

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

План лекции

1. Виды химической связи:

- ковалентные связи (полярная , неполярная)
- ионная
- металлическая
- водородная

2. степень окисления элементов.

1. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Химическая связь — это взаимодействие атомов, обусловленное перекрыванием их электронных облаков и сопровождающееся уменьшением полной энергии системы.

«Под **химической связью** следует понимать силу, удерживающую атомы друг около друга в молекулах, ионах или кристаллах»

2. ПОЧЕМУ ОБРАЗУЕТСЯ ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ?

Ответ вытекает из следующего термодинамического принципа:

«минимуму энергии системы соответствует максимум устойчивости»

Иными словами молекулярное состояние вещества устойчивее, чем атомное.

3. ПРИРОДА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

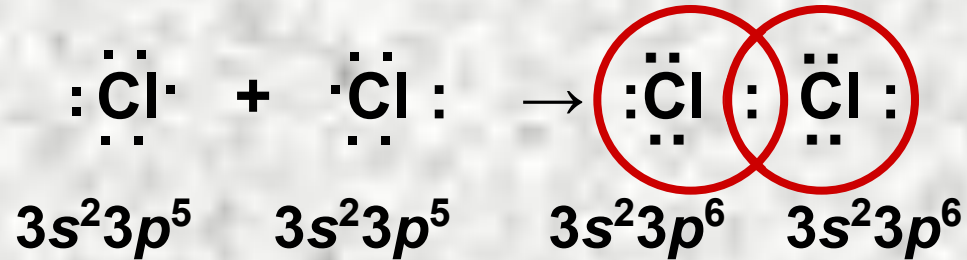
Главная роль в образовании химических связей принадлежит электронам внешней оболочки, так называемым ***валентным электронам.***

ПРАВИЛО ОКТЕТА (Льюис, 1875-1946)

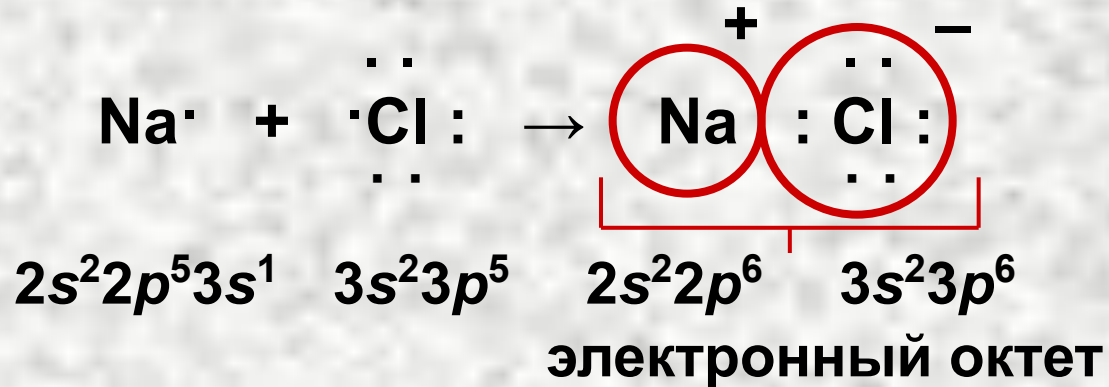
При образовании химической связи атомы стремятся приобрести устойчивую **восьмиэлектронную** (или **двухэлектронную**) внешнюю оболочку, соответствующую строению атома ближайшего инертного газа (ns^2np^6).

ОБРАЗОВАНИЕ ОКТЕТА

1. Обобществление электронов (ковалентная связь)



2. Перенос электрона (ионная связь)



СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

ЭНЕРГИЯ И ДЛИНА СВЯЗИ.

Энергией химической связи $E_{св}$ кДж/моль называется количество энергии, выделяющееся при образовании химической связи. ***Чем больше энергия химической связи, тем устойчивее молекулы.***

Длиной связи называется межъядерное расстояние взаимодействующих атомов. Она зависит от размеров электронных оболочек и степени их перекрывания.

С уменьшением длины связи обычно увеличивается энергия связи и соответственно устойчивость молекул.

