

# **Грунты. Грунтоведение**

## **Лекция №1**

# Понятие о грунтах

- **Грунты** – это любые горные породы, почвы и техногенные образования, обладающие определёнными генетическими признаками и рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы, находящиеся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека.



**Сергеев Евгений Михайлович (1914, 1997)**  
крупнейший ученый  
в области  
инженерной  
геологии

# Понятие о грунтах

- **Грунтоведение** – наука, изучающая любые горные породы, почвы и техногенные образования как многокомпонентные и динамичные образования в связи с инженерной деятельностью человека



**Сергеев Евгений Михайлович (1914, 1997)**  
крупнейший ученый в области инженерной геологии

# Понятие о грунтах

- **Основная задача  
грунтоведения:**

изучение горных пород, почв и  
техногенных образований

как грунтов от микроуровня до  
массива с целью рационального  
освоения геологической среды



**Сергеев Евгений  
Михайлович  
(1914, 1997)**  
крупнейший ученый  
в области  
инженерной  
геологии

# Связь грунтоведения с другими науками





# Разделы курса

## 1. Состав и строение грунтов

- Твёрдая компонента
- Жидкая компонента
- Газовая компонента
- Живая компонента

## 2. Грунт как многокомпонентная система

- Взаимодействие компонент грунта
- Структурные связи в грунтах
- Структура и текстура грунтов

## 3. Свойства грунтов

- Физические свойства
- Физико-химические свойства
- Физико-механические свойства

## 4. Общая классификация грунтов



# Состав и строение грунтов

- Твёрдая компонента грунтов



# Твёрдая компонента грунтов

- Минералы
- Органическое вещество
- Органо-минеральные соединения
- Лёд



# Породообразующие минералы

<b>магматические</b>	полевые шпаты, кварц, пироксены, слюды, оливины
<b>метаморфические</b>	полевые шпаты, кварц, пироксены, слюды, оливины, гранаты, эпидот, кианит и хлорит
<b>осадочные</b>	кварц, полевые шпаты, слюды, глинистые минералы, карбонаты, сульфаты и галоиды

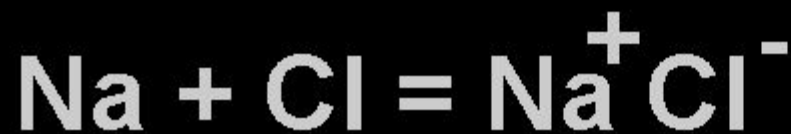
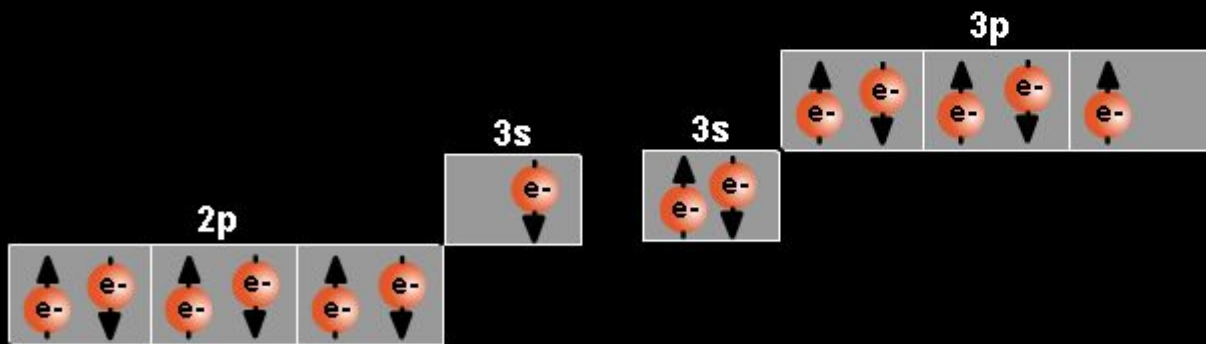
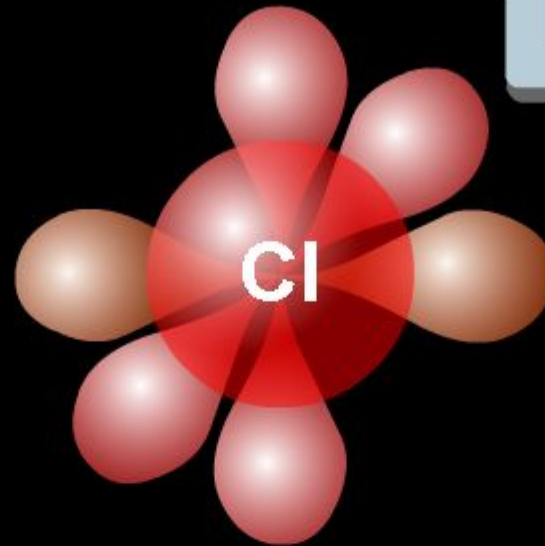


# Химическая связь

(определяет св-ва минералов → св-ва грунтов)

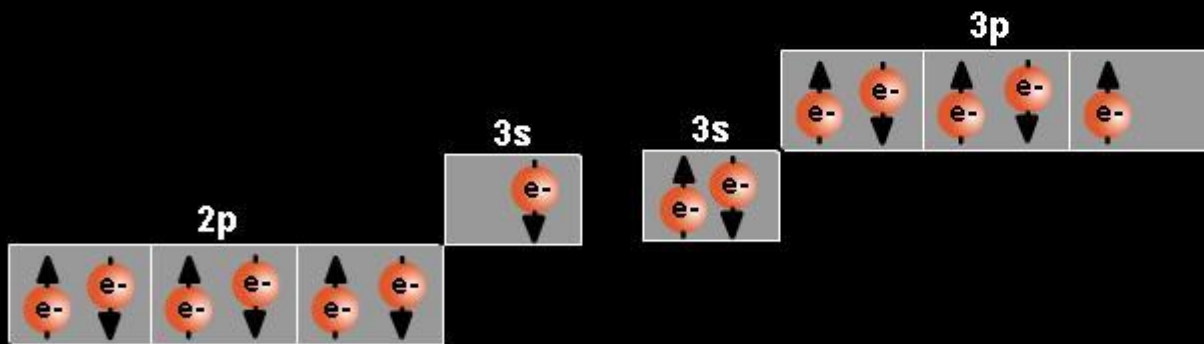
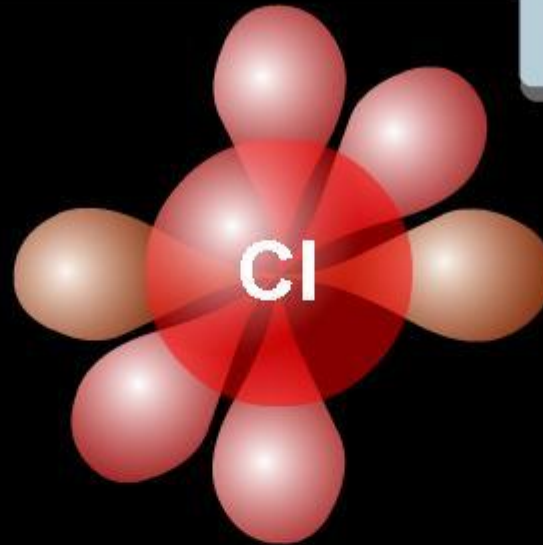
- ионная
- ковалентная
- водородная
- остаточная (или молекулярная)
- металлическая

