или } N \equiv N.$

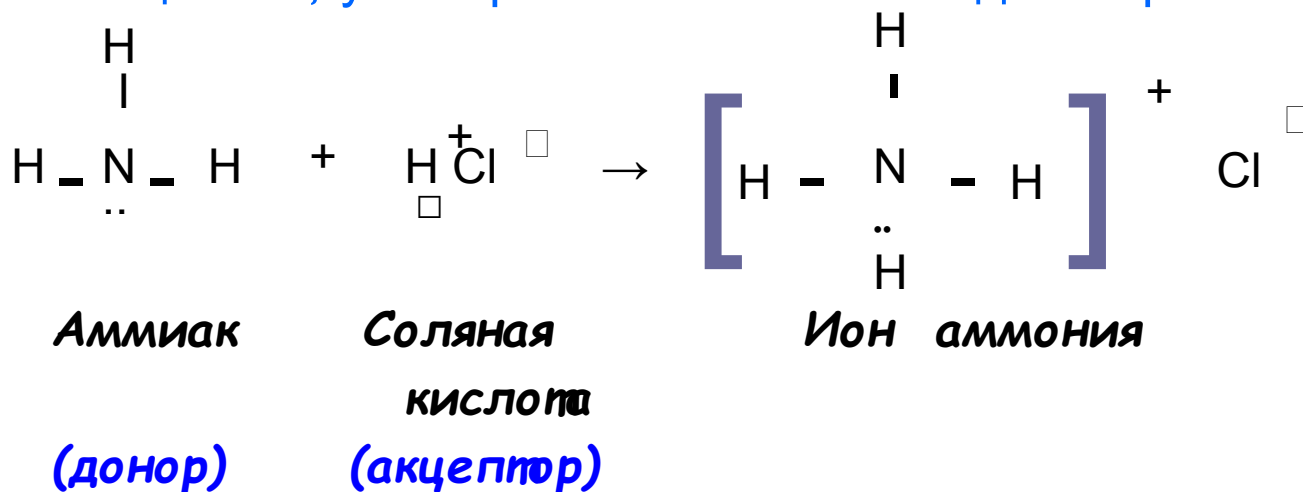


# Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи

☀ *Действует между веществами донором и акцептором.*

**Донор** – вещество, у которого имеется свободная электронная пара.

**Акцептор** – вещество, у которого имеется свободная орбиталь.



# Степень смещения электронных пар

☀ Зависит от ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ элементов.

Ряд электроотрицательности: **F, O, N, Cl, Br, S, C, P, Si**



**НЕПОЛЯРНАЯ** ковалентная связь – это связь, образованная между атомами с одинаковой электроотрицательностью.

Например : **H – H; Cl – Cl; N  $\equiv$  N.**

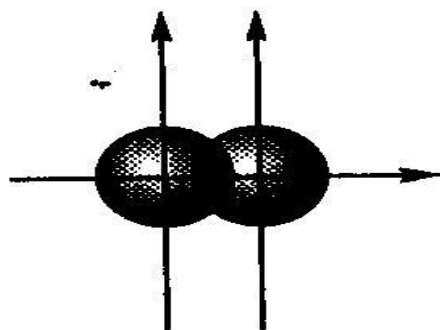
**ПОЛЯРНАЯ** ковалентная связь – это связь, образованная между атомами с разной электроотрицательностью.

Например: **H – Cl; H – S – H.**



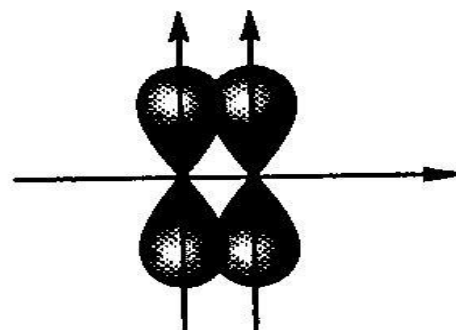
# Способы перекрывания электронных облаков