ТИПЫ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ:

1. **Ионная**
2. **Ковалентная** (полярная и неполярная; по обменному и донорно-акцепторному механизмам),
3. **Металлическая.**

КРОМЕ ТОГО, МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ ВОЗНИКАЮТ:

1. **Водородная химическая связь.**
2. **Вандерваальсовы взаимодействия.**

ИОННАЯ СВЯЗЬ

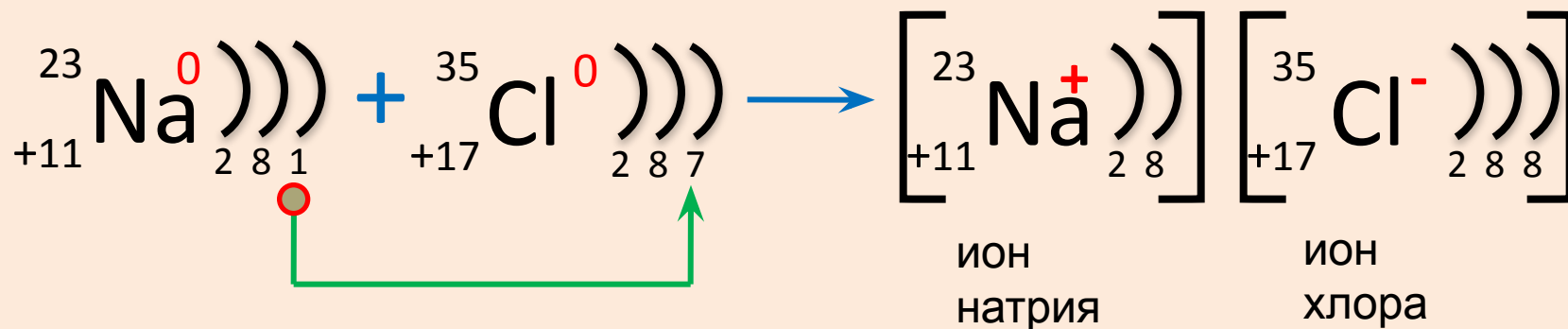
Ионная химическая связь - *электростатическое взаимодействие отрицательно и положительно заряженных ионов в химическом соединении.*

Такая связь возникает в случае **большой разности ЭО атомов**, например между **катионами металлов** и **анионами неметаллов** (LiF, CsCl, K₂O и др.).

- Если разность ЭО атомов велика, то электронная пара, осуществляющая связь, переходит к более ЭО атому, и оба атома превращаются в **ионы**.

Пример:

NaCl – хлорид натрия (поваренная, пищевая соль)



ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ АТОМОВ

H 2,1						
Li 0,98	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,07	O 3,5	F 4,0
Na 0,93	Mg 1,2	Al 1,6	Si 1,9	P 2,2	S 2,6	Cl 3,0
K 0,91	Ca 1,04	Ga 1,8	Ge 2,0	As 2,1	Se 2,5	Br 2,8
Rb 0,89	Sr 0,99	In 1,5	Sn 1,7	Sb 1,8	Te 2,1	I 2,6

Ионная связь образуется только между атомами таких элементов, которые значительно отличаются по своей **ЭО (разность >1,7)**. Однако полного перехода электронов от одних атомов к другим не происходит.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 1.

Определить разность относительных электроотрицательностей атомов для связей Н — О и О — Э в соединениях Э(ОН)₂, где Э — Mg, Ca или Sr, и определить:

а) какая из связей Н — О или О — Э характеризуется в каждой молекуле большей степенью ионности;

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Решение 1. По данным табл. ЭО вычисляем разность электроотрицательностей $\Delta\text{ЭО}$ для связей О-Э:

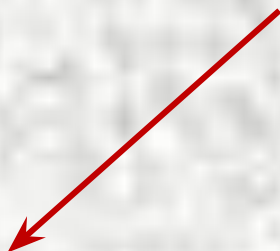
$$\Delta\text{ЭО}(\text{Mg-O}) = 3,5 - 1,2 = 2,3; \Delta\text{ЭО}(\text{Ca-O}) = 3,5 - 1,04 = 2,46;$$

$\Delta\text{ЭО}(\text{Sr-O}) = 3,5 - 0,99 = 2,51$. Разность ЭО для связи О-Н составляет 1,4.

Таким образом: а) во всех рассмотренных молекулах связь Э-О более полярна, т. е. характеризуется большей степенью ионности.

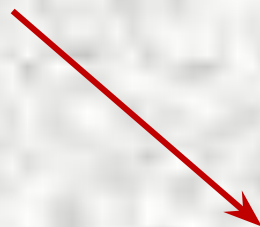
КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

Ковалентная связь – **связь, образуемая парой электронов, распределенной (обобществленной) между двумя или большим числом атомов.**



неполярная:

между атомами
неметаллов с
одинаковой ЭО



полярная:

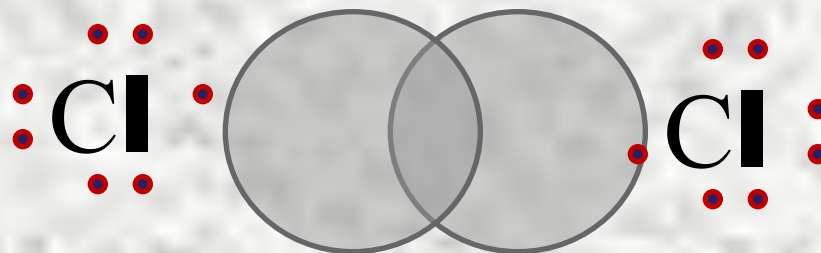
между атомами
неметаллов с
разной ЭО

Ковалентная связь

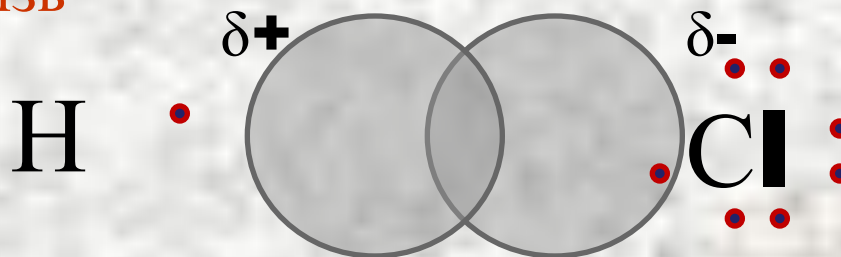
неметалл + неметалл



Ковалентная
неполярная связь



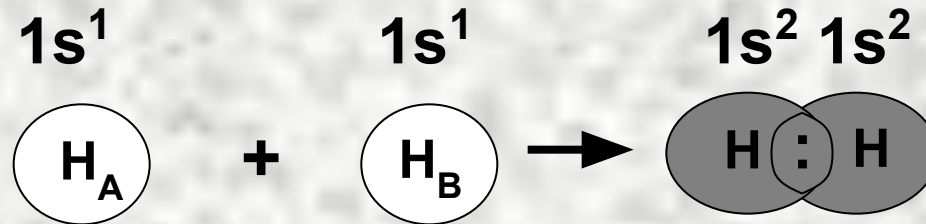
Ковалентная
полярная связь



КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ.

Существуют два принципиальных механизма образования ковалентной связи:

1. Обменный:

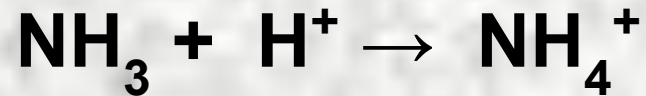


2. Донорно-акцепторный:

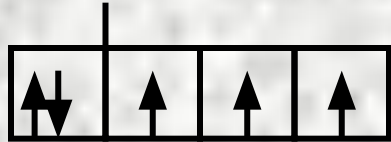


2. ДОНОРНО – АКЦЕПТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ

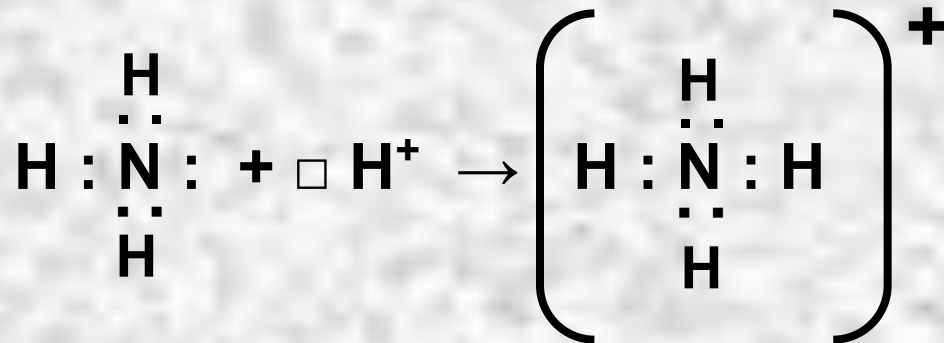
ПРИМЕР: Рассмотрим образование иона аммония:



