



**Строение атомов  
химических  
элементов и  
природа  
химической связи.**

# Атом – сложная частица.

Понятие "атом" пришло к нам из далекой античности  
(в переводе с греческого "атом" означает "неделимый").

Этимология названия "неделимый" отражает сущность атома с точностью до наоборот.

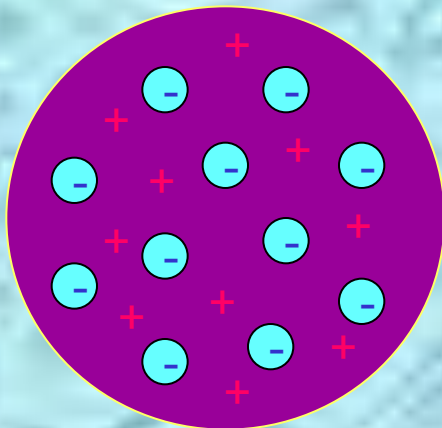
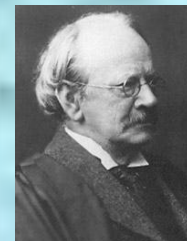


# Доказательства сложности строения атома.

- ✓ 1891г. - ирландский физик Стони ввёл понятие "электрон" для обозначения частиц, электризующих янтарь и вследствие этого притягивающих кусочки бумаги.
- ✓ 1895г. - открытие рентгеновских лучей К. Рентгеном.
- ✓ 1896г. - открытие радиоактивности А. Беккерелем.
- ✓ 1897г. - открытие катодных лучей Д. Томсоном.

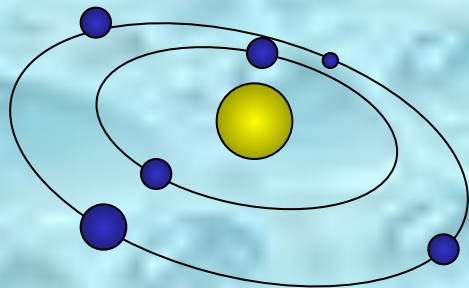
# Модели строения атома.

"Сливовый пудинг" Дж. Томсона.



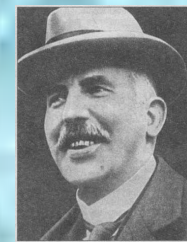
Атом уподоблен сферической капле пудинга с положительным зарядом. Внутри сферы вкраплены отрицательно заряженные "сливины" – электроны.

Планетарная модель Резерфорда.