**$\sigma$ -ТИП**

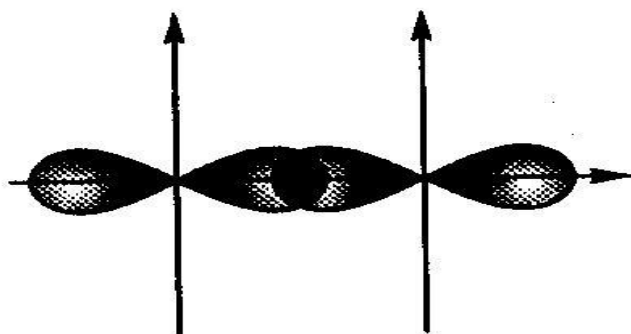


*s-s*

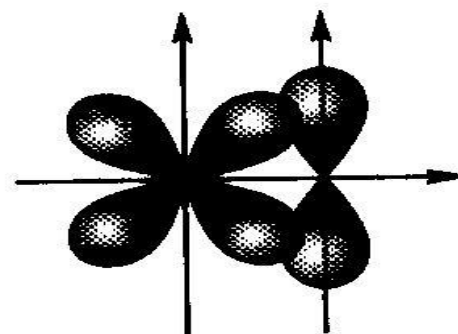
**$\pi$ -ТИП**



*p-p*



*p-p*



*d-p*

лобовое перекрывание —  
объемное

на одной прямой с центрами  
(близко, хорошо притягивается)



прочная связь

боковое перекрывание —  
менее объемное

удалено от центров  
(слабо притягивается)



непрочная связь

# Кратность ковалентной связи

☀ Зависит от числа общих электронных пар, связывающих атомы.

**Бывает:**

1. **ПРОСТАЯ** « - » - это одна  $\sigma$ -связь;
2. **ДВОЙНАЯ** « = » - это одна  $\sigma$ -связь и одна  $\pi$ -связь;
3. **ТРОЙНАЯ** «  $\equiv$  » - это одна  $\sigma$ -связь и две  $\pi$ -связи.



## Параметры ковалентной связи:

- ▣ Длина связи – расстояние между центрами двух соседних атомов (зависит от радиуса атома и кратности связи);
- ▣ Энергия связи – количество энергии, которую нужно затратить на разрыв 1 моля связи;
- ▣ Кратность связи – число общих электронных пар между двумя атомами;
- ▣ Валентный угол – угол между лучами, выходящими из центра одного атома к центрам двух соседних атомов;
- ▣ Полярность связи – неравномерное распределение электронной плотности между атомами в молекуле

# Свойства ковалентной связи:

- **насыщаемость** – молекулы и ионы имеют определенный состав, т.к. образуется определенное и ограниченное число связей;
- **направленность** – электронные облака могут перекрываться в разном направлении и образовывать  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи;
- **поляризуемость** – изменяется полярность под действием внешнего электрического поля.
- Для веществ с ковалентной связью характерны **молекулярные и атомные кристаллические решетки.**

## *Вещества с ковалентной связью бывают при обычных условиях:*

- газами

- жидкостями

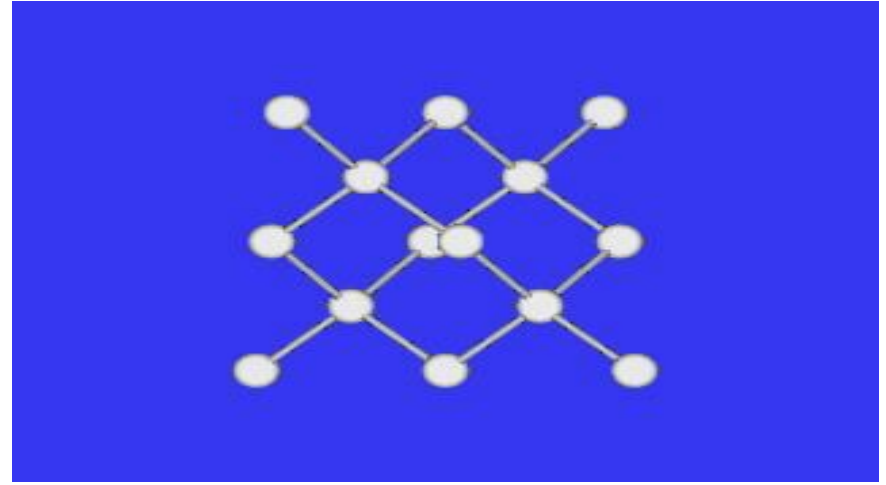
- твердыми

- *аморфные* (расположение частиц в них неупорядоченное, например – стекло, смола, полимеры и др.)

