



- **Типы химической связи**

1. Типы химической связи

2. Ковалентная связь

3. Ионная связь

4. Металлическая связь

5. Водородная связь

Почему составляющие нашей планеты - азот и кислород - не взаимодействуют между собой?

Составьте структурную формулу молекулы азота

Ответ: $N \equiv N$

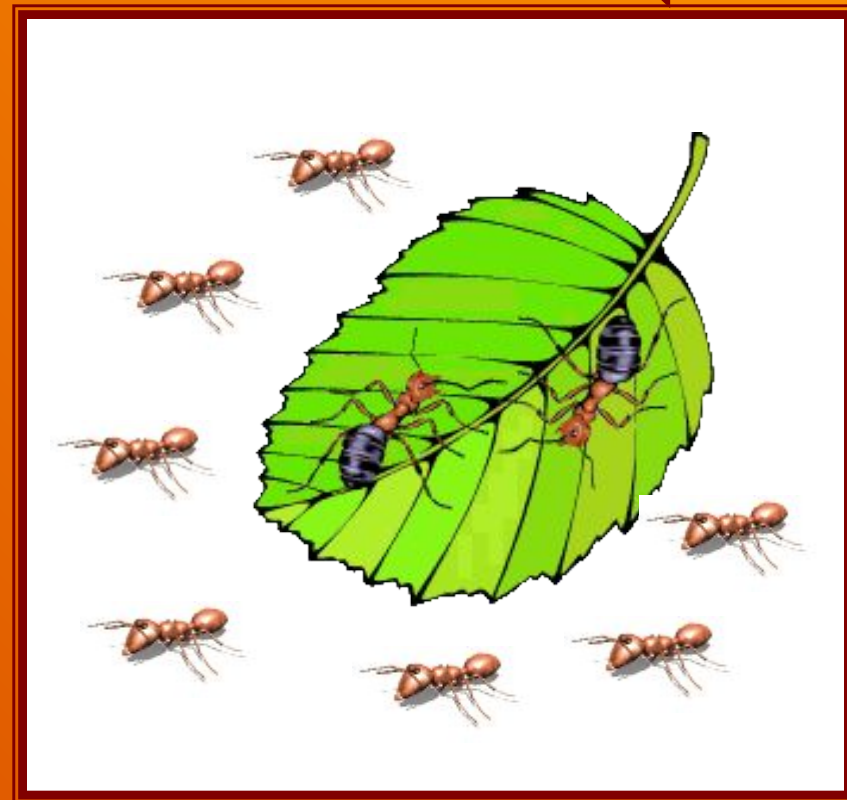
Дело в том, что азот инертен в химическом отношении за счет тройной связи в молекуле $N \equiv N$, поэтому для его взаимодействия с кислородом необходима очень высокая температура.



Почему муравьи хоронят «покойников» через день?

Даже мертвые муравьи вырабатывают нечто вроде феромонов. За мертвым муравьем рабочие ухаживают как за живым. Его полная неподвижность и скрюченное положение их «не смущает».

Однако через один-два дня **продукты разложения** побуждают рабочих вынести мертвого муравья на «кладбище». В состав продуктов разложения входят некоторые жирные кислоты и их эфиры.



Установите молекулярную формулу **изоамилацетата**, если массовые доли элементов в ней составляют: 26,08 %(C), 4,35 %(H), 69,56 %(O).

Ответ: $C_7H_{14}O_2$

Почему воздух после грозы обогащен озоном?

Под действием электрического разряда происходит процесс $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$, в результате образуется озон.



Задание: Вычислите, сколько молей озона образуется из 6 моль кислорода.

Ответ: 3 моль O_3).

Почему карандаш черный?

Опишите структуру графита.

Графит имеет слоистую решетку. Все атомы углерода находятся здесь в состоянии sp^2 -гибридизации

Если в молекуле мало двойных связей, то она способна поглощать только лучи, обладающие большой энергией.

Карандаш

состоит из мельчайших кристалликов с разупорядоченной структурой графита.

В полимерной структуре **графита** бесчисленное количество двойных связей: графит поглощает весь падающий на него свет, а такие вещества окрашены в черный цвет.



Атомы объединяются в молекулы посредством химической связи.

Химическая связь - это сила, которая удерживает атомы в соединениях.

Основные виды химической связи

Ионная связь

Ковалентная связь

неполярная связь

полярная связь

металлическая связь

водородная связь



Электроотрицательность

Электроотрицательность (Э.О.) – это способность атомов химического элемента смещать к себе определенное число электронов от другого атома в соединении.

периоды	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 2,1							
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	
4	K 0,8	Ca 1,0				Cr 1,6		Fe 1,8
		Zn 1,6					Br 2,8	
5	Rb 0,8	Sr 1,0					I 2,5	

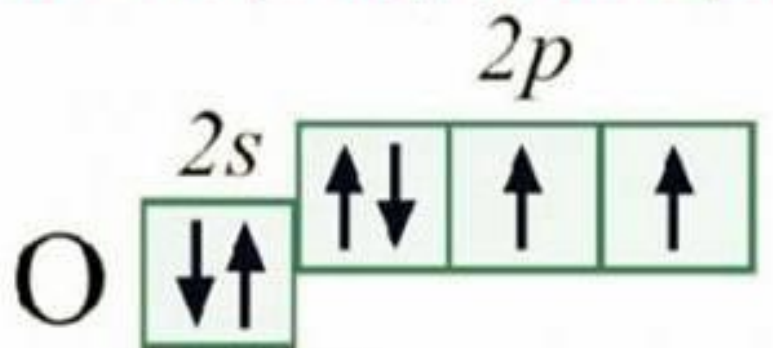
Величина Э.О. элемента зависит от его положения в таблице Д.И. Менделеева: в каждом периоде она обычно возрастает с увеличением порядкового номера элемента, а в каждой подгруппе – уменьшается.



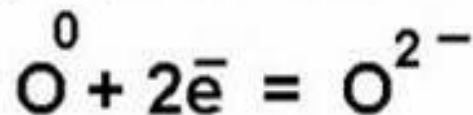
Ионы. Образование ионов

Если атомы очень сильно отличаются друг от друга по электроотрицательности, электроны могут полностью перейти от одного атома к другому. При этом образуются ионы.

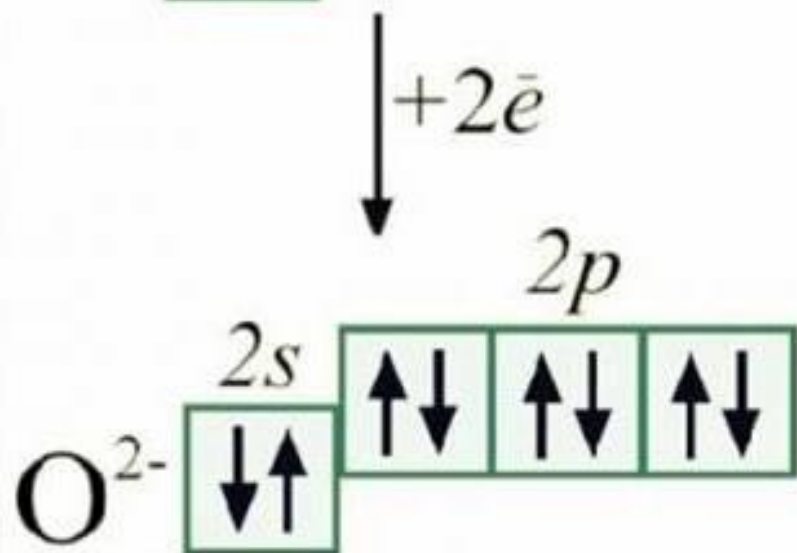
Ионы – это заряженные частицы, в которые превращаются атомы при отдаче или присоединении электронов.



Например, при присоединении двух электронов атом кислорода превращается в ион кислорода.



Численное значение заряда иона определяется числом электронов, которые атом отдает или присоединяет.



образование иона кислорода



Ионная связь

ИС образуется между атомами металлов и неметаллов, т.е. между атомами резко отличающимися друг от друга по электроотрицательности.

Механизм образования связи.

Атом неметалла забирает наружные электроны у атома металла и превращается в анион (отрицательно заряженный ион).

Атом металла теряет электроны и превращается в катион

(положительно заряженный ион).

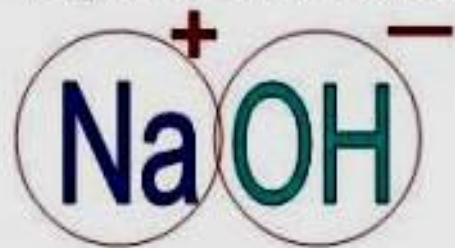
Ионы связаны электростатическими силами.



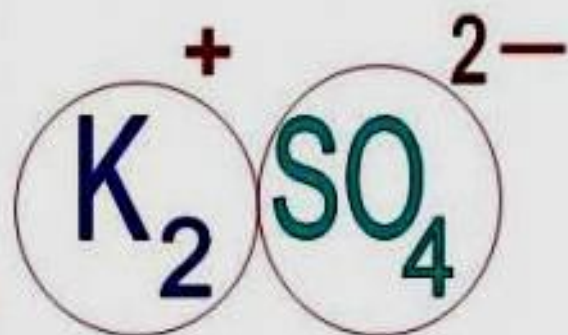
Пример образования связи.



Взаимодействие между положительно и отрицательно заряженными ионами носит электростатический характер.



Химическая связь между ионами за счет сил электростатического притяжения, называется ионной.



Такой тип связи характерен для гидроксидов типичных металлов, солей кислородсодержащих и бескислородных кислот.



Если взаимодействуют атомы, которые сильно отличаются по своей электроотрицательности, то объединяющая их молекулярная орбиталь (общая электронная пара) практически полностью перемещается в сторону атома неметалла.