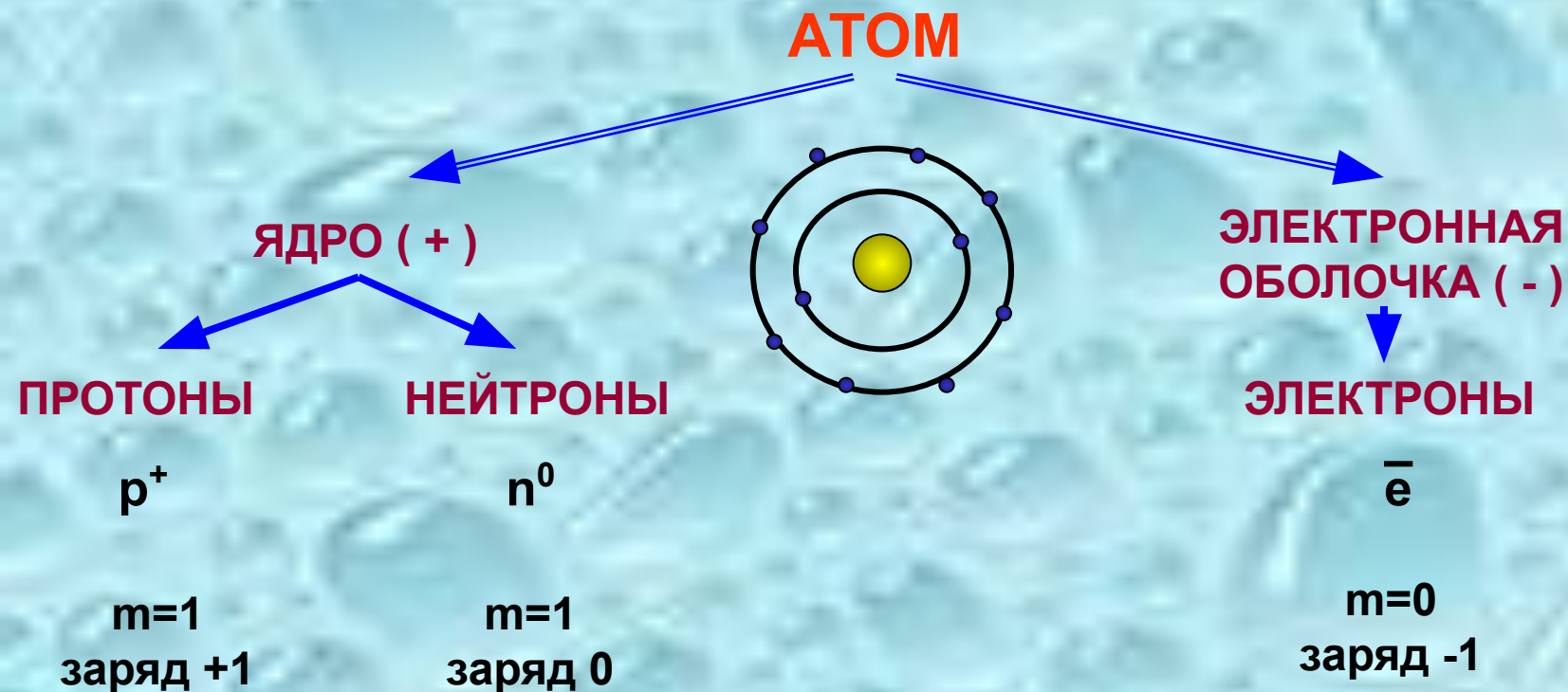


Ядро – "Солнце".

Электроны – "планеты".

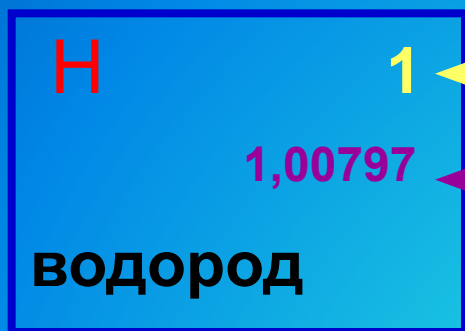


# Современная модель строения атома.



Вся масса атома  
сосредоточена в ядре.

**Атом электронейтрален, делим и состоит из  
элементарных частиц.**

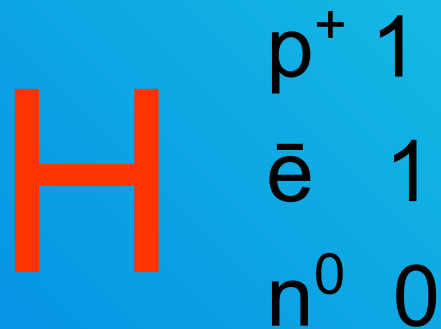


относительная  
атомная масса

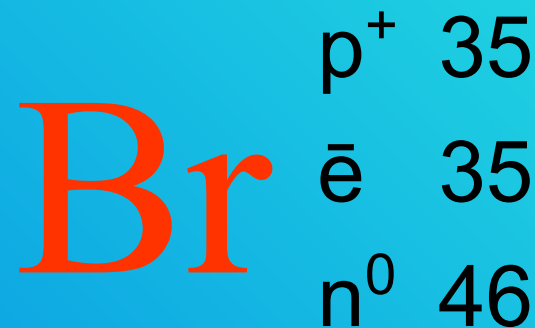
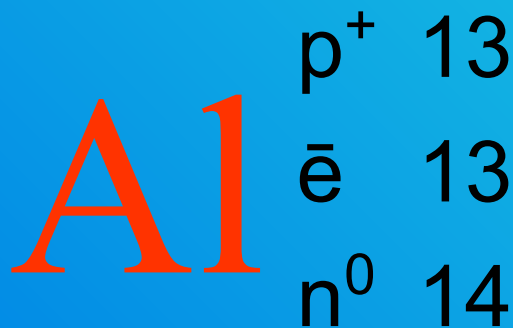
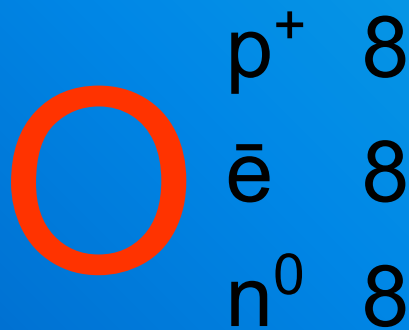
порядковый  
номер

Заряд ядра, число протонов в ядре, число электронов в атоме равно порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И.Менделеева.