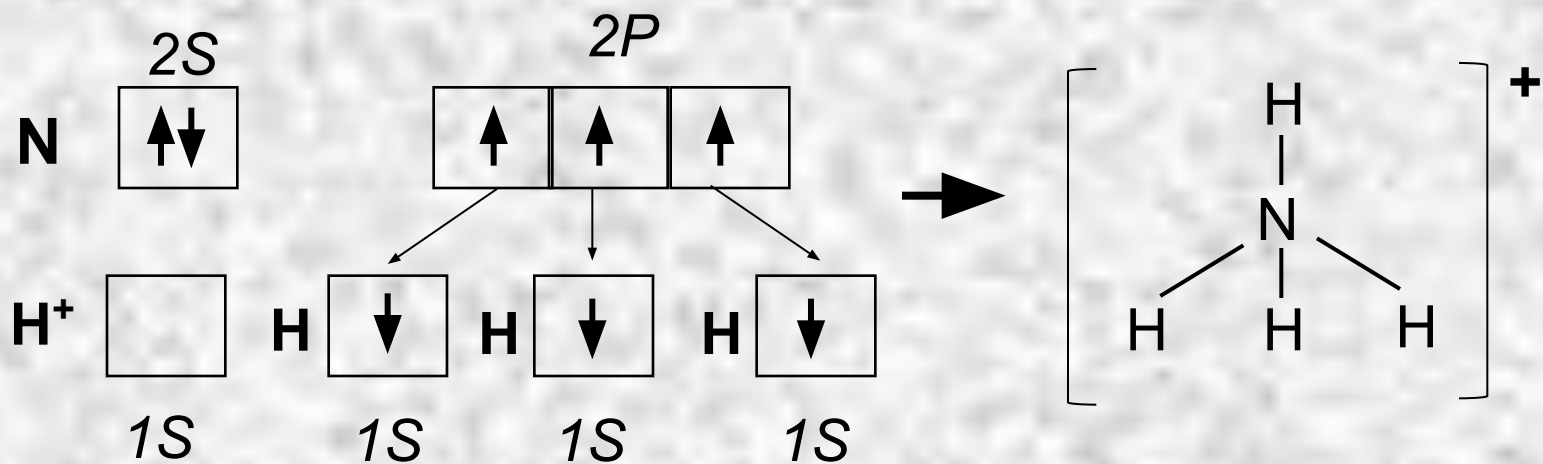
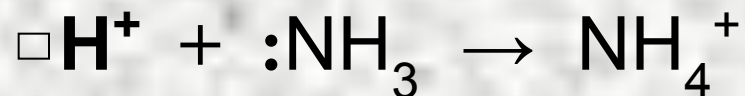
${}^7\text{N} \dots 2s^2 2p^3$



$\text{H } 1s^1$ 



ОБРАЗОВАНИЕ ИОНА АММОНИЯ: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СХЕМА



ВАЛЕНТНОСТЬ

атомы элементов могут образовывать лишь **ограниченное число химических связей.**

Валентность - Способность атома присоединять или замещать определенное число других атомов с образованием химических связей.

НАСЫЩАЕМОСТЬ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ. ВАЛЕНТНОСТЬ.

Значение валентности определяется наличием

одно-, двуэлектронных облаков и свободных орбиталей (с учетом обменного и Д-А механизма образования ковалентной связи)

КРАТНОСТЬ СВЯЗИ

Кратность связи определяется **числом общих электронных пар**.

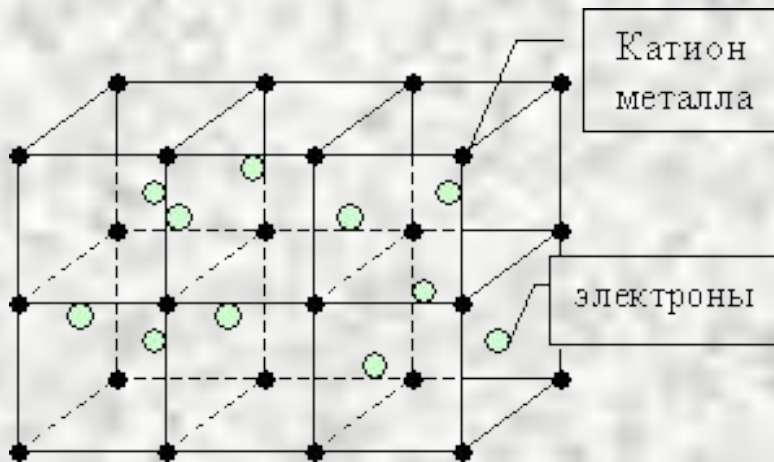
Так кратность связи в молекуле хлороводорода (H-Cl) равна одному, кратность связи углерод-углерод в молекуле этилена ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$) равна двум, в молекуле азота ($\text{N} \equiv \text{N}$) – трем:

Таким образом по кратности ковалентные связи подразделяются на **одинарные** (или простые), **двойные** и **тройные**.