В результате такого перераспределения электронов происходит образование положительно заряженных ионов металла и

отрицательно заряженных ионов неметалла.



Образовавшиеся ионы притягиваются друг к другу, и образуется другой тип связи - ионная.



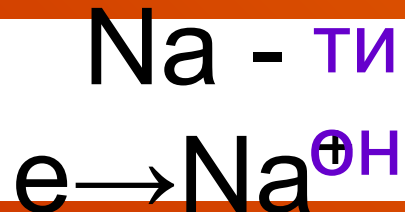
ИОННАЯ СВЯЗЬ

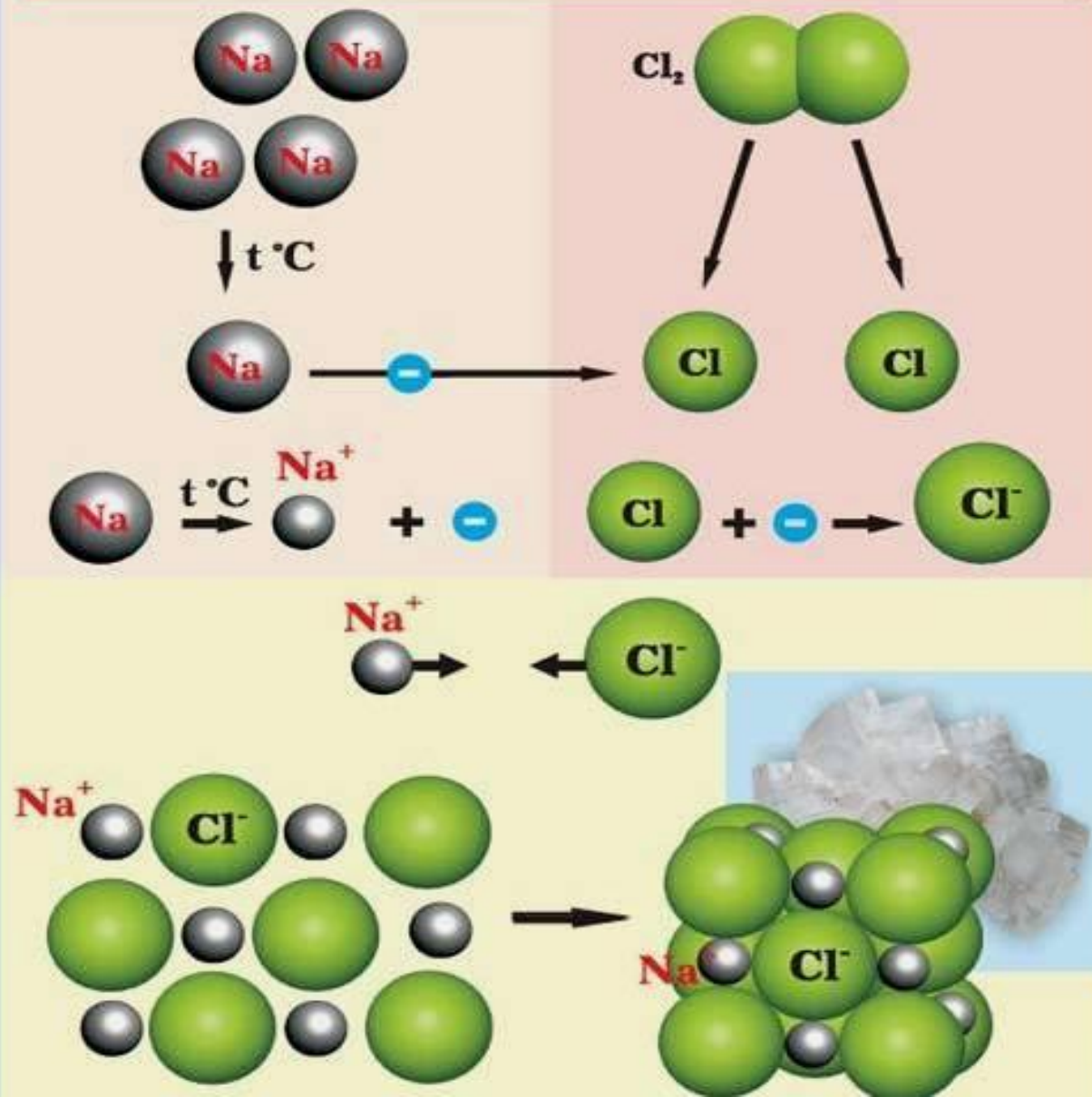
возникает за счет электростатической
силы притяжения между катионом и
анионом



ка

ан



ОБРАЗОВАНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ
ИЗ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ

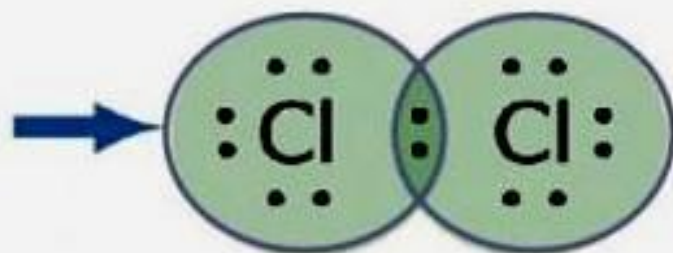
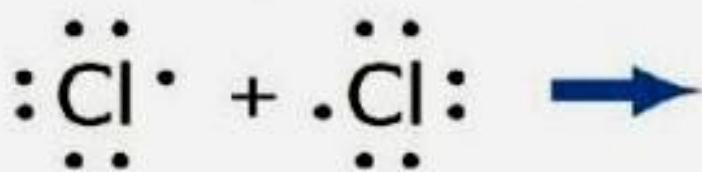
Ковалентная связь

Ковалентная связь - это связь, возникающая между атомами за счет образования общих электронных пар.

По степени смещенности общих электронных пар к одному из связанных ими атомов ковалентная связь может быть **полярной** и **неполярной**.

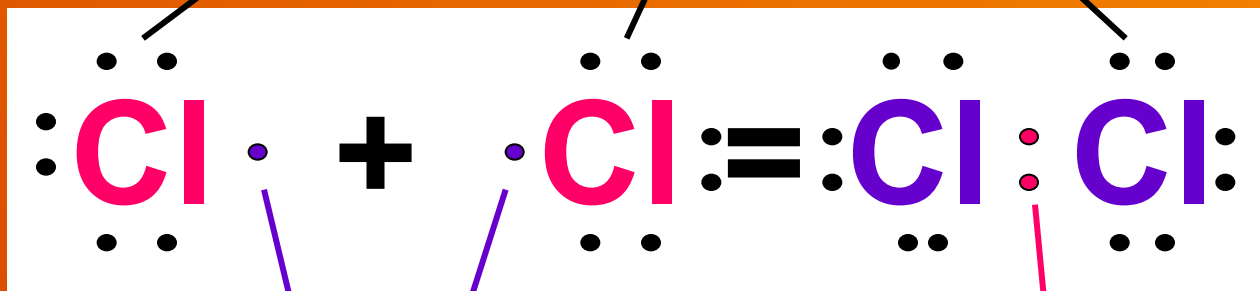
Образование ковалентной связи в молекуле хлора.

Рассмотрим сначала, как осуществляется химическая связь между атомами одного и того же химического элемента, например, в молекуле хлора.



На внешнем электронном уровне в атоме хлора семь электронов. Для завершения внешнего слоя ему недостает одного электрона. При сближении двух атомов хлора электроны «объединяются» и становятся общими для обоих атомов, у которых тем самым формируется заверченный внешний восьмиэлектронный уровень.

Неподеленная
пара электронов



Неспаренный
электрон

Общая
электронная
пара

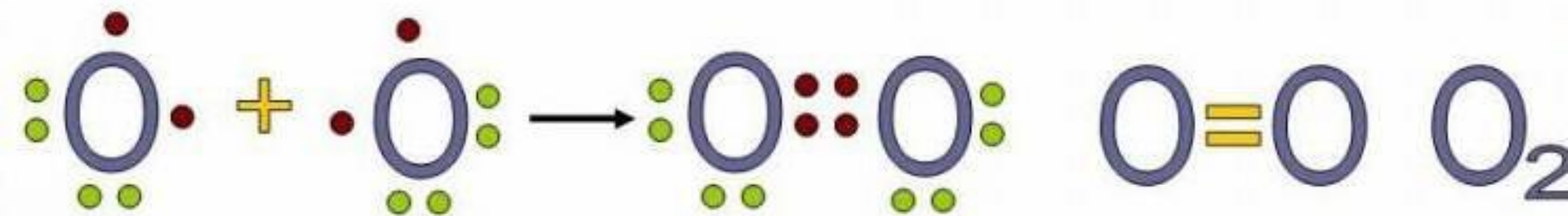
КОВАЛЕНТНАЯ НЕПОЛЯРНАЯ СВЯЗЬ

КНС образуют атомы одного и того же химического элемента.

Механизм образования связи.

Каждый атом неметалла отдает в общее пользование другому атому наружные неспаренные электроны. Образуются общие электронные пары. Электронная пара принадлежит в равной мере обоим атомам.

Примеры образования КНС:



Количество общих электронных пар называется кратностью связи.



Механизмы образования ковалентной связи

- **1. ОБМЕННЫЙ МЕХАНИЗМ** - в образовании связи участвуют одноэлектронные атомные орбитали.