Число нейтронов определяется по формуле :  $n^0 = Ar - p^+$



Определите число протонов, нейтронов и электронов для атомов:



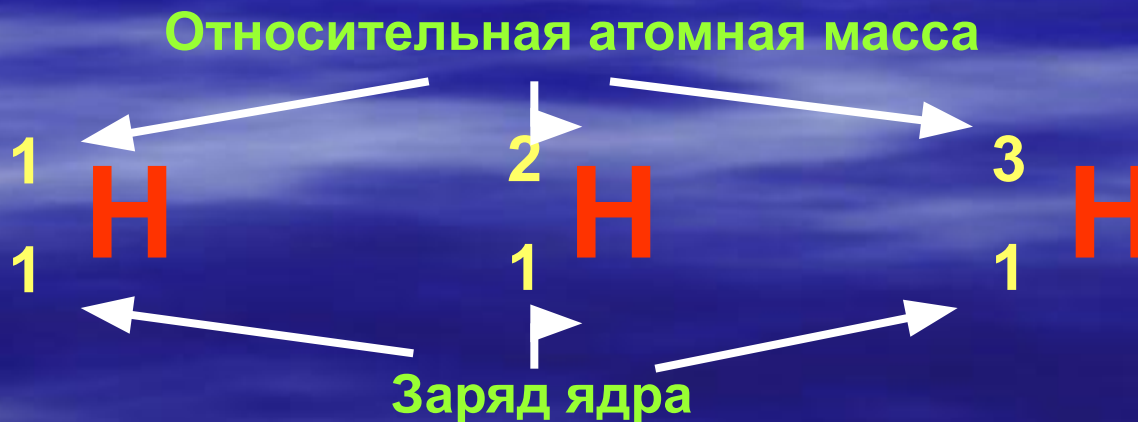
? Что произойдет, если изменить число протонов в ядре, т.е. заряд атомного ядра ?

Ответ : образуется новый химический элемент.

? Что произойдет, если изменить число нейтронов в ядре ?

Ответ : это будет тот же химический элемент, но атомы его будут отличаться от исходных своей массой.

*Образуются изотопы.*



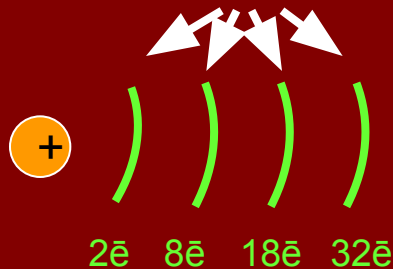


# Строение электронных оболочек атомов.

Каждый электрон в атоме обладает запасом энергии ( $E$  связи).

Электроны, имеющие близкие значения  $E$  связи, образуют энергетические уровни.

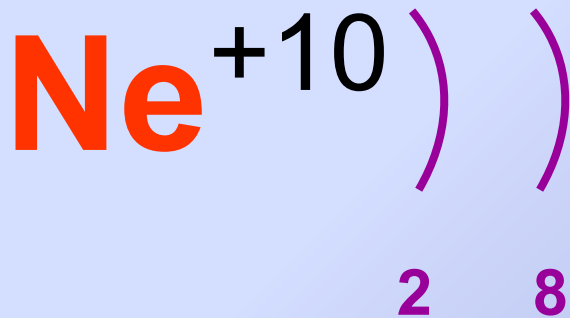
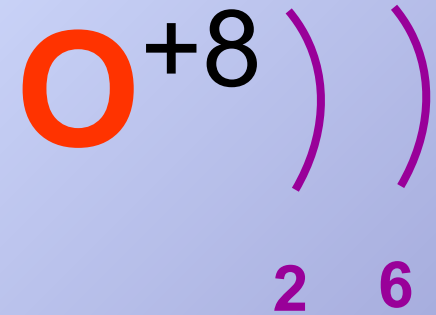
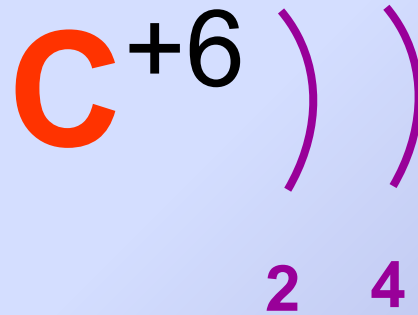
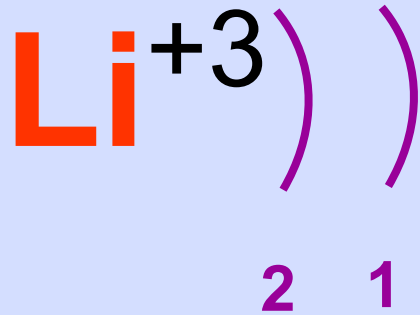
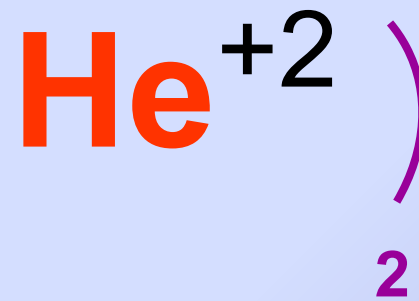
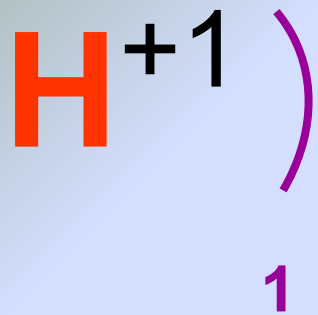
энергетические уровни