Металлическая связь

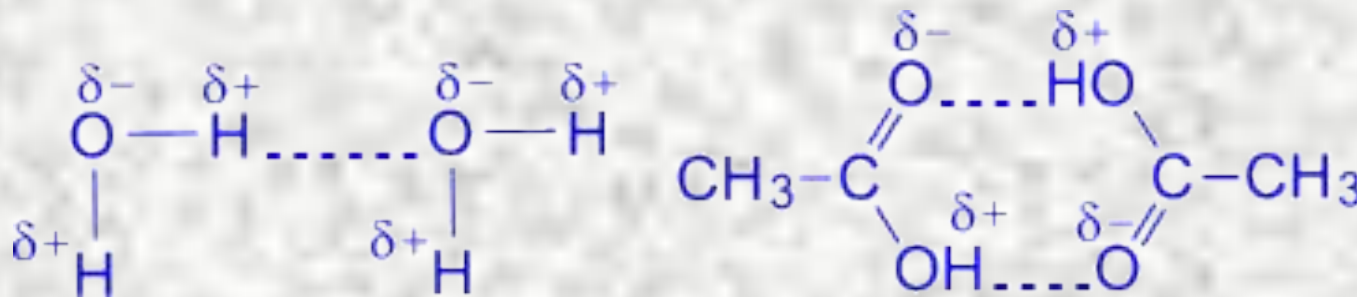
Металлическая связь — химическая связь, обусловленная наличием относительно свободных электронов.

Металлическая кристаллическая решетка и металлическая связь определяют такие свойства металлов: *ковкость, пластичность, электро- и теплопроводность, металлический блеск, способность к образованию сплавов.*



Водородная связь

- Это связь между положительно заряженным атомом водорода одной молекулы и отрицательно заряженным атомом другой молекулы.
- Водородная связь имеет частично электростатический, частично донорно-акцепторный характер.



Наличие водородных связей объясняет высокие температуры кипения воды, спиртов, карбоновых кислот.