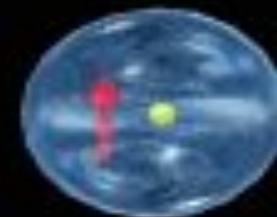
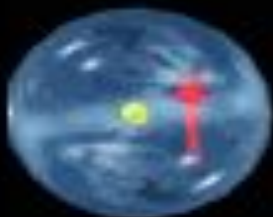
2. ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ

- образование связи происходит с участием атома-донора и атома-акцептора

Молекула двухатомна, ковалентные
неполярные связи

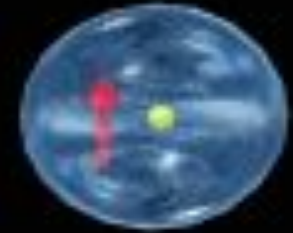
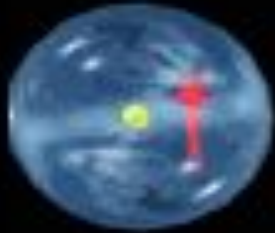


Образование
ковалентной связи



Обменный механизм

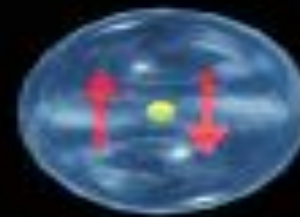
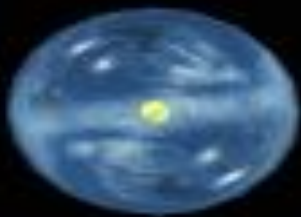
Образование ковалентной связи



Обменный механизм

каждый из атомов предоставляет
в общее пользование
по одному электрону:

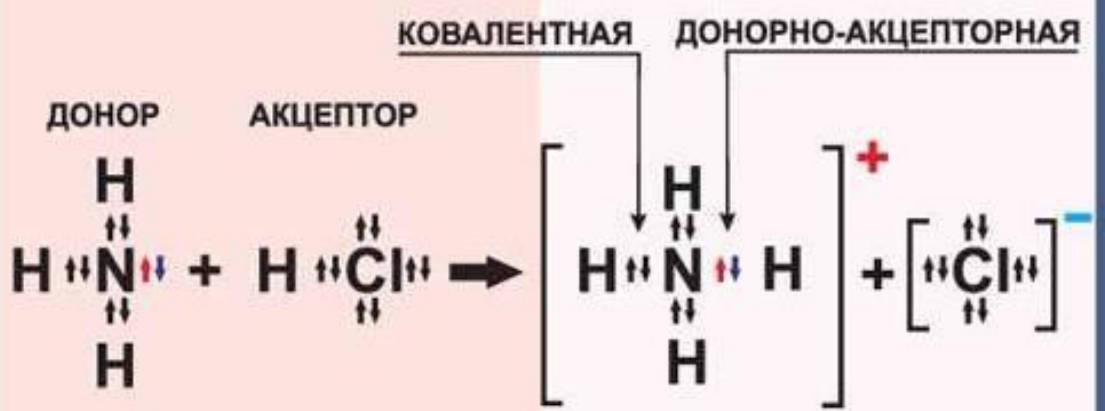
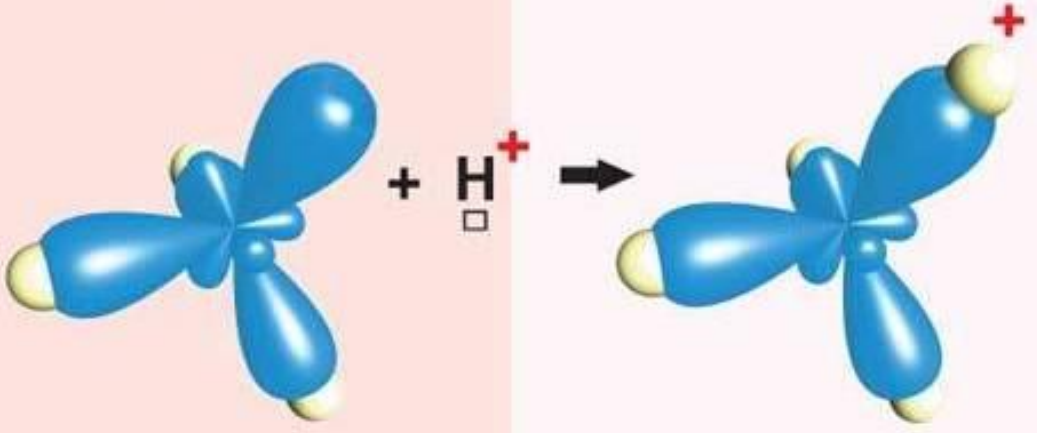
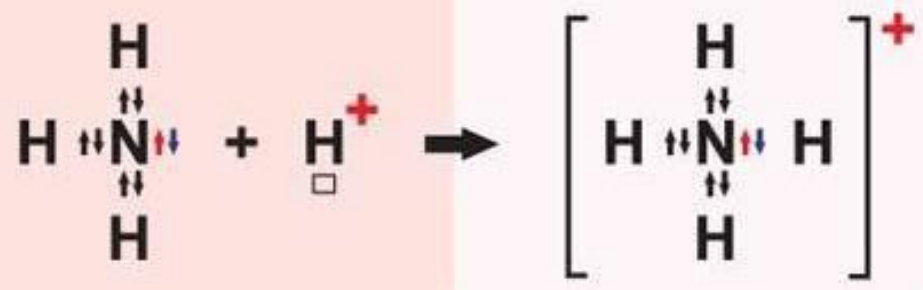
Образование ковалентной связи



Донорно-акцепторный механизм

образование связи происходит
за счет пары электронов
атома-донора
и вакантной орбитали атома-
акцептора:

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНА АММОНИЯ



Вещества с КНС имеют атомную или молекулярную кристаллическую решетку.

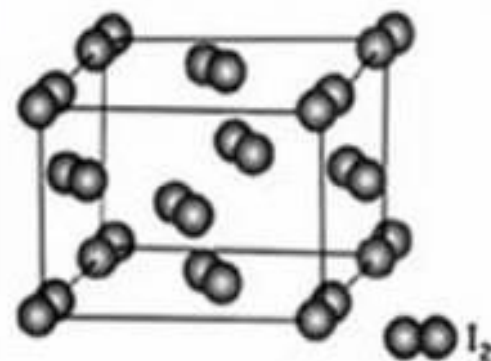


Кристаллическая решетка в узлах которой находятся атомы называется атомной.

Свойства веществ:

Все вещества при обычных условиях твердые.
Имеют высокие температуры плавления.

Примеры веществ: алмаз, бор, кремний, германий, мышьяк, селен, теллур.



Кристаллическая решетка в узлах которой находятся молекулы называется молекулярной.

Свойства веществ:

При обычных условиях вещества газообразные (H_2 , O_2), жидкие (Br_2), твердые (I_2);

Большинство веществ сильно летучие, т.е. имеют низкие t° кипения и плавления;

Растворы и расплавы не проводят электрический ток.



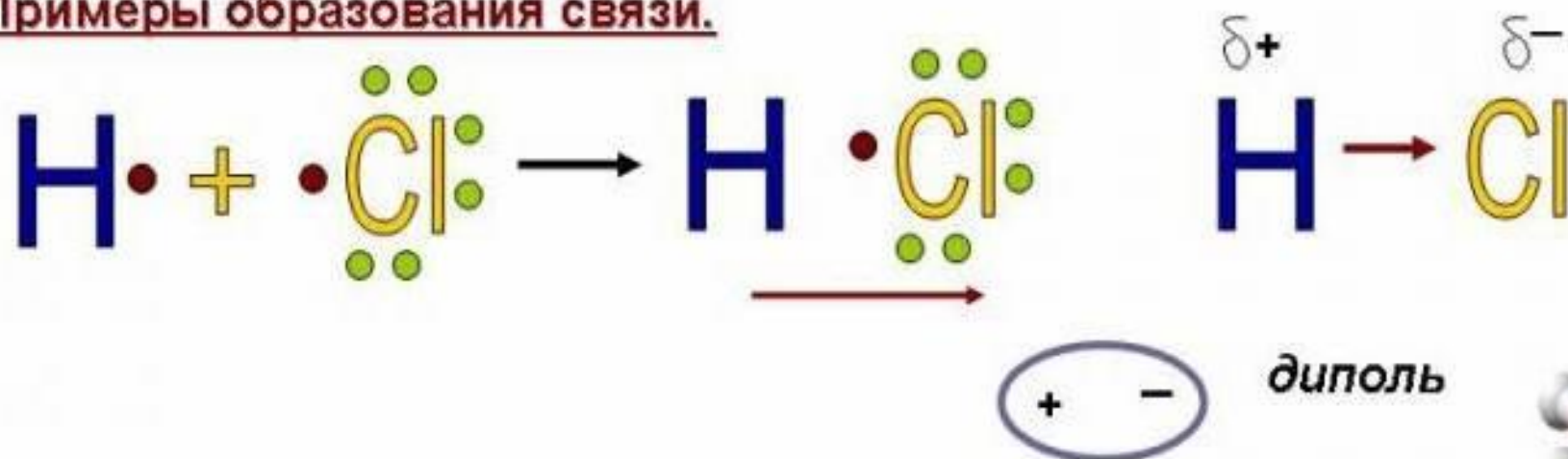
КОВАЛЕНТНАЯ ПОЛЯРНАЯ СВЯЗЬ

КПС образуют атомы разных неметаллов (с разной электроотрицательностью). Электроотрицательность (ЭО)- это свойство атомов одного элемента притягивать к себе электроны от атомов других элементов

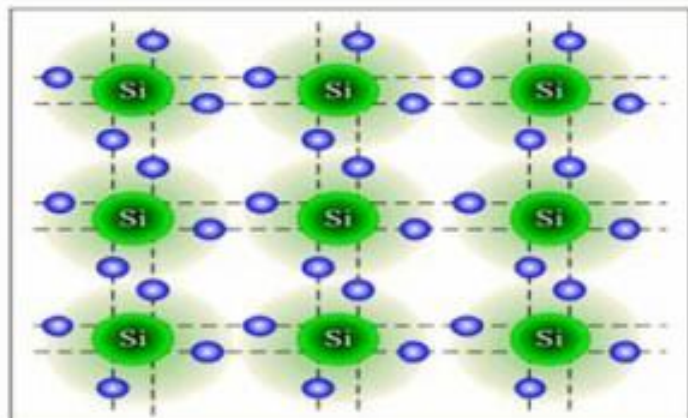
Механизм образования связи.