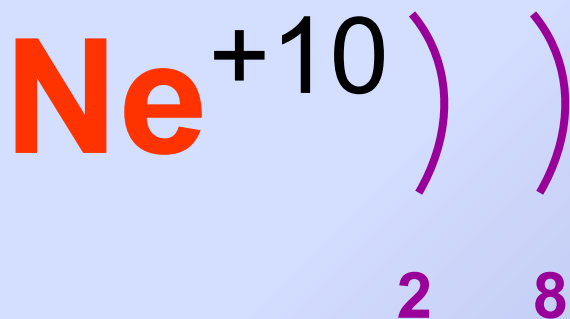
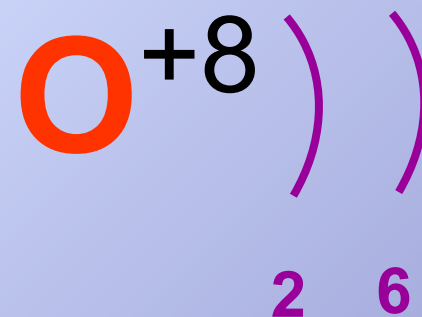
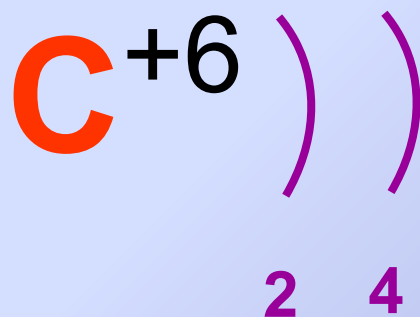
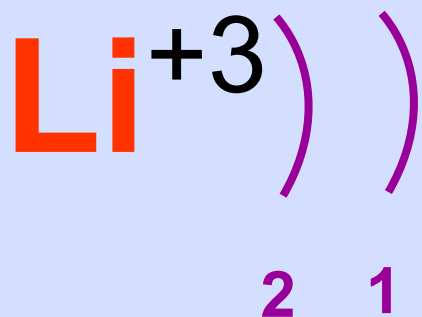
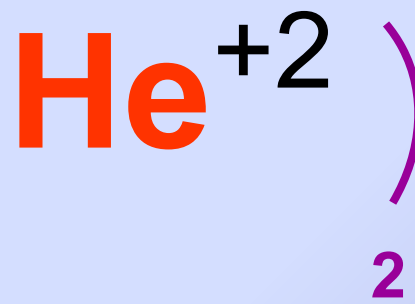
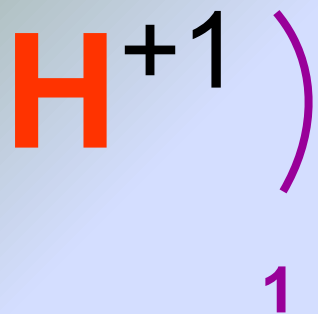
Число энергетических уровней в атоме определяется по номеру периода.

Максимальное число электронов, находящихся на энергетическом уровне, определяется по формуле:

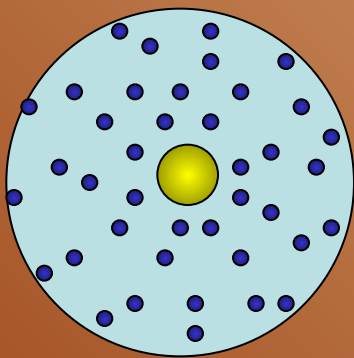
$$2n^2, \text{ где } n - \text{ номер уровня.}$$



Число электронов на внешнем энергетическом уровне равно номеру группы.