# Ионная связь



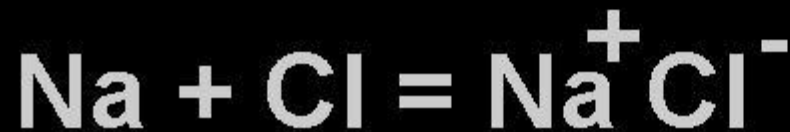
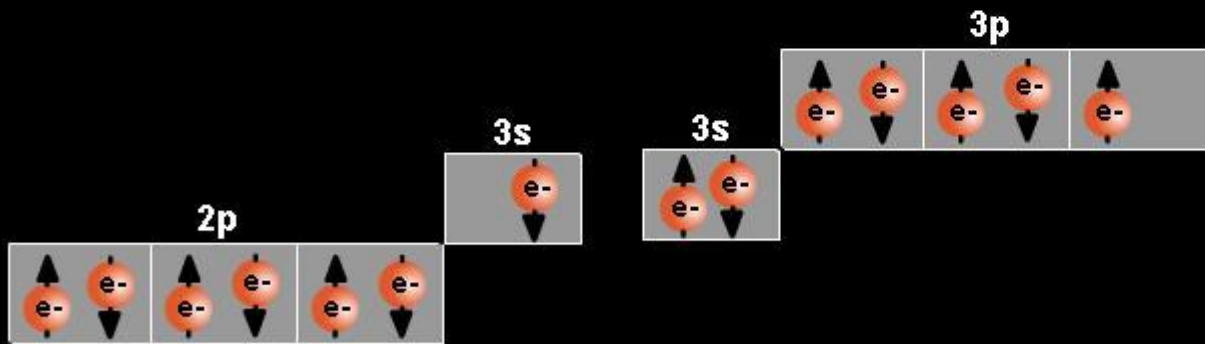
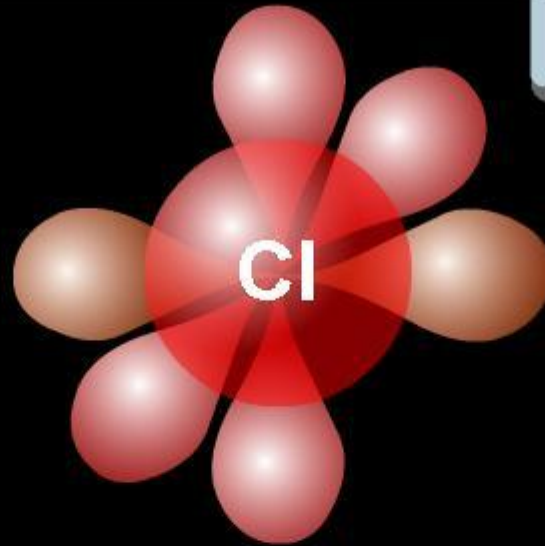
При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь

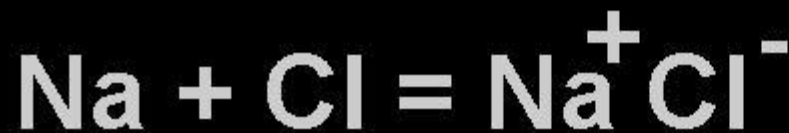
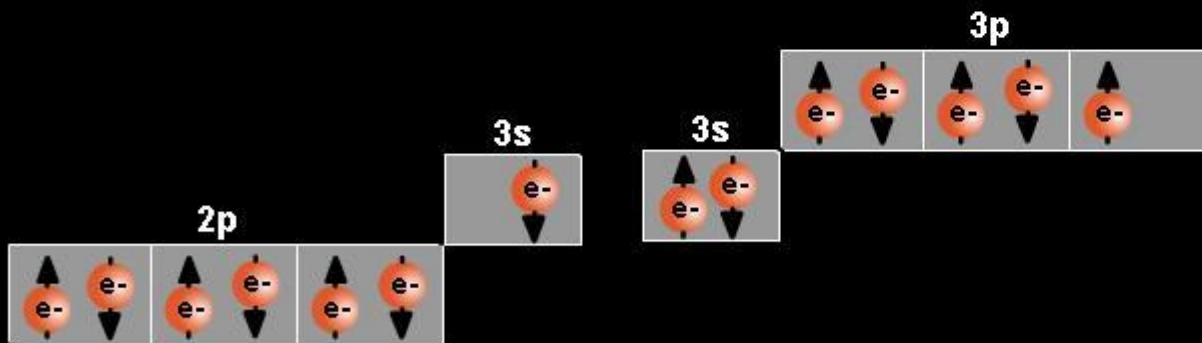
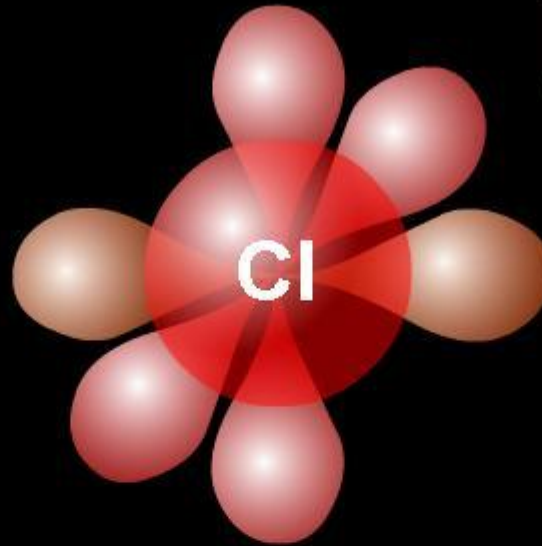