Каждый атом неметалла отдает в общее пользование другому атому свои наружные неспаренные электроны. Образуются общие электронные пары. Общая электронная пара смещена к более электроотрицательному элементу.

Примеры образования связи.



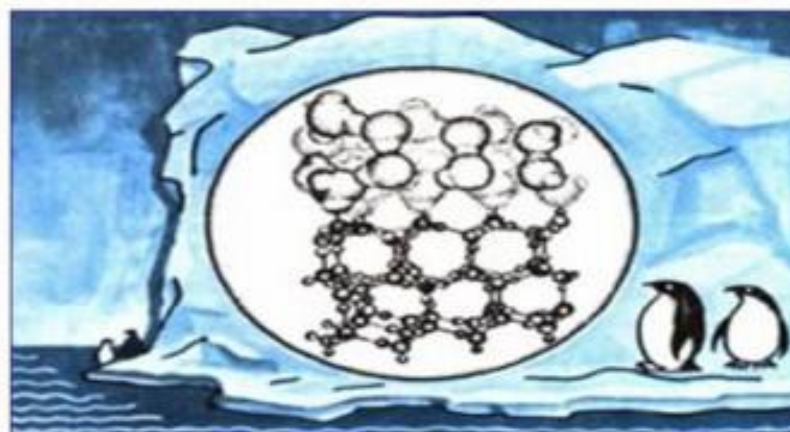
Вещества с КПС имеют атомную или молекулярную кристаллическую решетку.



Свойства веществ:

Все вещества при обычных условиях твердые.
Имеют высокие температуры плавления.

Примеры веществ: карбид углерода, оксид кремния (SiC , SiO_2)



Свойства веществ:

При обычных условиях вещества газообразные, жидкие, твердые;
Большинство веществ сильнолетучие, т.е. имеют низкие t° кипения и плавления;
Растворы и расплавы не проводят электрический ток.

Примеры веществ: вода, углекислый газ.



Почему составляющие нашей планеты - азот и кислород - не взаимодействуют между собой?

Составьте структурную формулу молекулы азота

Ответ: $N \equiv N$

Дело в том, что азот инертен в химическом отношении за счет тройной связи в молекуле $N \equiv N$, поэтому для его взаимодействия с кислородом необходима очень высокая температура.



Молекула азота



имеются
одна s-
и две p-
связи

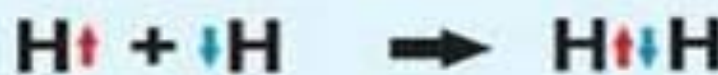
Очень устойчива

(три ковалентные связи)

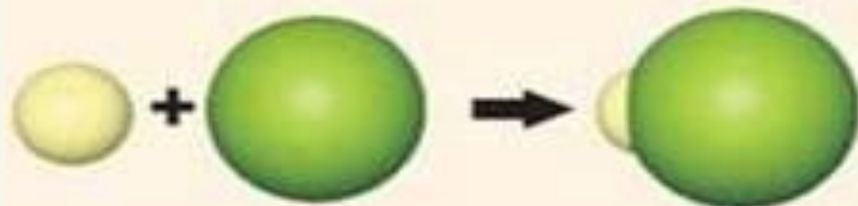
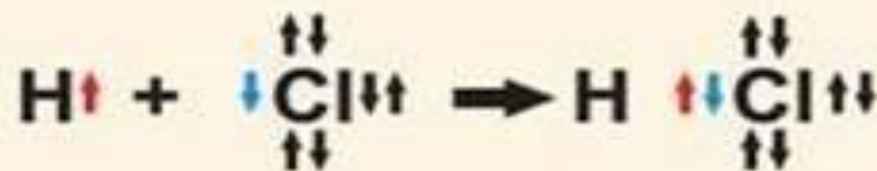
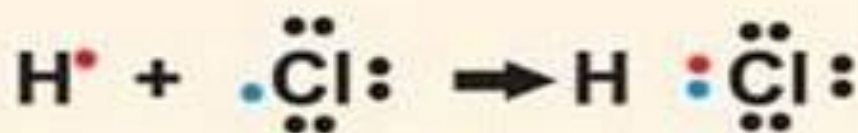
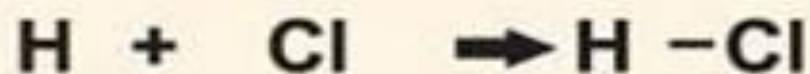
поэтому обладает
низкой реакционной способностью.

КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

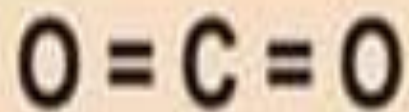
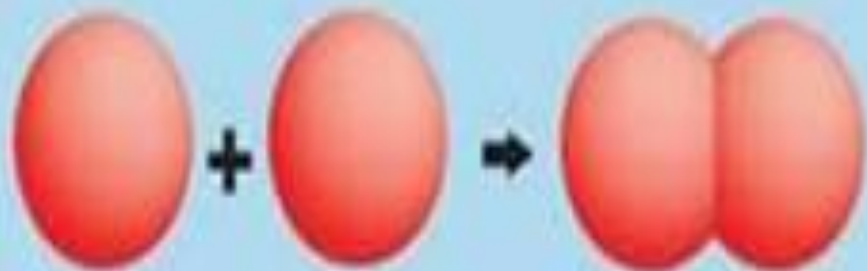
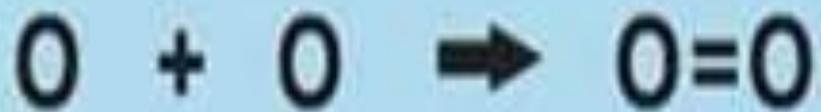
ОБРАЗОВАНИЕ НЕПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ



ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ



Ковалентная связь



Почему снежинки шестиугольные?

Установите молекулярную формулу
воды, если 11%(H),88,88%(O)

(Ответ: H₂O).

При замерзаний воды образуются
кристаллы.

Это значит, что молекулы
выстраиваются особым порядком,
образуя: геометрическую форму,
что мы и называем «кристаллом».
Так получилось, что молекула воды
состоит из трех частиц —
двух атомов водорода и одного
атома кислорода. Поэтому при
кристаллизации она может образовать
трех— или шестиугольную фигуру.



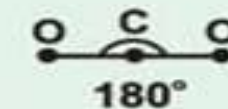
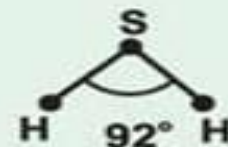
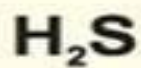
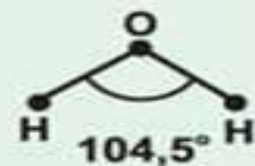
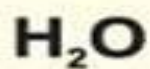
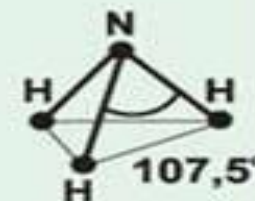
ВАЛЕННЫЕ УГЛЫ В МОЛЕКУЛАХ

Химическая формула

Масштабная модель

Кольцевая модель

Величина угла



Разрыв ковалентной связи может происходить двумя способами

РАЗРЫВ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ



гомолитический



гетеролитический

Метод валентных связей (МВС)

- Ковалентная связь осуществляется двумя электронами с противоположными спинами, которые принадлежат одновременно двум различным атомам.
- Взаимное перекрывание валентных электронных облаков двух атомов приводит к образованию электронного облака молекулы, у которого максимальная электронная плотность располагается в пространстве между ядрами, вызывая их притяжение, т.е. осуществляется связь между ними.
- Связь между атомами в молекуле тем прочнее, чем больше перекрывание облаков.

Na·



Метод был предложен в 1927 году В.Гайтлером и Ф. Лондоном

Металлическая связь

Связь между всеми положительно заряженными ионами металлов и свободными электронами в кристаллической решетке металлов называется металлической.

Металлическая кристаллическая решетка:

- нейтральные атомы.
- положительно заряженные ионы.

e^- – свободно перемещаются по кристаллической решетке.