Если энергетический уровень содержит максимальное число электронов, то он называется **завершенным**.



Пространство вокруг ядра атома, где наиболее вероятно нахождение данного электрона, называется **орбиталью** этого электрона.

### Форма орбиталей



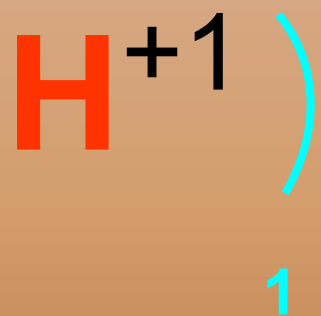
S – орбиталь



P – орбиталь

**На любой орбитали может быть не более 2ē.**

# Электронные формулы.

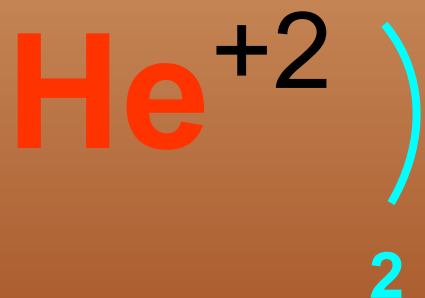


1s<sup>1</sup>

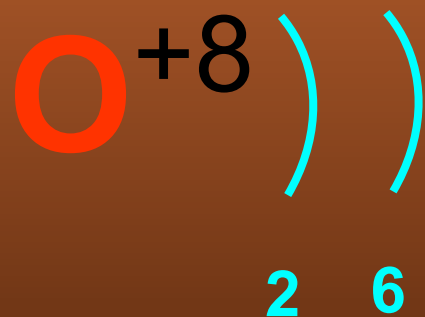
№ эн. уровня

число е на данной орбитали

форма орбитали

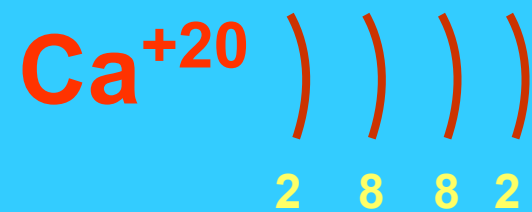
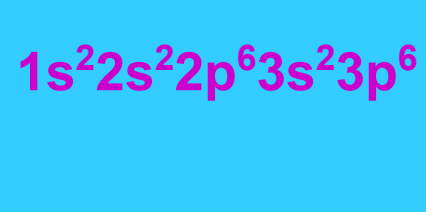
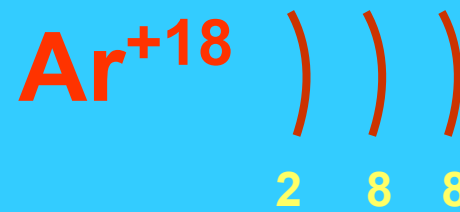
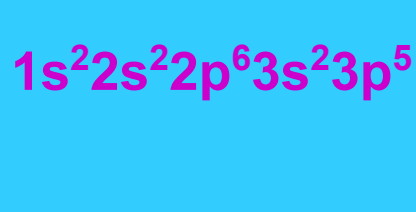
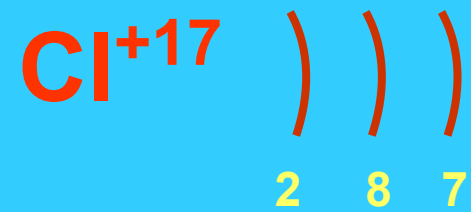
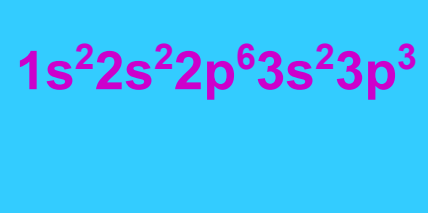
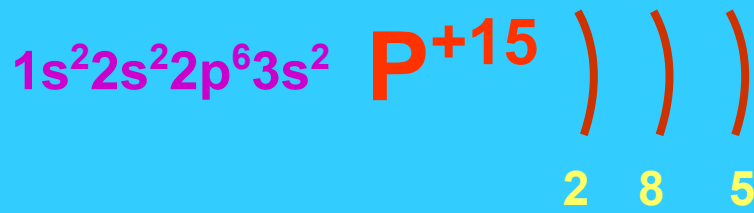
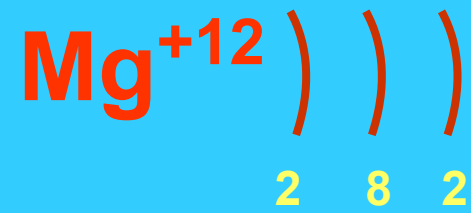


1s<sup>2</sup>



1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>

Напишите распределение электронов по энергетическим уровням и электронные формулы для следующих атомов.