При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

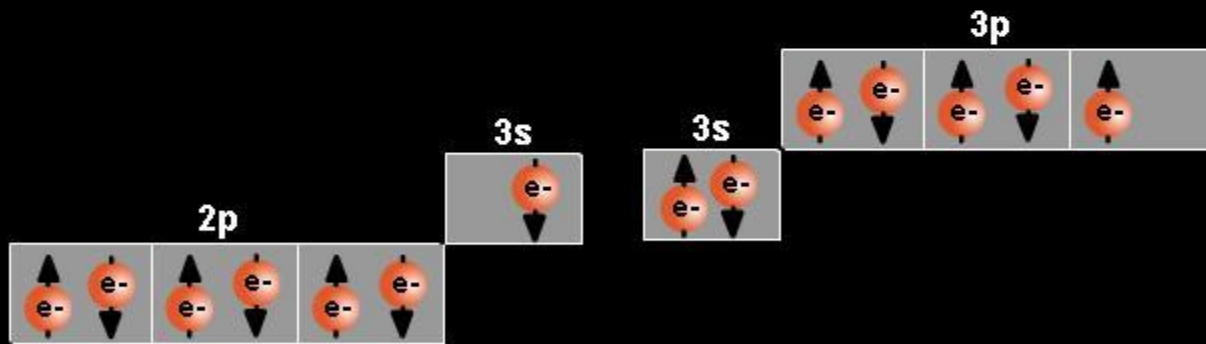
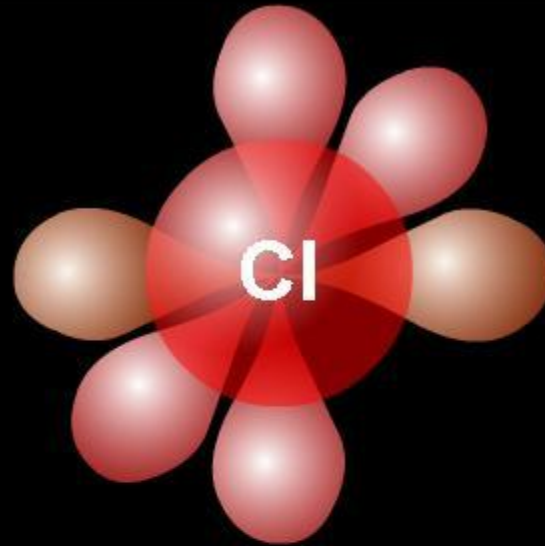


# Ионная связь

При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

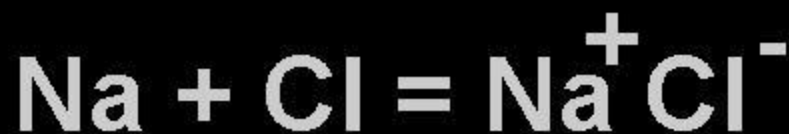
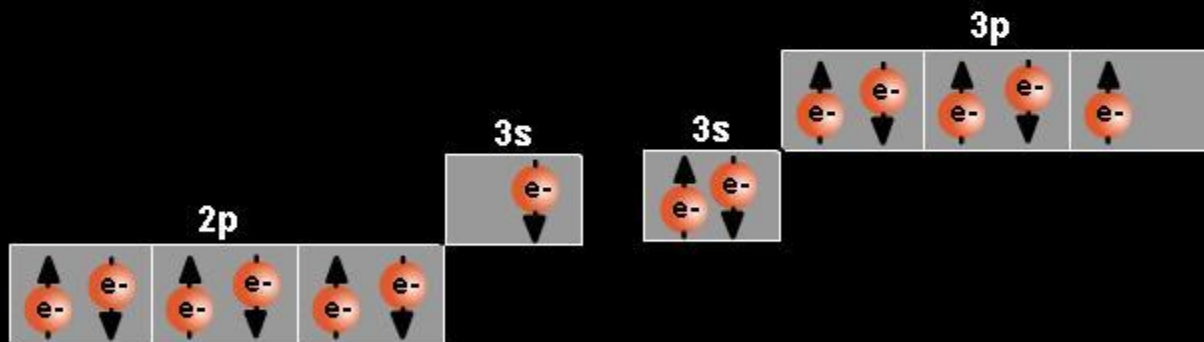
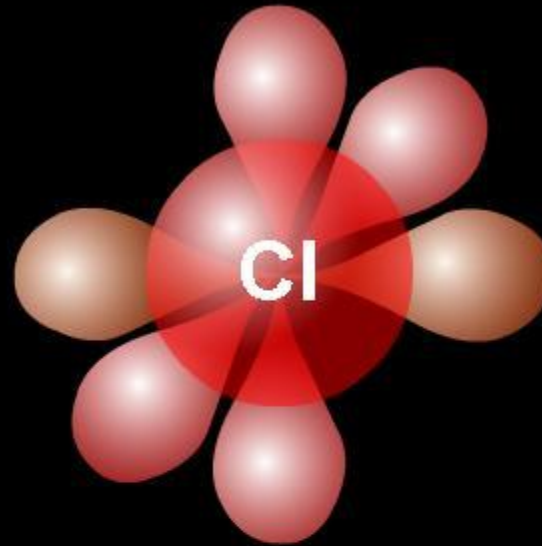


# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

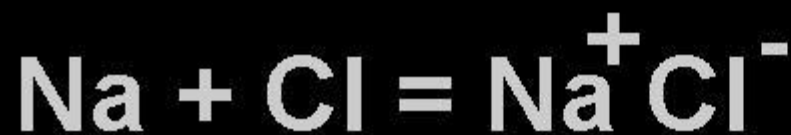
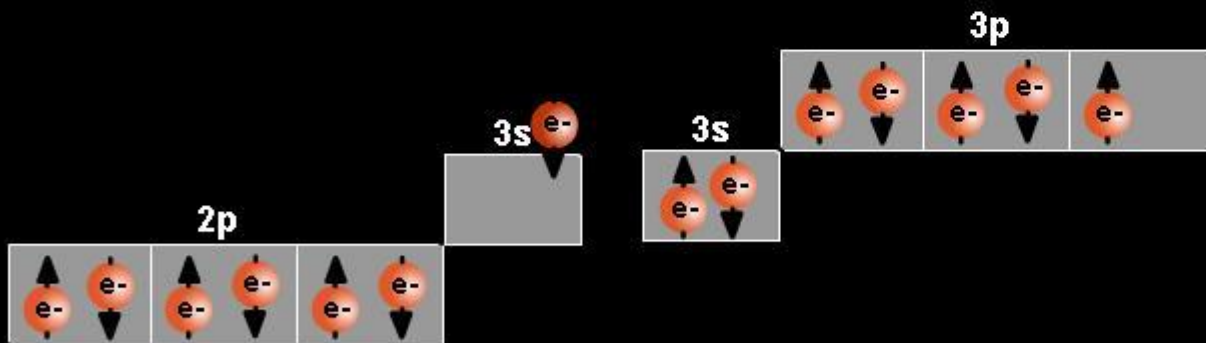
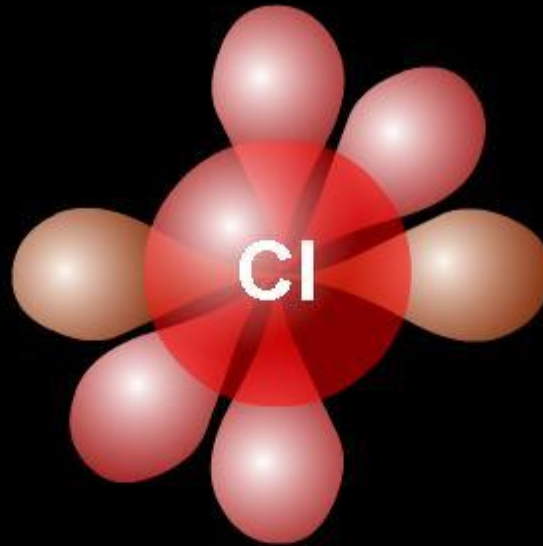
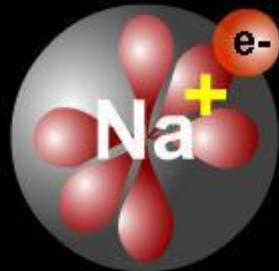
# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

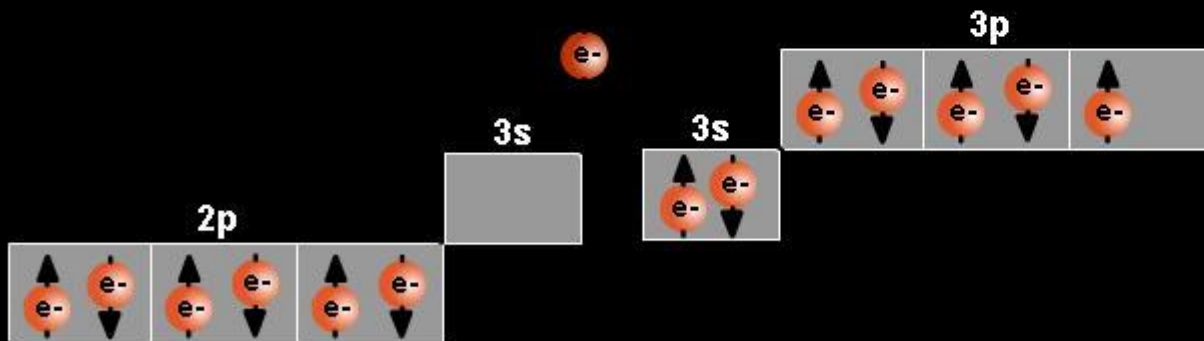
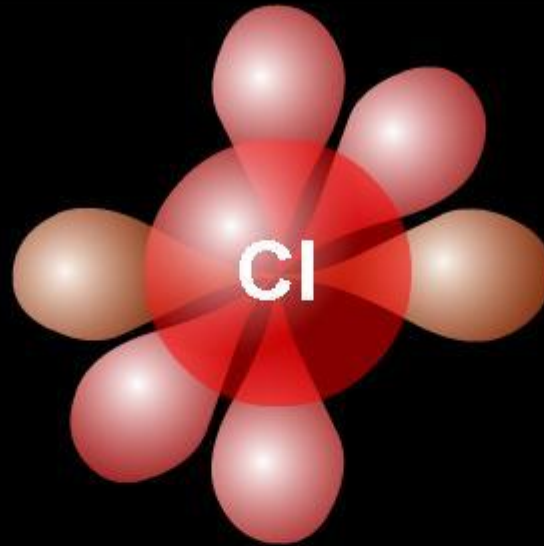
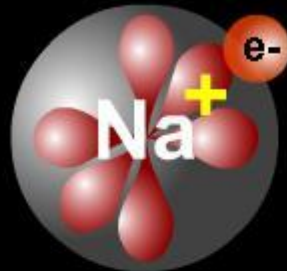