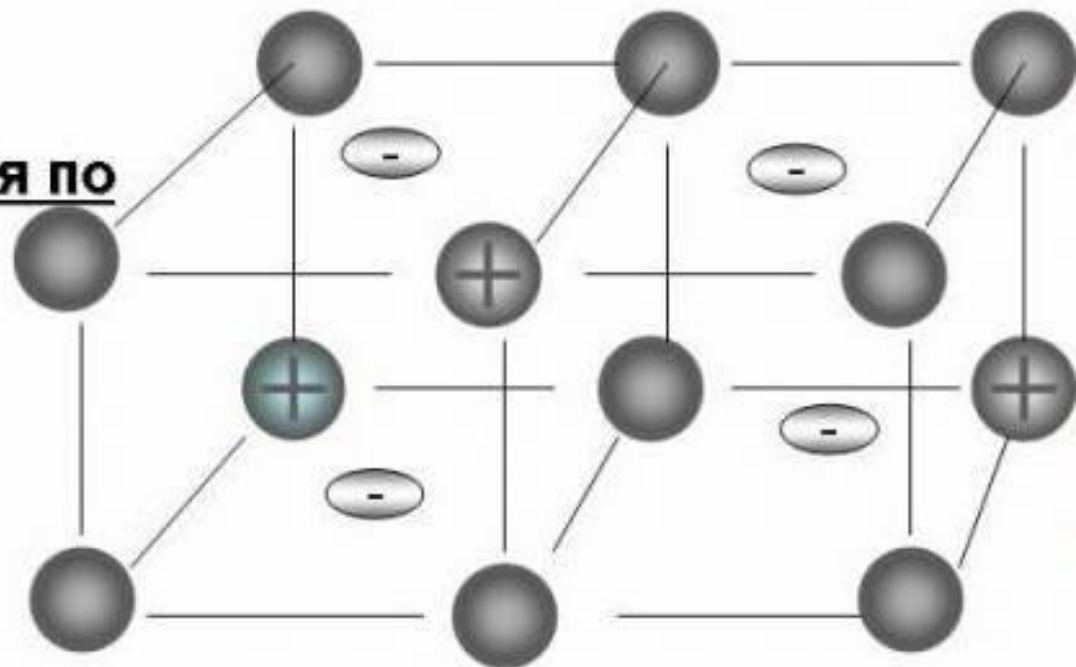


Схема образования металлической связи (M – металл):

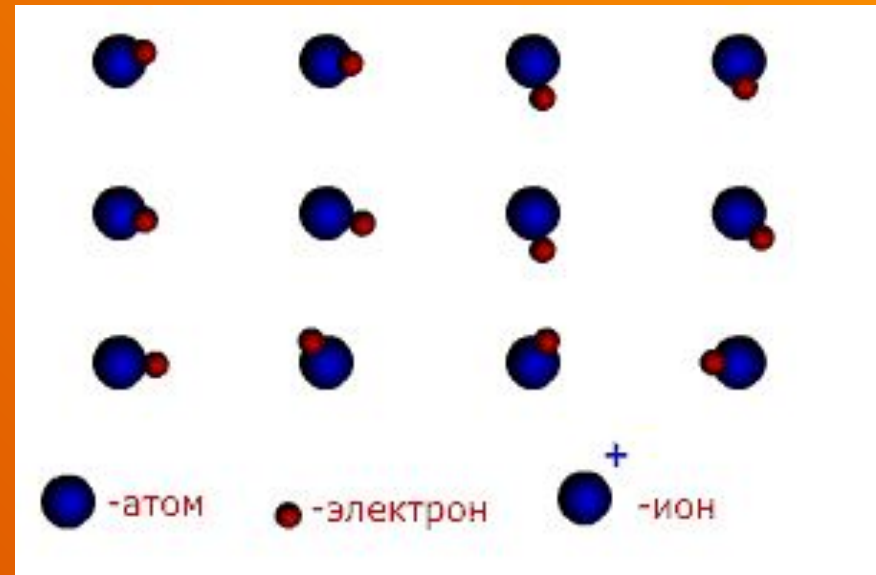


Свойства веществ:

Твердость, ковкость, электрическая проводимость и теплопроводность, ковкость, пластичность, металлический блеск.



СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧ. СВЯЗИ.



- Между ионами и свободными электронами возникают электростатические взаимодействия, которые и являются причиной возникновения металлической связи.

14 МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Пластичность,
ковкость



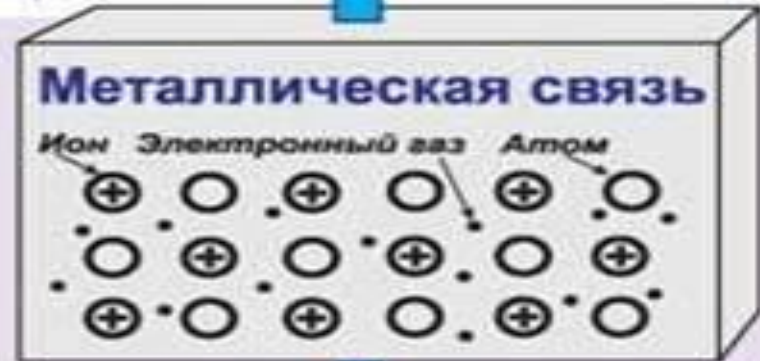
Теплопроводность

**ОБЩИЕ
СВОЙСТВА**

Металлический блеск



Электропроводность



Металлическая связь



Теплопроводность

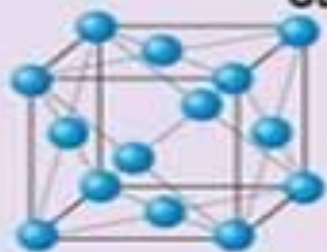


Электропроводность

Кристаллические решетки

Кубическая
гранецентрированная

Cu, Al, Ag



Высокая
пластичность

Кубическая
объемноцентрированная

Li, Na, Ba

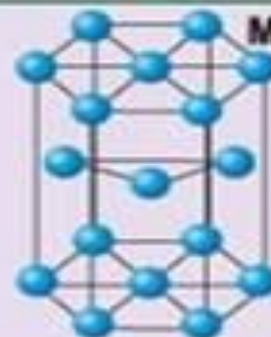


Низкая t_m , $t_{пл}$
Малая твердость

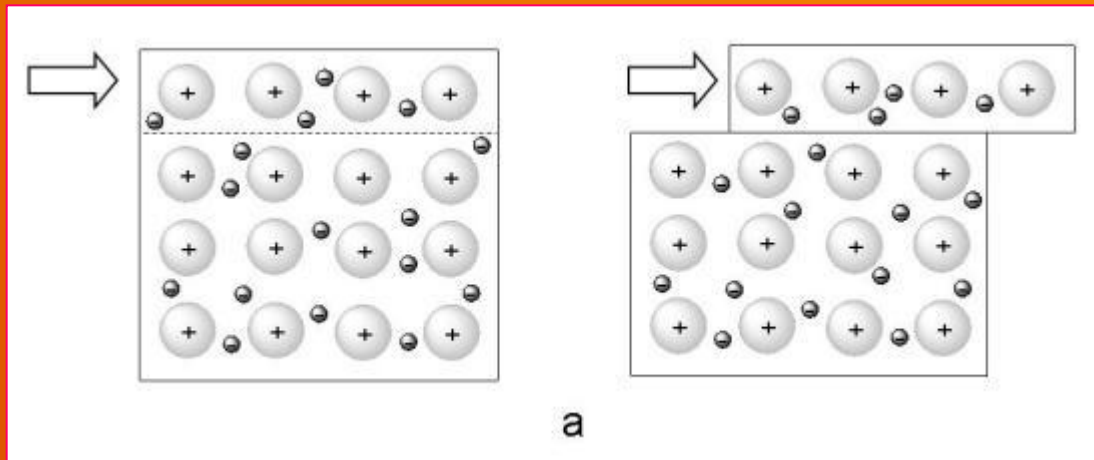
СПЕЦИФИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА

Гексагональная

Mg, Zn, Cr

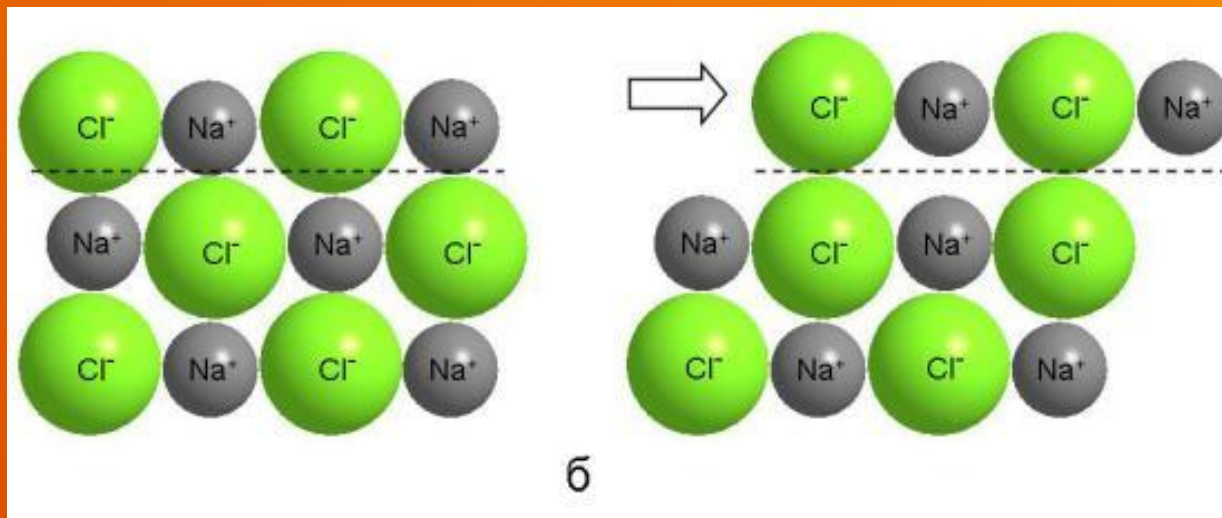


Низкая
пластичность



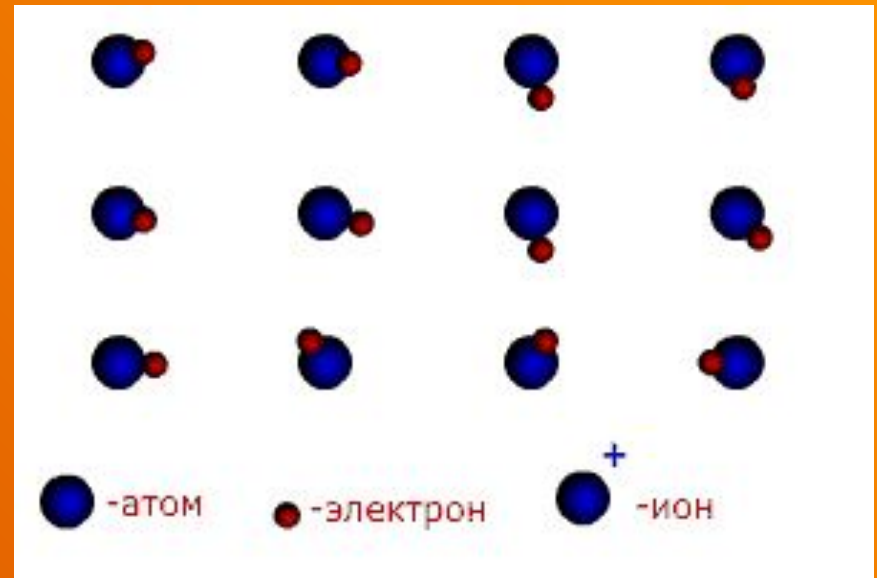
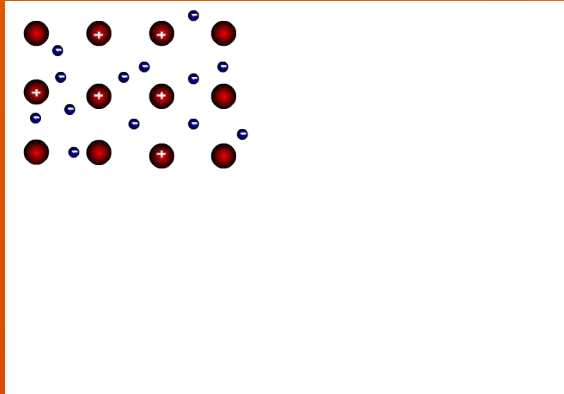
- Рис. Сдвиг слоев металлического кристалла не приводит к возникновению больших сил отталкивания между ионами металла, так как они омываются "электронным морем".

Ионный кристалл



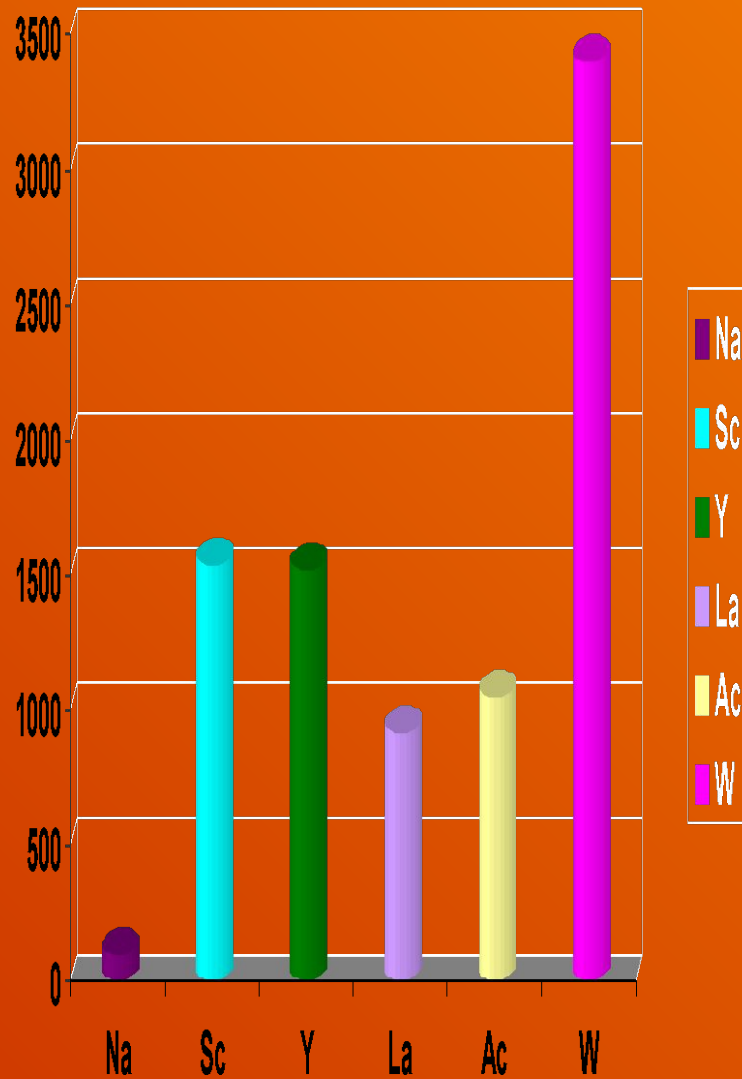
- Сдвиг одного слоя ионов относительно другого приводит к сближению ионов одинакового заряда и вызывает сильное отталкивание между ними, в результате чего происходит разрушение кристалла

Почему Me проводит электрический ток?

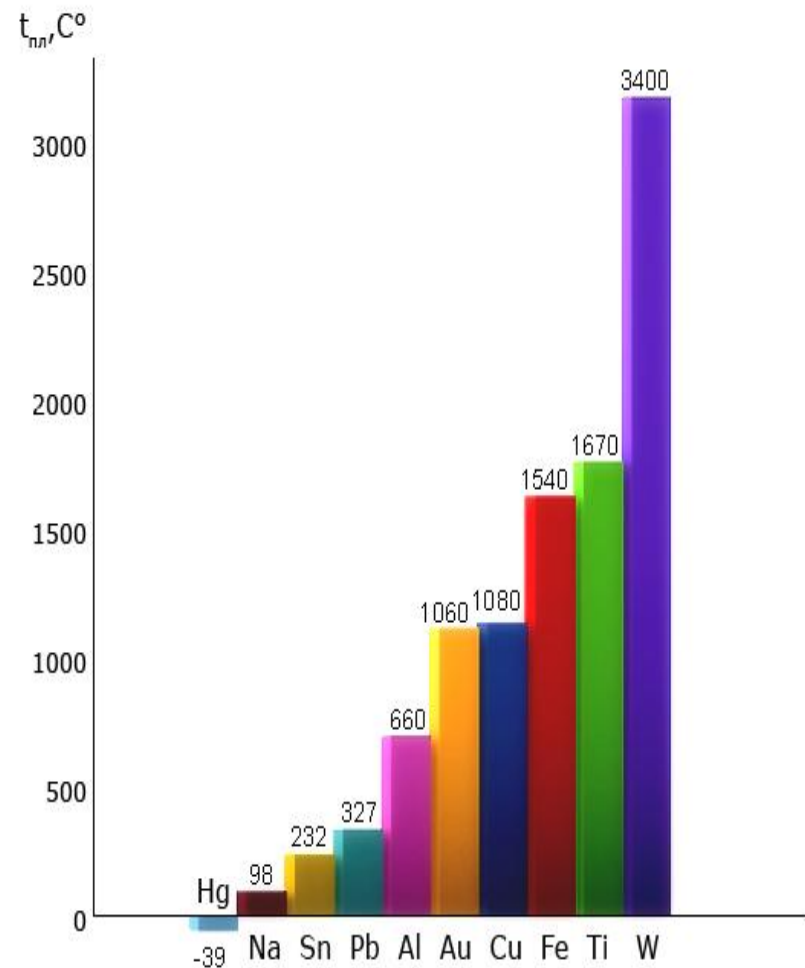


- Валентные электроны, отделившиеся от атомов металлов, более или менее **свободно перемещаются в пространстве**
- между катионами и обуславливают
- **электрическую проводимость металлов**

температуры плавления, С

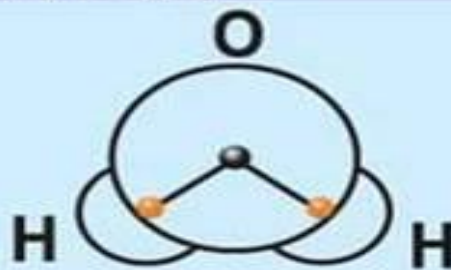


Температура плавления некоторых металлов

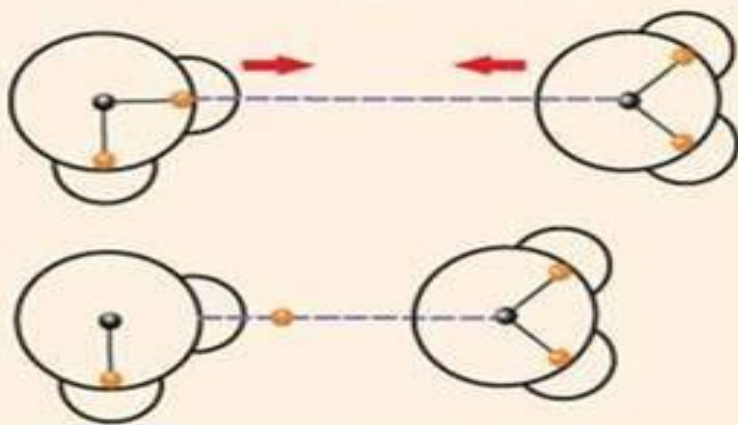


11 ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

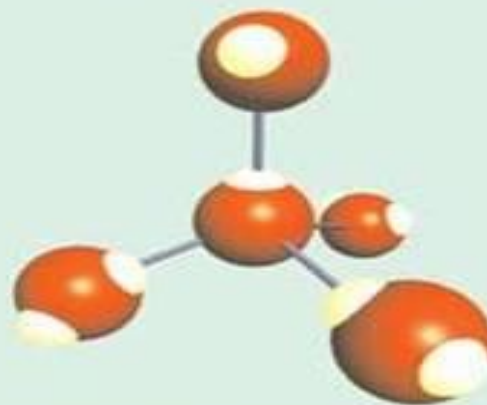
МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ



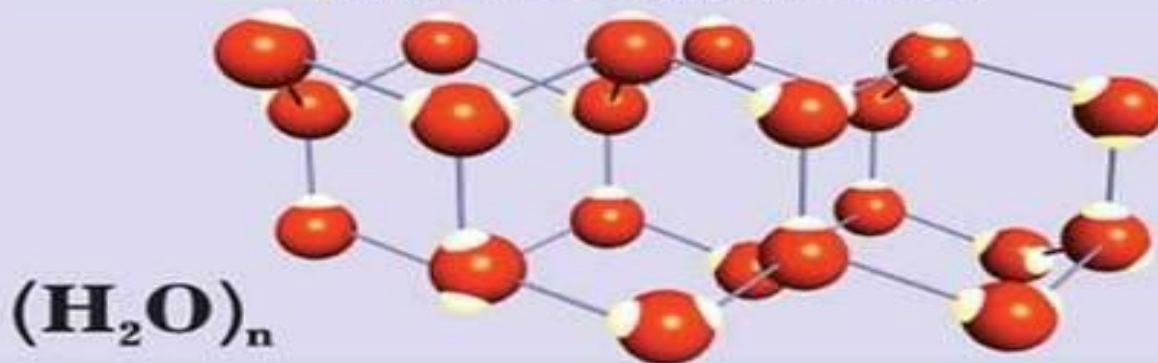
ОБРАЗОВАНИЕ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИ



МАСШТАБНАЯ МОДЕЛЬ АССОЦИАТА МОЛЕКУЛ



МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ЛЬДА

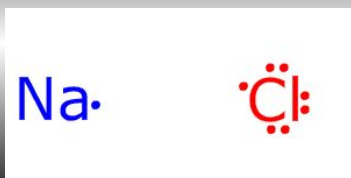


Типы химической связи

Связывающиеся атомы

Механизм образования

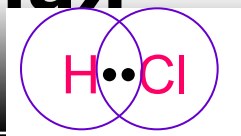
Ионная



Металл-неметалл

Переход валентных электронов от металла к неметаллу

Ковалентная



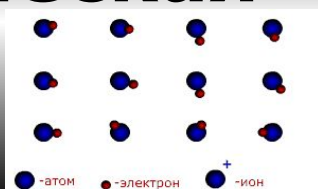
Неметалл-неметалл

Обобществление электронных пар

Металлическая

металл

Обобществление валентных электронов



Предсказание типа связи

Молекула	Соотношение электроотрицательностей	Тип связи
A₂	$X_A = X_B$	Ковалентная неполярная
AB	$X_A < X_B$	Ковалентная полярная
AB	$X_A \ll X_B$	ионная

СХЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Ионная связь

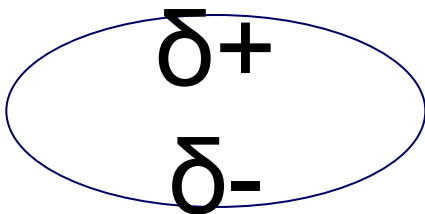
полярная
ковалент.
связь

чисто
ковалент.
связь



+

-



δ^+

δ^-



•

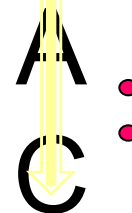
•

Молекулы	F_2 	O_2 	N_2 
Порядок связи	 Простая связь	 двойная связь	 тройная связь
Энергия связи, кДж/моль	139	494	942
Длина связи, нм	0,110	0,121	0,142

Относительное расположение эп

Соотношение электроотрицательностей	Тип связи
$X_A = X_A$	Ковалентная неполярная
$X_A < X_B$	Ковалентная полярная
$X_A \ll X_C$	ионная

Относительное расположение электронной пары между двумя атомами



13 СООТНОШЕНИЕ ВИДОВ СВЯЗИ

Ковалентная неполярная (атомная) связь Ковалентная полярная связь Электровалентная (ионная) связь

Рост полярного характера связи

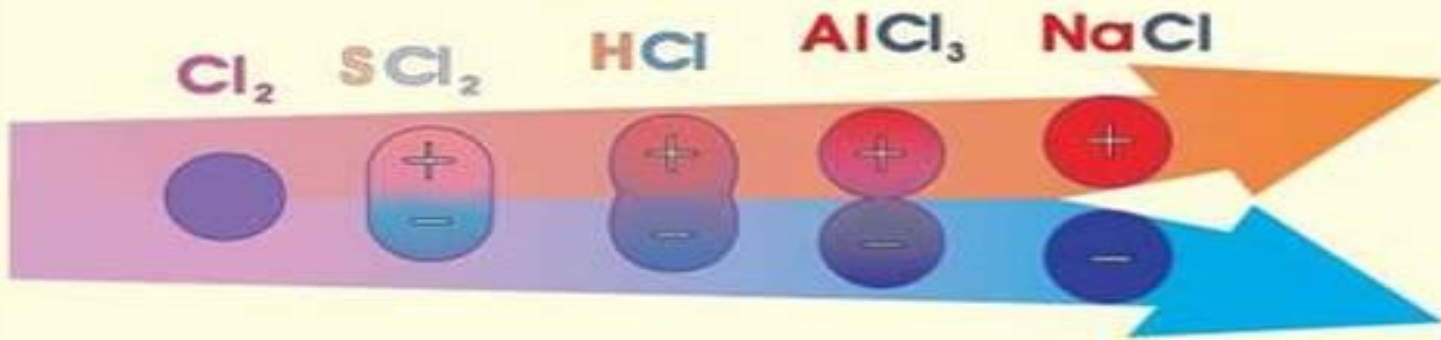
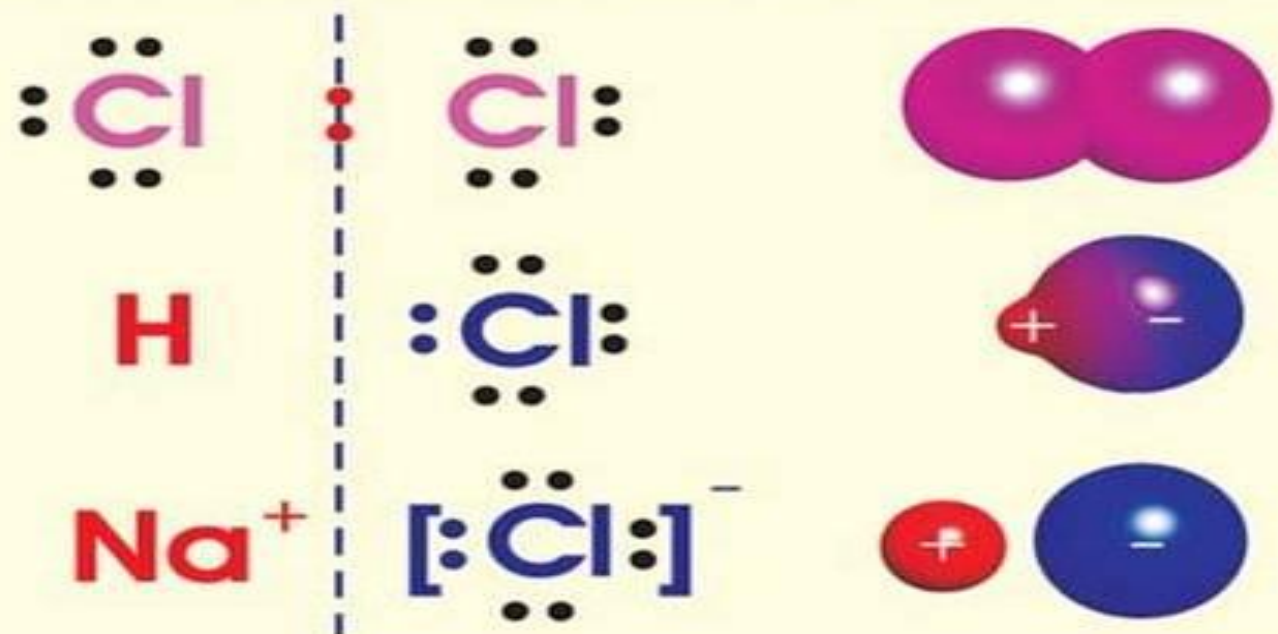


СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ



Свойства ковалентной связи

1. **Высокоэнергетическая (прочная)**

2. **Насыщаемая.** Число ковалентных связей атома в соединении строго соответствует числу неспаренных электронов

3. **Направленная.** Между связями имеются определенные углы

4. Может быть **полярной** и **неполярной**

Свойства ионной связи

1. Высокоэнергетическая (прочная в кристалле)

2. Не обладает насыщаемостью, поскольку возможно взаимодействие данного иона с различным числом противоположно заряженных ионов.

3. Не обладает направленностью в пространстве, поскольку возможен подход противоположно заряженного иона к данному с любой стороны с последующим их взаимодействием

Свойства металлической связи

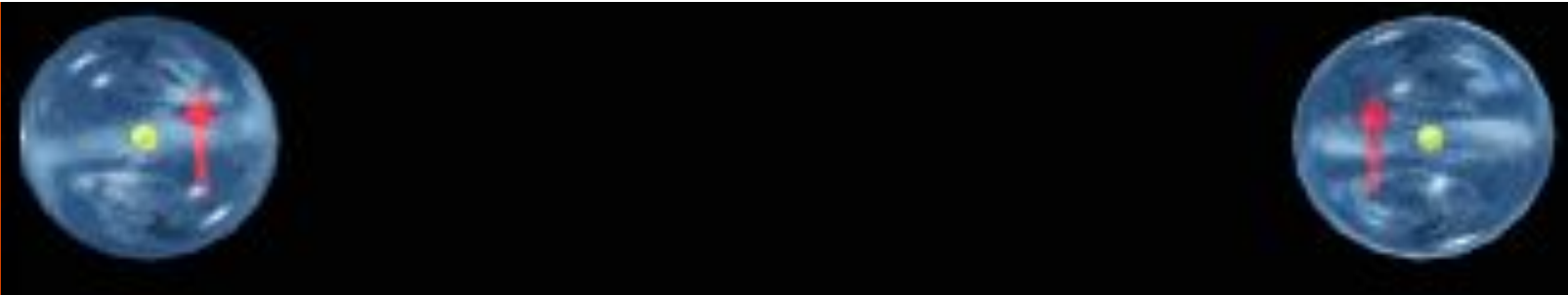
1. Высокоэнергетическая (прочная)

2. Ненасыщаемая.