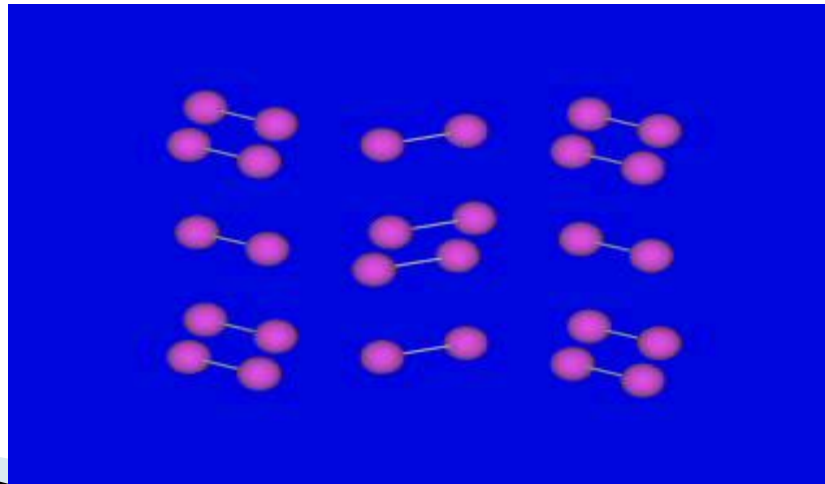
- *кристаллические* (характеризуются упорядоченной структурой – NaCl, KNO<sub>3</sub> ....)

При кристаллизации веществ с ковалентной связью образуется два типа кристаллических решеток:

**Атомная** (в узлах находятся атомы, между которыми присутствуют ковалентные связи – алмаз, SiC, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и др.)

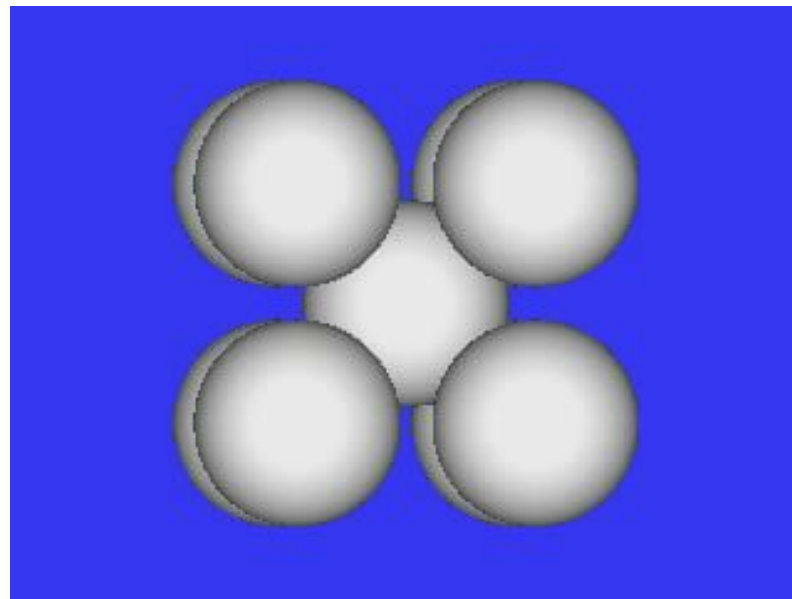


**Молекулярные** (в узлах находятся молекулы, между которыми присутствуют слабые силы межмолекулярного взаимодействия – I<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и др.)