# Ковалентная связь. Определение

**Ковалентная химическая связь — это связь, возникающая между атомами за счет образования общих электронных пар**

*При образовании ковалентной связи (общих электронных пар) у атомов химических элементов появляется устойчивая электронная конфигурация внешнего электронного уровня из восьми электронов ( для водорода из двух)*

# Ковалентная связь. Механизмы образования

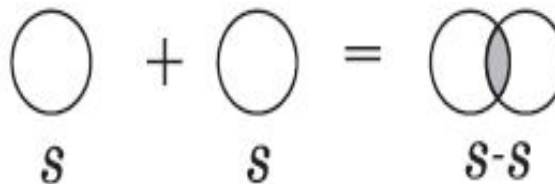
Механизм образования такой связи может быть обменным и донорно-акцепторным.

I. **Обменный механизм** действует, когда атомы образуют общие электронные пары за счет объединения неспаренных электронов.



**водород:**

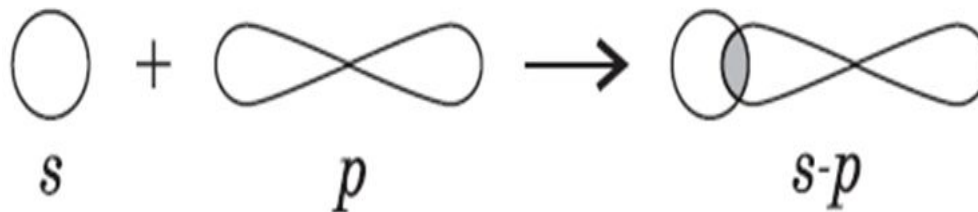
Связь возникает благодаря образованию общей электронной пары s-электронами атомов водорода (перекрывания s-орбиталей):



2)  $HCl$  — хлороводород:



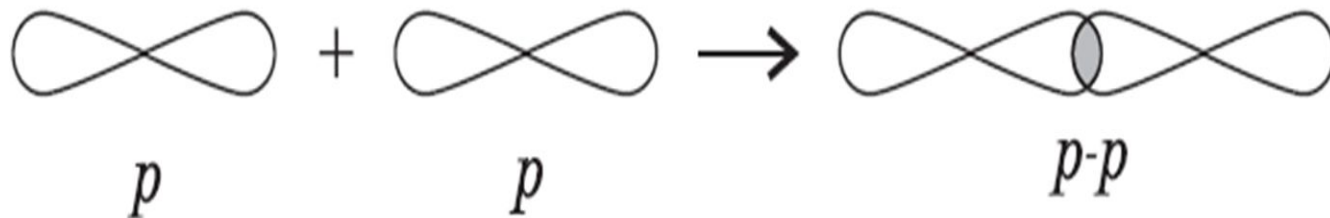
Связь возникает за счет образования общей электронной пары из s- и p-электронов (перекрывания s-p-орбиталей):





# Ковалентная связь. Механизмы образования

3)  $Cl_2$  — *хлор*: в молекуле хлора ковалентная связь образуется за счет непарных  $p$ -электронов (перекрывание  $p$ - $p$ -орбиталей):



4)  $N_2$  — *азот*: в молекуле азота между атомами образуются три общие электронные пары:

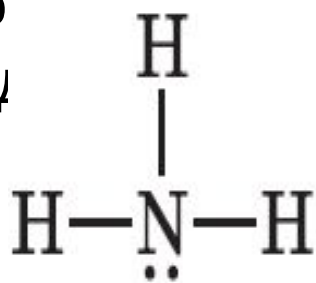


# Ковалентная связь. Механизмы образования

**II. Донорно-акцепторный механизм** образования ковалентной связи рассмотрим на примере иона аммония  $NH_4^+$ .

Донор имеет электронную пару, акцептор — свободную орбиталь, которую эта пара может занять. В ионе аммония все четыре связи с атомами водорода ковалентные: три образовались благодаря созданию общих электронных пар атомом азота и