# Ионная связь



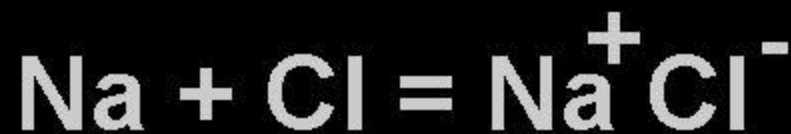
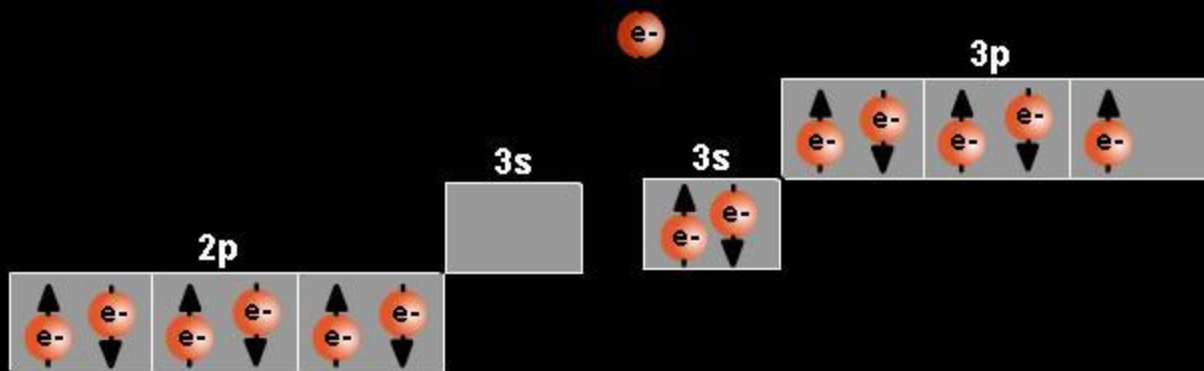
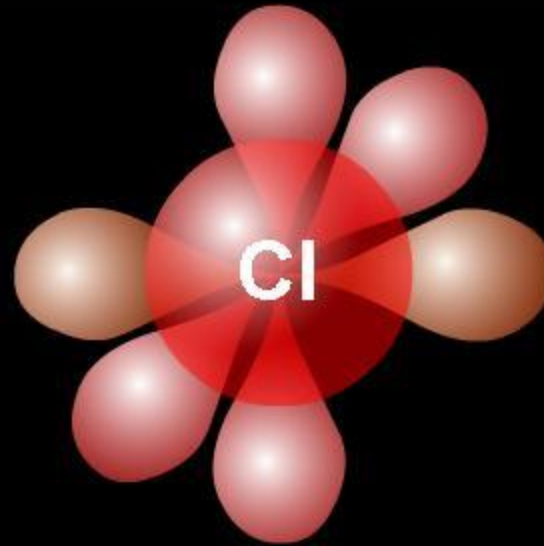
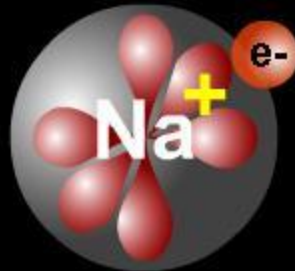
При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

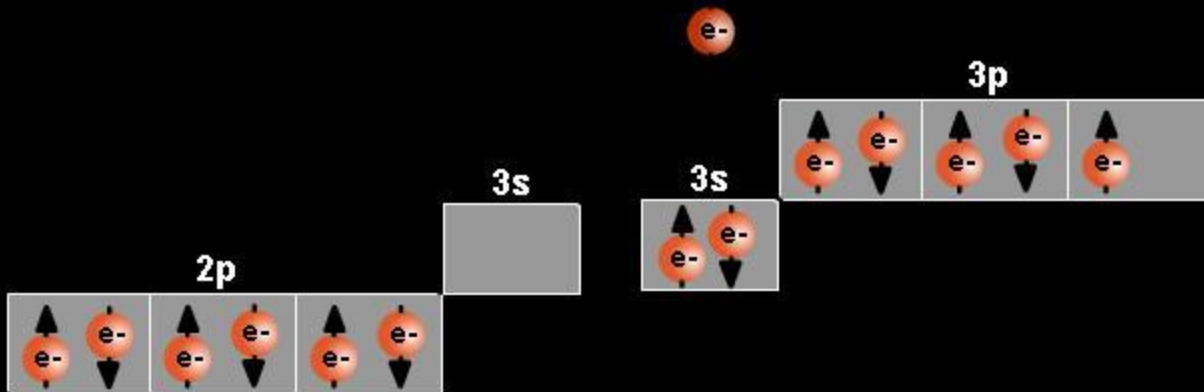
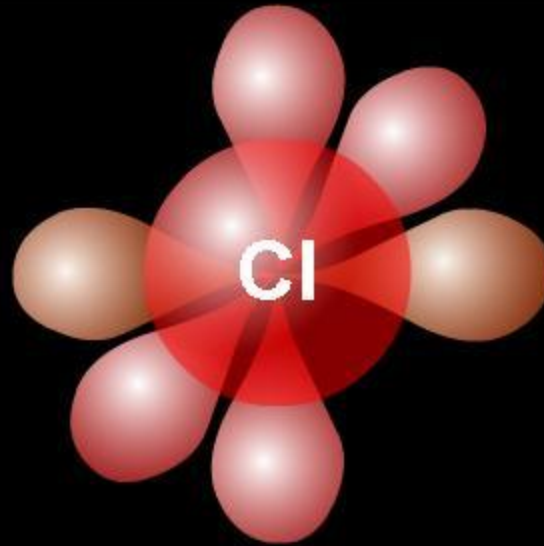
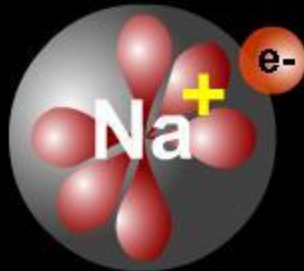
# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