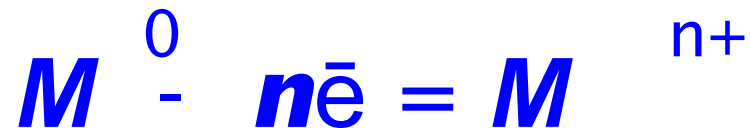


**Металлическая химическая связь** осуществляется свободными электронами, общими для всего кристалла.

- Металлы образуют **металлические кристаллические решетки**, в узлах которых находятся катион-атомы, а между ними «электронный газ», определяющий такие физические свойства металлов, как металлический блеск, тепло и электропроводность.



# Механизм образования металлической связи:



Например:

- для элементов (металлов) I группы главной подгруппы  $M^0 - 1\bar{e} = M^{1+}$  ;
- для элементов (металлов) II группы главной подгруппы  $M^0 - 2\bar{e} = M^{2+}$  .



# Свойства металлической связи:

- ненасыщенная;
- ненаправленная.
- **Особенности металлической связи:**  
сравнительно небольшое количество электронов одновременно связывает множество атомных ядер – связь делокализована. Эти электроны свободно перемещаются по всему кристаллу («электронный газ»), который в целом нейтрален.
- Характерна металлическая кристаллическая решетка, в узлах которой находятся положительно заряженные ионы и свободные атомы, между ними находятся отрицательно заряженные электроны.

**Водородная химическая связь** – это электростатическое притяжение между положительно поляризованными атомами водорода одной молекулы и отрицательно поляризованными атомами (F, O, N) другой молекулы.

*Механизм образования водородной связи близок к донорно-акцепторному (  $R-H \delta^+ \dots \delta^- E - R$  )*

# Водородная связь

**Межмолекулярная водородная связь** – это связь между атомами водорода одной молекулы и **сильноотрицательными элементами (O, N, F)** другой молекулы.

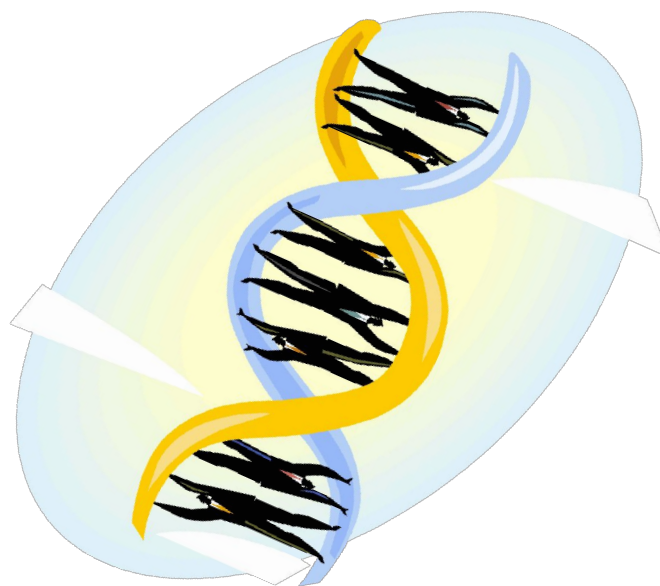


# Водородная связь

**Внутримолекулярная водородная связь** –  
эта связь возможна при наличии в одной  
молекуле и **электроноакцепторной**  
группы и **электронодонорного атома**.

Например в молекуле

ДНК:    I   I  
          A-T  
          Г-Ц  
          Г-Ц  
          Т-А  
          I   I



# Виды химической связи

зависят от ЭО образующих ее атомов

ионная  
связь

Me + Нем



$\Delta ЭО$  очень  
велика

NaCl, K<sub>2</sub>S, ...

ковалентная  
связь

Нем + Нем

Полярная

Нем + Нем

разные

$\Delta ЭО \neq 0$

H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ме-связь

(металлическая)

во всех Ме  
и сплавах

Неполярная

Нем + Нем

одинаковые

$\Delta ЭО = 0$

Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>,

CH<sub>3</sub>—CH<sub>3</sub>, ...

Н-связь

(водородная)

бывает

межмолекулярная

(ассоциаты (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>;

(R—OH)<sub>n</sub>, ...)