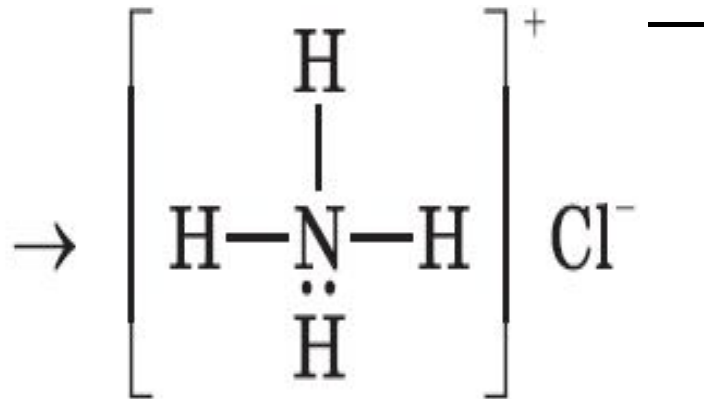
ато  
по ↓



донор  
аммиак



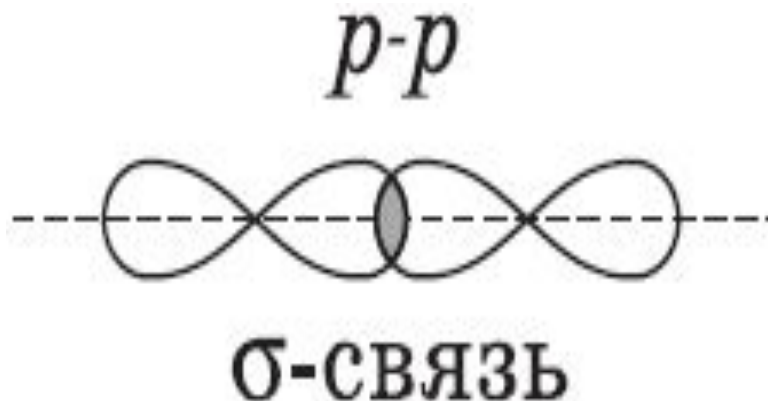
акцептор  
соляная кислота



ион аммония

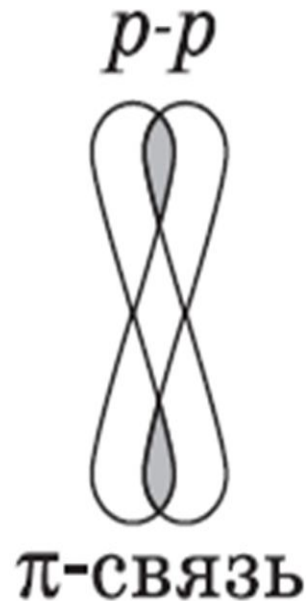
# Ковалентная связь. Способ перекрывания электронных орбиталей

Ковалентные связи можно классифицировать по способу перекрывания электронных орбиталей. Химические связи, образующиеся в результате перекрывания электронных орбиталей вдоль линии связи, называются  ***$\sigma$ -связями (сигма-связями)***. Сигма-связь очень прочная.



# Ковалентная связь. Способ перекрывания электронных орбиталей

$p$ -Орбитали могут перекрываться в двух областях, образуя ковалентную связь за счет бокового перекрывания:



Химические связи, образующиеся в результате «бокового» перекрывания электронных орбиталей вне линии связи, т.е. в двух областях, называются  $\pi$ -связями (*пи-связями*).

# Ковалентная связь. Полярность связи

Ковалентные связи можно классифицировать по смещению их к одному из связанных атомов.

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

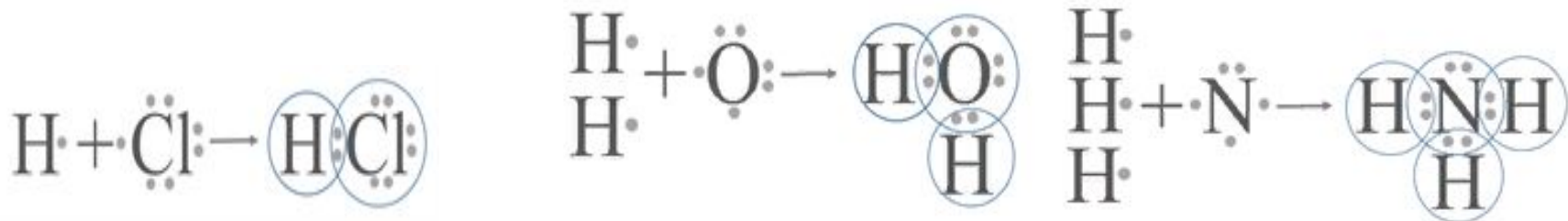
Ковалентная **неполярная** связь соединяет атомы в простых веществах-неметаллах

Общие электронные пары, образующиеся в простых веществах  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{N}_2$  в одинаковой степени принадлежат обоим атомам. Такая ковалентная связь называется **неполярной**.