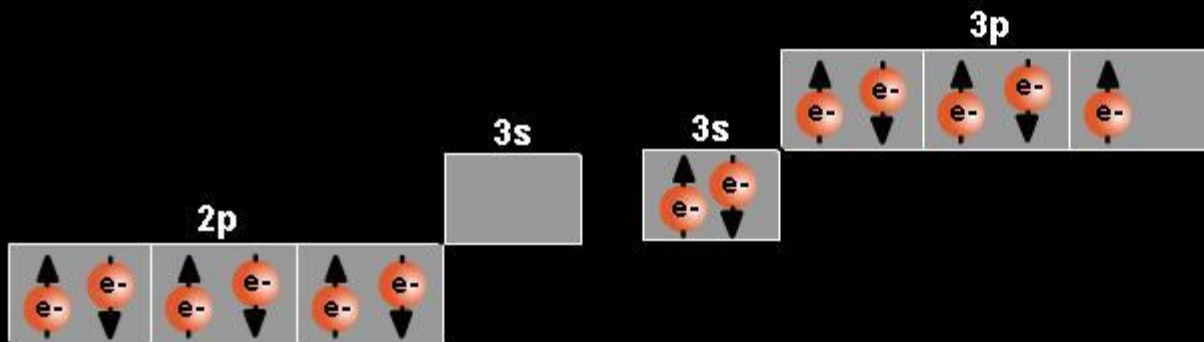
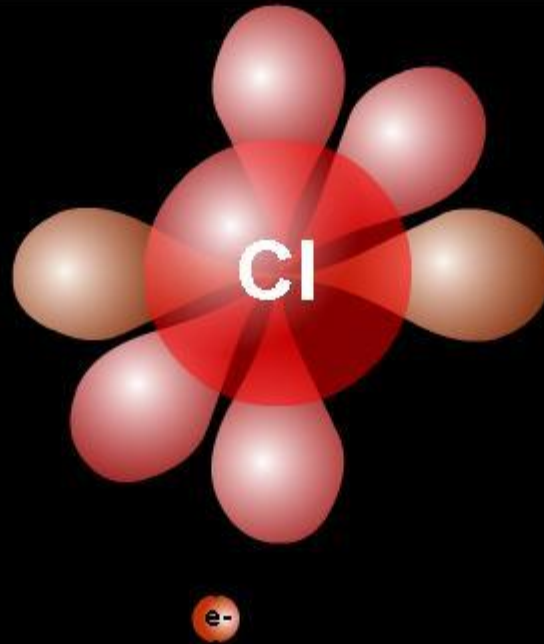
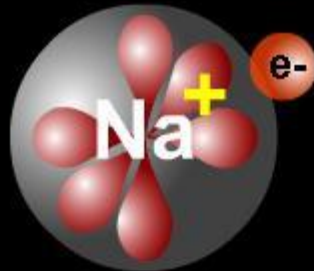


# Ионная связь



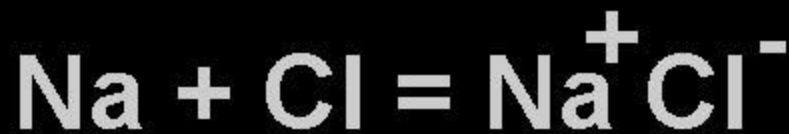
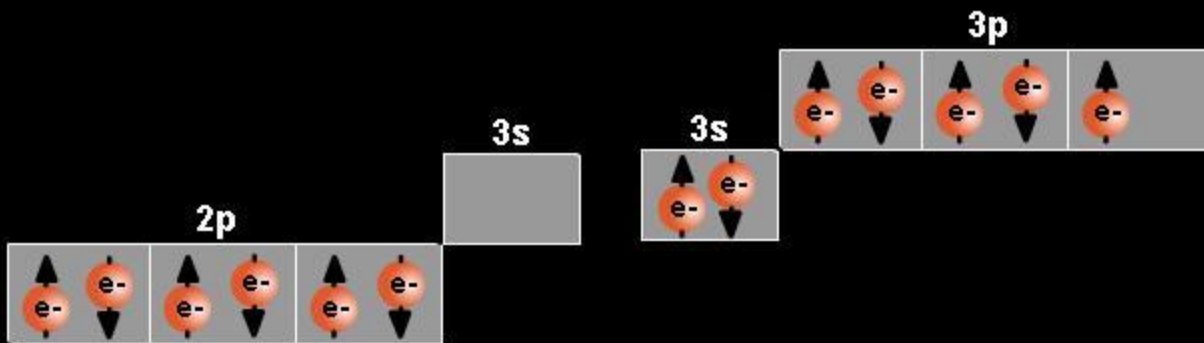
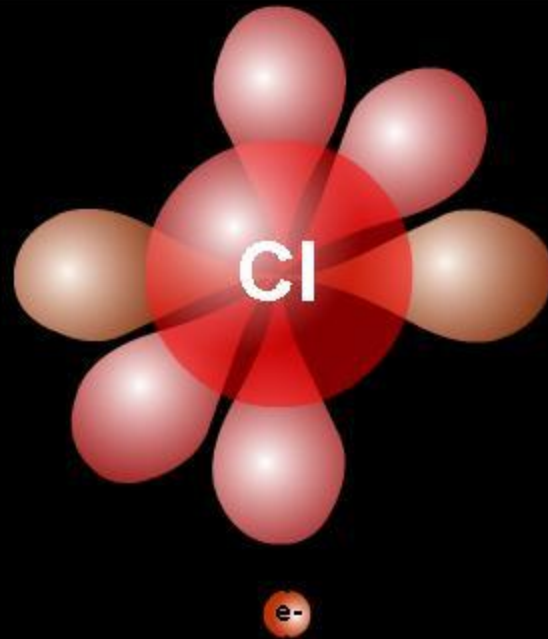
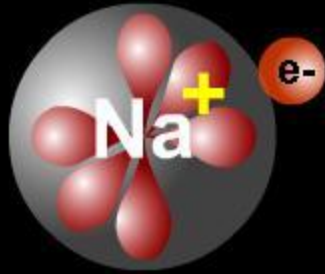
При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