и внутримолекулярная —

II-я структура

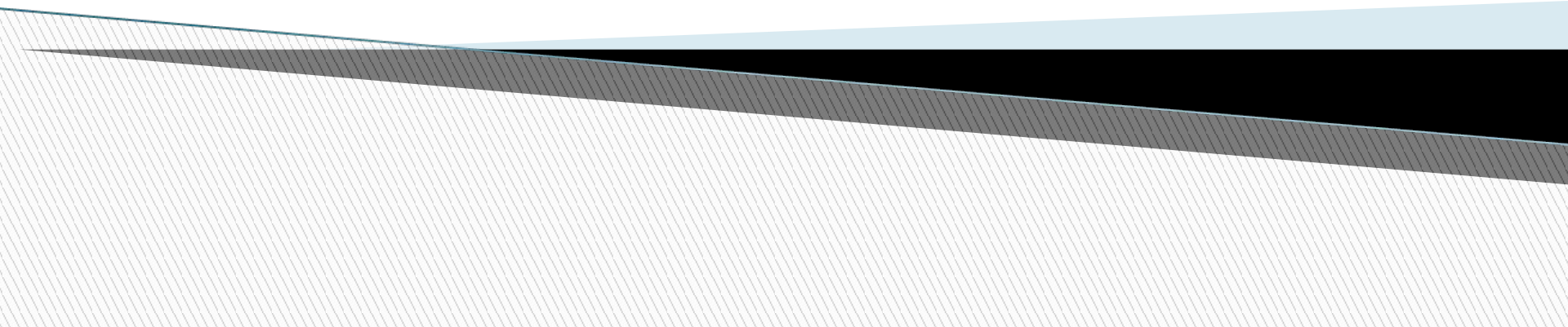
белка

резкой границы нет!

# Единство химической связи

- Физическая природа химической связи едина – это ядерно-электронное взаимодействие.
- Деление химической связи на виды условно и связано с природой химических элементов:
  - А) металлы (большие размеры атомов, малая электроотрицательность, способны отдавать электроны, превращаясь в катионы);
  - Б) неметаллы (малые размеры атомов, большая электроотрицательность, способны принимать электроны, превращаясь в анионы).
- Природа химической связи едина, и ионную связь можно рассматривать как предельный случай ковалентной связи, поэтому говорят о степени ионной связи. Даже в таком соединении, как CsF, ионная связь выражена только на 89%.

*Резких границ между разными видами химических связей нет, все виды химической связи имеют единую электрическую природу.*



# Дайте ответы на вопросы:

## □ Что представляют собой ионы?

*Ионы – это положительно или отрицательно заряженные частицы, в которые превращаются атомы или группы атомов в результате отдачи электронов (окисления) или присоединения электронов (восстановления).*

## □ Какая химическая связь связывает ионы?

*Ионная.*

## □ Какие частицы связываются ковалентной связью?

*Атомы. Синоним ковалентной связи – атомная связь.*

## □ Для атомов каких элементов характерна металлическая связь?

*Для атомов металлов, имеющих на внешнем уровне в основном 1 – 3 электрона и сравнительно большой радиус атома.*

## □ Где встречается водородная связь?

*В биополимерах – в двойной спирали молекулы ДНК, между молекулами растворителя и молекулами растворенного вещества (растворение этанола в воде).*

# Выполните упражнение №1

Из предложенного списка распределите формулы веществ в таблице по соответствующим столбикам:

**$\text{PCl}_5$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CsF}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{FeO}$**

| ИОННАЯ<br>СВЯЗЬ | КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ |            | МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ<br>СВЯЗЬ |
|-----------------|-------------------|------------|------------------------|
|                 | ПОЛЯРНАЯ          | НЕПОЛЯРНАЯ |                        |
|                 |                   |            |                        |

## **Выполните упражнение №2**

**Покажите образование ионной  
связи в соединениях:**



## **Выполните упражнение №3**

**Покажите образование  
ковалентных связей и укажите  
их тип в соединениях:**

**$O_2$ ,  $PCl_5$ ,  $CH_4$ ,  $P_2O_5$ ,  $N_2$ .**