3. Ненаправленная.

Это свидетельствует о том, что

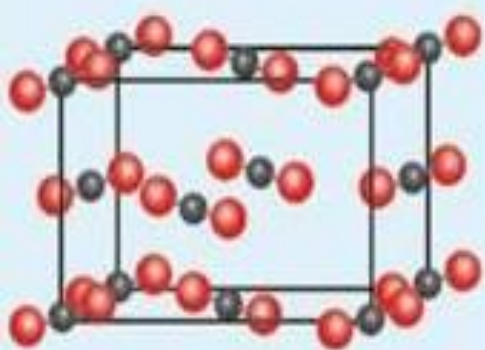
- **Металлическая связь** в металлах третьей группы оказывается существенно **прочнее**, чем в щелочных металлах.
- В ее образовании участвуют все **валентные электроны**



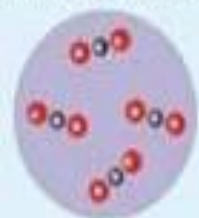
уменьшение атомного радиуса приводит к более прочному перекрыванию орбиталей

12 ВИДЫ КРИСТАЛЛОВ

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ CO_2



Углекислый газ

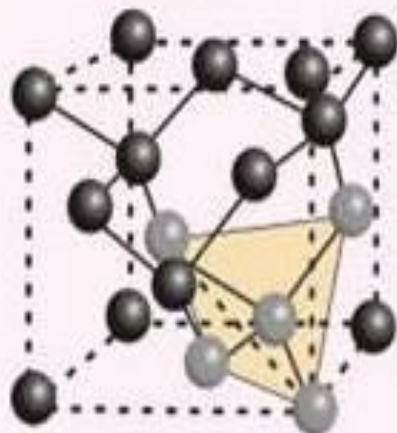


$t_{\text{кип}} -78^\circ\text{C}$

Твердая двуокись углерода



АТОМНЫЕ C

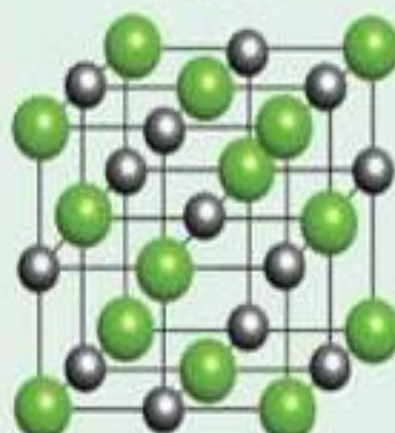


$t_{\text{пл}} 3500^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 4200^\circ\text{C}$

Алмаз



ИОННЫЕ NaCl

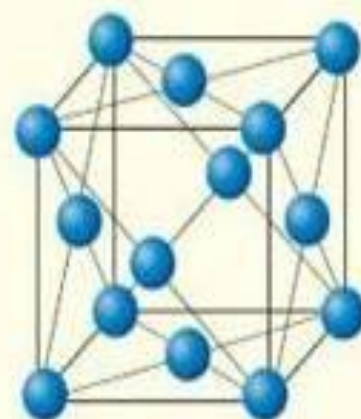


$t_{\text{пл}} 801^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 1465^\circ\text{C}$

Галит



МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ Cu



$t_{\text{пл}} 1083^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 2567^\circ\text{C}$

Медь

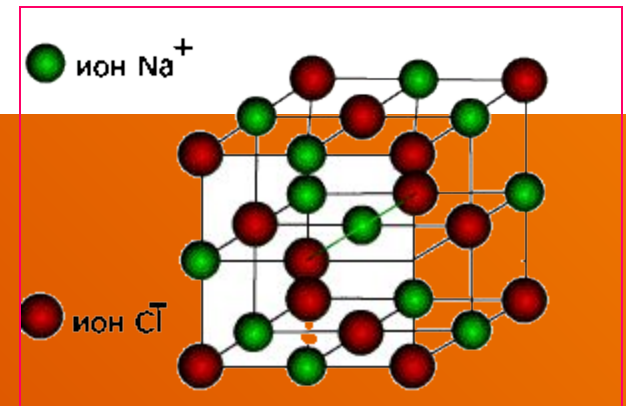


Кристаллические решётки

- **Кристаллические решётки веществ-это упорядоченное расположение частиц (атомов, молекул, ионов) в строго определённых точках пространства. Точки размещения частиц называют узлами кристаллической решётки.**
- В зависимости от типа частиц, расположенных в узлах кристаллической решётки, их характера связи между ними различают 4 типа кристаллических решёток: ионные, атомные, молекулярные, металлические.

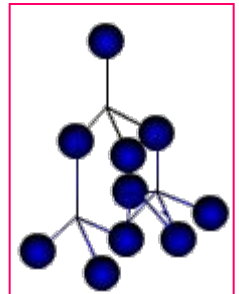
ИОННЫЕ

- Ионными называют кристаллические решетки, в узлах которых находятся ионы. Их образуют вещества с ионной связью. Ионные кристаллические решётки имеют соли, некоторые оксиды и гидроксиды металлов.
- Связи между ионами в кристалле очень прочные и устойчивые. Поэтому вещества с ионной решёткой обладают высокой твёрдостью и прочностью, тугоплавки и нелетучи.



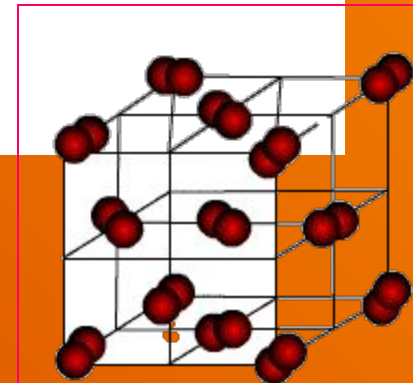
АТОМНЫЕ

- Атомными называют кристаллические решётки, в узлах которых находятся отдельные атомы, которые соединены очень прочными ковалентными связями. Кристаллическая решётка алмаза.
- Вещества с АКР имеют высокие температуры плавления, обладают повышенной твёрдостью. Алмаз – самый твёрдый природный материал.



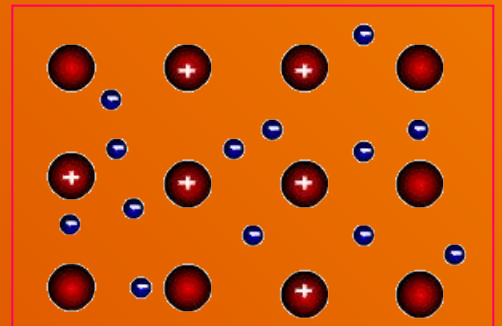
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ

- Молекулярными называют кристаллические решётки, в узлах которых располагаются молекулы. Химические связи в них ковалентные, как полярные, так и неполярные. Связи в молекулах прочные, но между молекулами связи не прочные.
- Вещества с МКР имеют малую твёрдость, плавятся при низкой температуре, летучие, при обычных условиях находятся в газообразном или жидком состоянии



МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

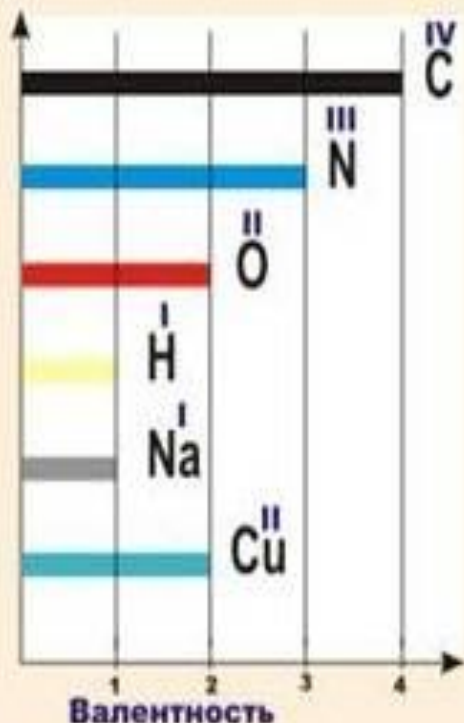
- Металлическими называют решётки, в узлах которых находятся атомы и ионы металла.
- Для металлов характерны физические свойства: пластичность, ковкость, металлический блеск, высокая электро- и теплопроводность



10 ВАЛЕНТНОСТЬ И СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

Валентность – число связей, образуемых атомом.

Степень окисления – заряд атома в соединении, если предположить, что оно состоит из ионов.



Атомы элементов	Валентность	Степень окисления
Водород	$\overset{I}{H}_2, \overset{I}{H}_2\overset{II}{O}$	$0, +1, -2$ H_2, H_2O
Кислород	$\overset{II}{O}_2, \overset{IV}{C}\overset{II}{O}_2$	$0, +4, -2$ O_2, CO_2
Металлы Степень окисления = валентности	$\overset{II}{Cu}, \overset{II}{Cu}\overset{II}{O}$	$0, +2, -2$ Cu, CuO



Сумма степеней окисления всех атомов в соединении равна 0.

Степень окисления атома в простом веществе равна 0.