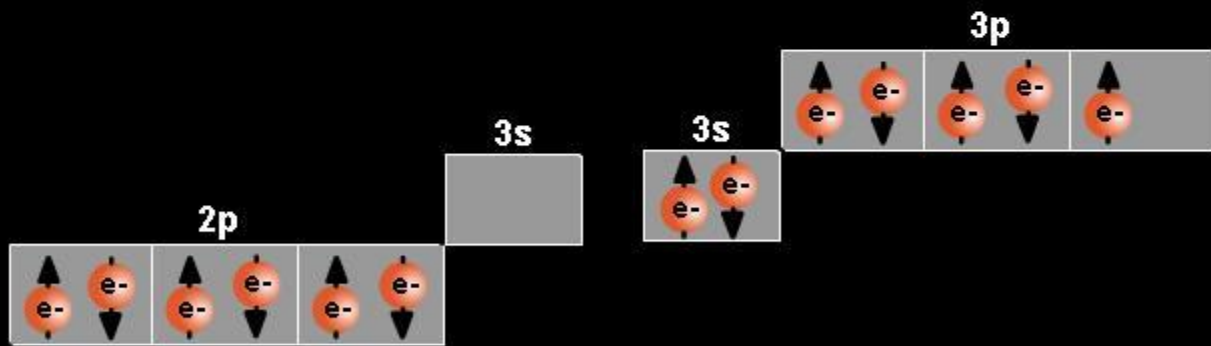
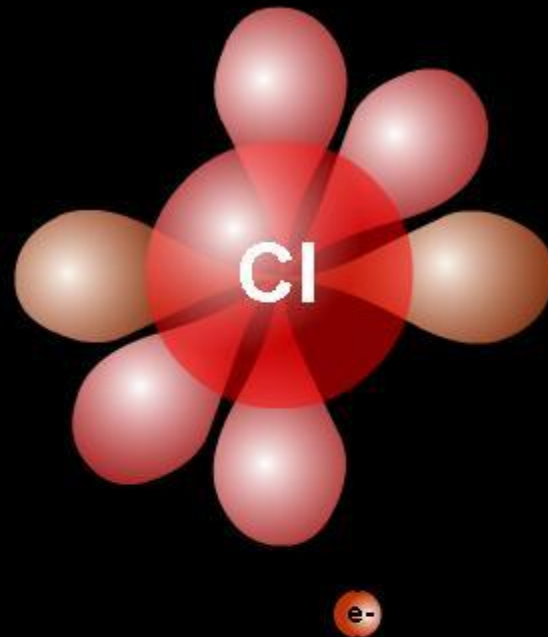
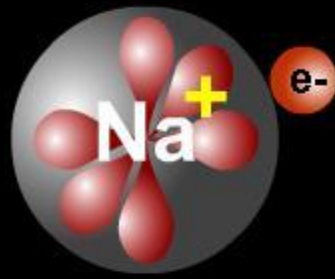
# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

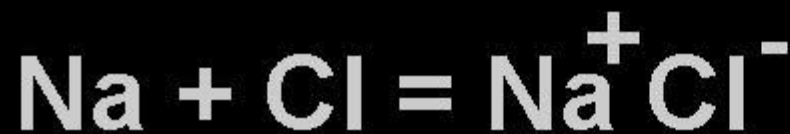
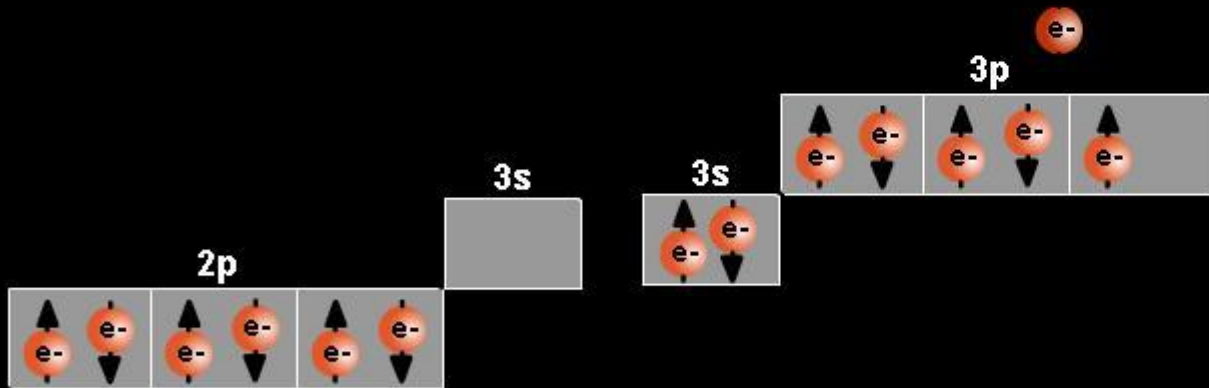
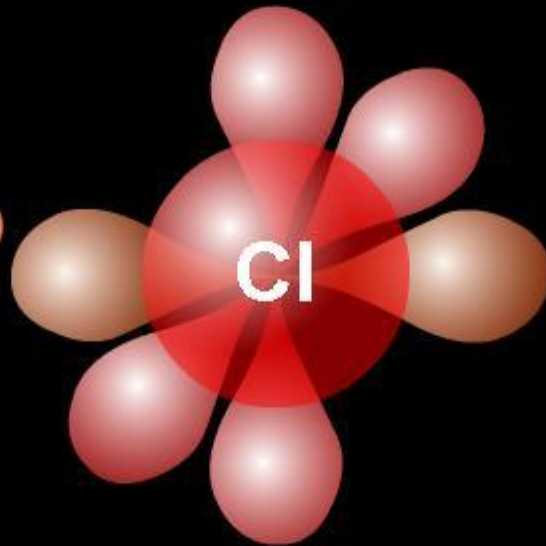


# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

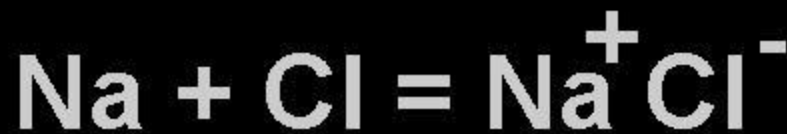
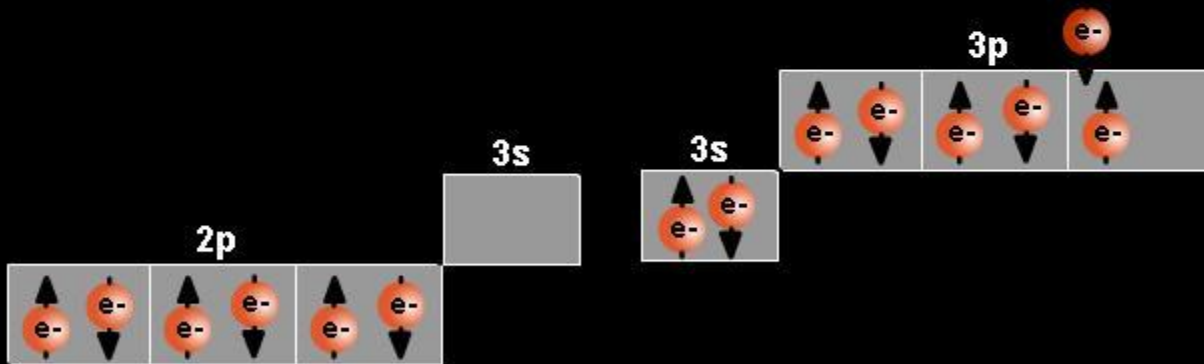
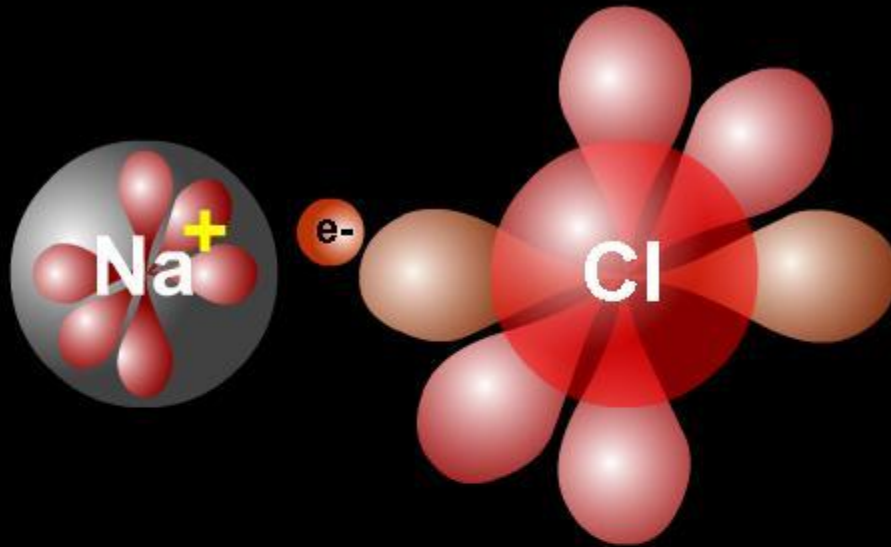
# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