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

ковалентная

полярная



неполярная

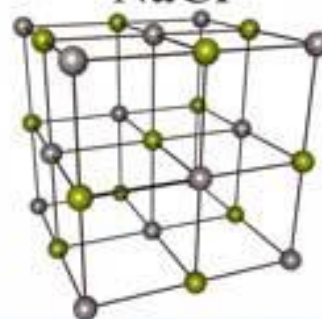


ионная

Na^+



NaCl

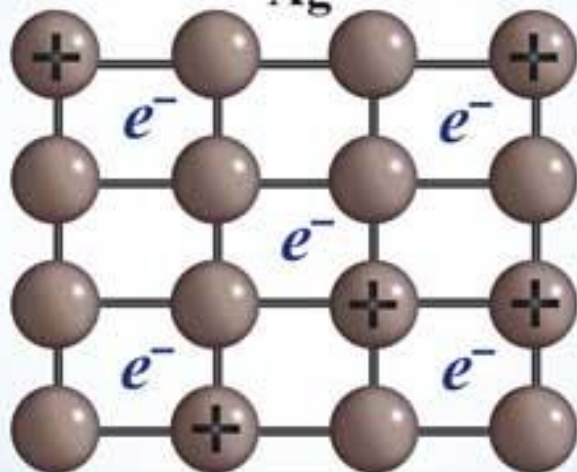


Cl^-



металлическая

Ag

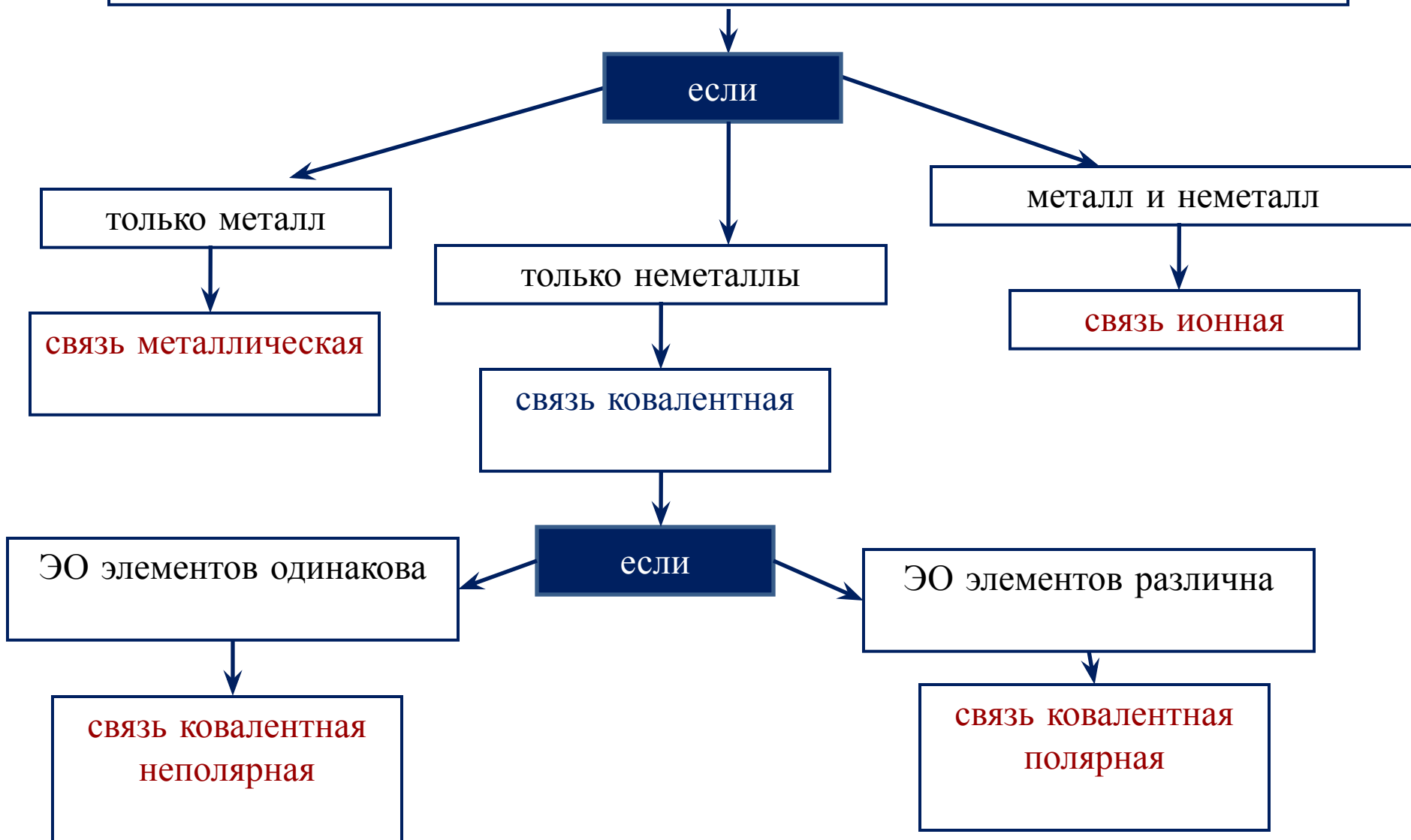


водородная



Как определить вид связи в веществе?

Определите природу химических элементов



ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

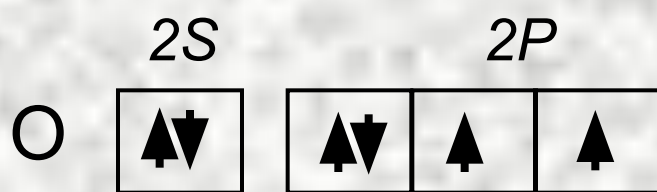
Пример 1.

Определите максимальную валентность кислорода и фтора.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Решение .

Кислород и фтор во всех соединениях проявляют постоянную валентность, равную двум для кислорода и единице для фтора. Валентные электроны этих элементов находятся на втором энергетическом уровне, где нет свободных орбиталей:



V=2



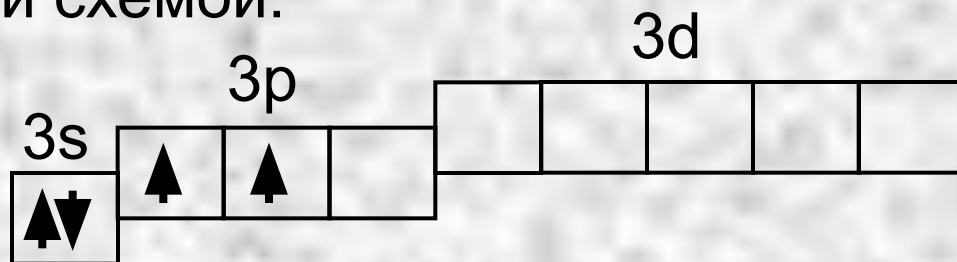
V=1

Пример 2.

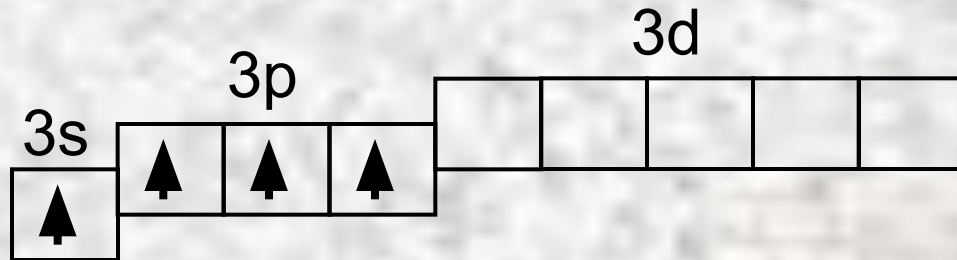
Какую валентность проявляет атом кремния?