# Ковалентная связь. Полярность связи

Если ковалентная связь образуется между разными атомами, то общая электронная пара смещается к тому из них, который имеет более высокую электроотрицательность (ЭО). Он получает частичный отрицательный заряд. Атом, имеющий меньшую ЭО, становится заряжённым положительно. В этом случае образуется **полярная** ковалентная связь.



# Ковалентная связь. Полярность связи

**Полярность ковалентной связи** — это значения частичных зарядов на связанных атомах.

Полярность ковалентной связи зависит от разности электроотрицательностей этих атомов.

Чем сильнее отличаются атомы по электроотрицательности, тем больше полярность связи.

$\text{H}_{0,43+} \rightarrow \text{F}$

$0,43-$ ,

$\text{H}_{0,18+} \rightarrow$

$\text{Cl}_{0,18-},$

$\text{H}_{0,12+} \rightarrow \text{B}$

$r_{0,12-}.$



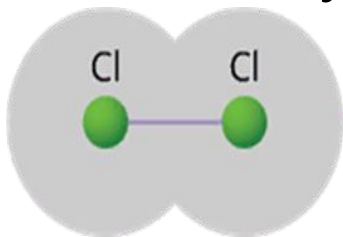
*Полярность связи уменьшается, что согласуется с положением атомов в ряду электроотрицательности.*

# Ковалентная связь. Длина связи

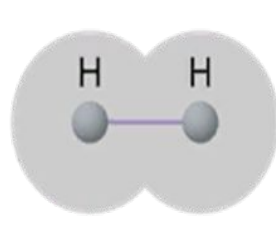
Важнейшими характеристиками ковалентной связи являются **длина, полярность и прочность**. Эти характеристики определяют физические и химические свойства вещества: их температуры плавления и кипения, растворимость, химическую активность.

**Длина ковалентной связи** — это расстояние между ядрами связанных атомов.

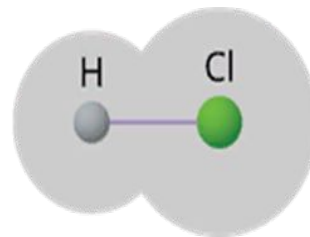
Длина химической связи зависит от **радиусов** атомов. Чем больше радиусы атомов, тем длиннее связь между ними.



Cl-Cl — 0,198 нм;  
нм



H-H — 0,074 нм;



H-Cl — 0,127



# Ковалентная связь. Кратность и энергия

## СВЯЗИ

**Кратность** химической связи – это число общих электронных пар, реализующих связь между двумя атомами.

**Энергия** химической связи – это мера прочности связи. Она определяется как энергия, необходимая для разрыва связей в количестве вещества 1 моль

*Чем выше кратность связи, тем она короче и прочнее*

Пример химической связи	Длина связи (нм)	Энергия связи (кДж/моль)
C–C	0,154	348
C=C	0,133	614
C≡C	0,120	839

# Ковалентная связь. Прочность связи

**Прочность ковалентной связи** — устойчивость общей электронной пары к разрыву.

**Прочность** связи определяет химическую активность вещества: чем меньше прочность связи, тем легче вещество вступает в химические реакции.

Прочность связи зависит от её длины и кратности.

*Чем меньше длина связи, тем она прочнее*

H-F, H-Cl, H-Br.

В ряду галогеноводородов длина связи растёт, а прочность уменьшается.

*Чем больше кратность связи, тем выше её прочность.*

F-F, N≡N

Молекулы фтора и азота отличаются кратностью связи. Чтобы разделить молекулу азота на атомы, необходимо затратить примерно в **семь** раз больше энергии, чем для разрыва связи в молекуле фтора.

# Ковалентная связь. Направленность СВЯЗИ

Направленность связи определяется валентным углом.

**Валентным** называется угол, образованный лучами, проходящими через ядра атомов.

Молекула  $\text{CO}_2$  линейная  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ , то есть валентный угол равен  $180^\circ$ .

В молекуле метана валентный угол равен  $109,5^\circ$ ; в аммиаке -  $107,3^\circ$ ; в воде -  $104,5^\circ$ .