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Р е ш е н и е . Электронная конфигурация атома кремния $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$. Электронное строение его валентных орбиталей в основном (невозбужденном) состоянии может быть представлено следующей графической схемой:



При возбуждении атом кремния переходит в состояние $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3$, а электронное строение его валентных орбиталей соответствует схеме:



Степень окисления

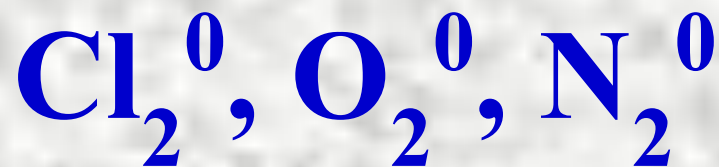
Степень окисления - это условный заряд атомов, вычисленный из предположения, что вещество состоит только из ионов.

Степень окисления простых веществ равна 0

**Атомное
строение:**



**Молекулярное
строение:**



Степень окисления элементов в сложных веществах отлична от 0.

Степень окисления

постоянная

У металлов –
положительная, равна
номеру группы – Na^{+1} ,
 Mg^{+2} , Al^{+3}

Переменная – у
неметаллов

Низшая –
отрицательная,
равна 8 - №
группы

Высшая –
положительная
равна № группы



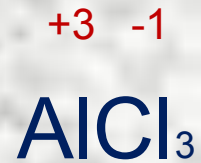
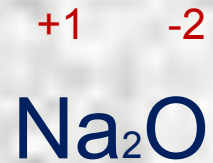
Правила определения с.о.

- С.о. атомов в простых веществах = 0
- С.о. фтора = -1
- С.о. кислорода = -2 (кроме $\text{H}_2\text{O}_2^{-1}$, O^{+2}F_2)
- С.о. водорода = +1 (кроме MeH^{-1})
- С.о. Me I, II, III групп = номеру группы

Промежуточные с.о.

- Рассмотрим возможные с.о. серы – S
- Максимальная +6 SO_3
- Минимальная -2 H_2S
- Сера может проявлять с.о. 0, +2, +4 – это промежуточные с.о.

Суммарная степень окисления
в молекуле всегда равна 0



Определение с.о.



На первом месте стоит элемент с «+» с.о., на втором с «-»

У кислорода постоянная с.о.=-2

У азота переменная с.о.

x -2



$$+2*x + 3*(-2) = 0$$

$$2*x = 6$$

$$X=+3$$

+3 -2



Алгоритм определения степени окисления

НОК

$$3 \times 2 = 6$$

$$+3 \quad -2$$

$$6 : 3 = 2$$



Металл – положительная СО

Неметалл – переменная СО

Находится в III A группе - +3

Отрицательная

Алгоритм определения с.о.



Сумма степеней окисления в молекуле равна **0**

Бинарные соединения.

- ***Бинарные соединения*** – это соединения, состоящие из двух химических элементов.

Названия бинарных соединений.

- На первом месте в названии бинарного соединения записывается латинское название элемента с отрицательной степенью окисления с **суффиксом -ид**, а затем название элемента с положительной степенью окисления в родительном падеже.

Названия бинарных соединений.

Названия элементов с отрицательной степенью окисления:

- Cl - хлорид
- O - оксид
- H - гидрид
- S - сульфид
- N - нитрид
- P - фосфид
- C - карбид
- Br - бромид

Задание 2: назвать бинарные соединения, формулы которых даны.

+1 -1

NaCl - Хлорид натрия

+2 -1

SCl₂ - Хлорид серы (II)

+2 -2

CuO – Оксид меди (II)

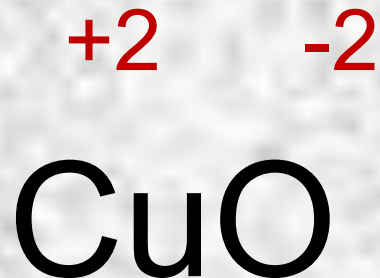
+1 -2

Cu₂O - Оксид меди (I)

Численное значение степени окисления для элементов с переменной степенью окисления.

Бинарные соединения.

- На первом месте всегда записывается элемент с **положительной** степенью окисления, а на втором - с **отрицательной**.



Составление формул бинарных соединений по названию.

оксид углерода (IV).

1) Записать символы химических элементов образующих соединение:

CO

Составление формул бинарных соединений по названию.

оксид углерода (IV).

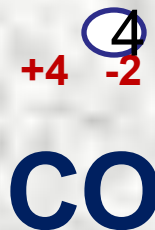
2) Над атомами химических элементов в соединении проставить их степени окисления (в скобках указана переменная степень окисления элемента – она положительна):

+4 -2

CO

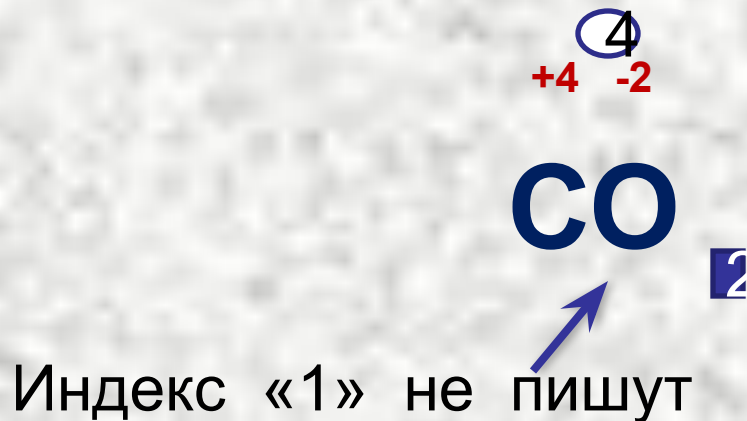
Составление формул бинарных соединений по названию.

3) Найти наименьшее общее кратное между значениями степеней окисления:



Составление формул бинарных соединений по названию.

- 4) Определить индексы, разделив НОК на значения степеней окисления каждого элемента.



CO₂ - оксид углерода (IV)

Задание: Составить формулы веществ по названиям.

• Сульфид лития - Li_2S

• Оксид серы (IV) - SO_2

• Оксид азота (V) - N_2O_5

• Оксид железа (III) - Fe_2O_3

Задание для самостоятельной ПОДГОТОВКИ:

- Назвать вещества:
 NO , N_2O , N_2O_3 , PCl_3 , PCl_5 , CuCl_2 .
- Составить формулы веществ по названиям:
 - 1) хлорид кальция
 - 2) оксид хрома (VI)
 - 3) сульфид железа (II)

Задание для самостоятельной подготовки:

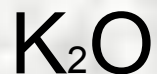
- 1) ОПРЕДЕЛИТЕ ВИД ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ
- 2) ОПРЕДЕЛИТЕ СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АТОМОВ В МОЛЕКУЛАХ
- 3) напишите электронные формулы атомов (учитывая степень окисления), образующих данную молекулу;



Задание для самостоятельной подготовки:

Определить степень окисления в соединениях K_2O , AlH_3 , CaF_2

+1 -2



+3 -1



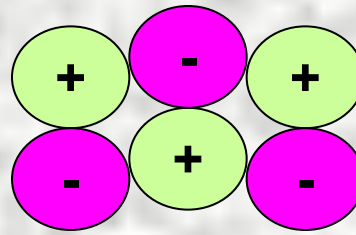
+2 -1



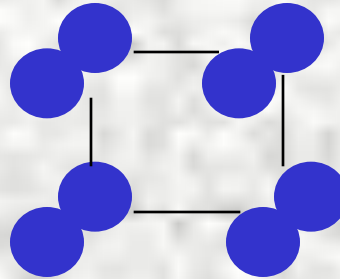
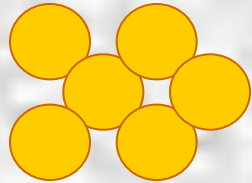
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Ионная связь

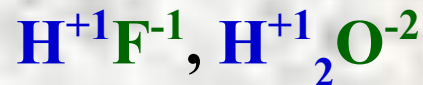
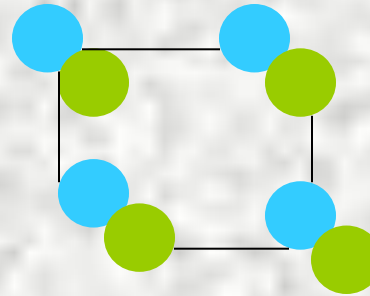
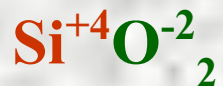
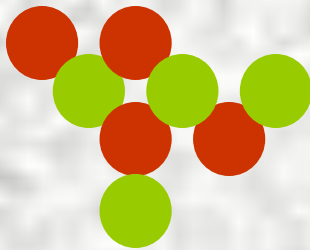


Ковалентная неполярная связь



Простые
←
вещества

Ковалентная полярная связь



Сложные вещества



ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 2.

Какую валентность проявляет атом хлора ?

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Решение . Хлор проявляет переменную валентность 1, 3, 5, 7, так как на 3-м энергетическом уровне имеются свободные **d-орбитали**, куда могут распариваться спаренные 3s- и 3p-электроны.