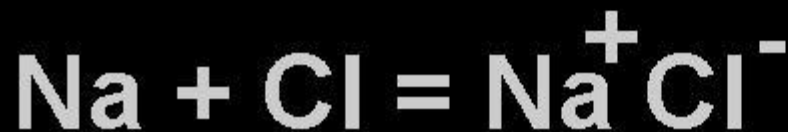
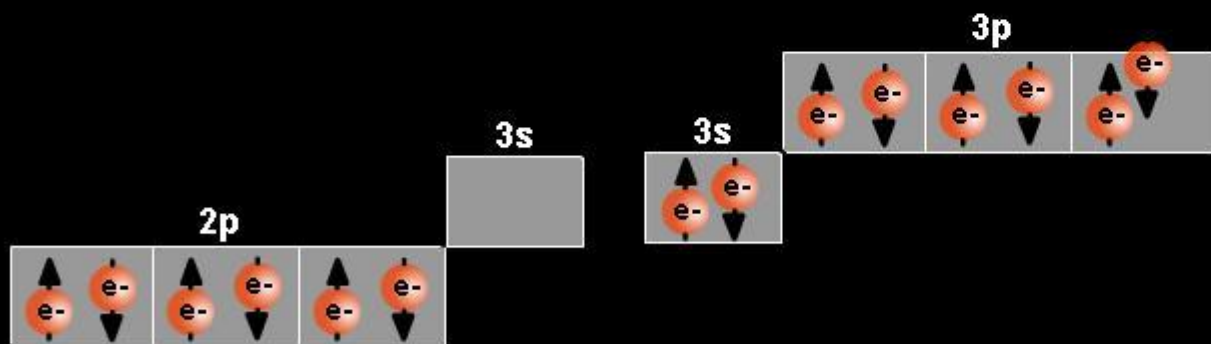
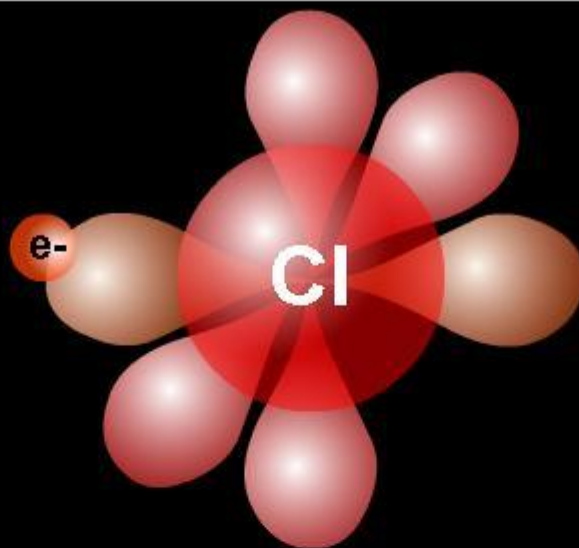


# Ионная связь



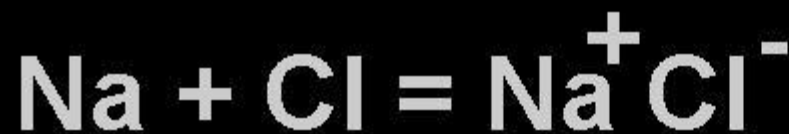
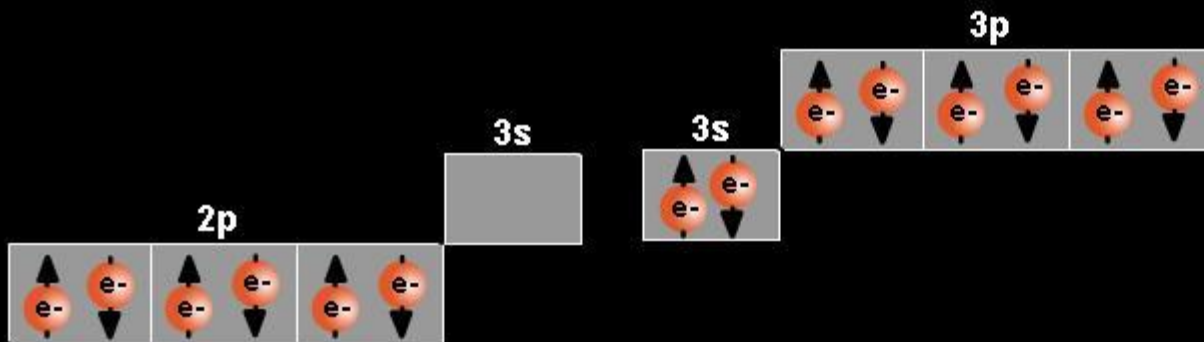
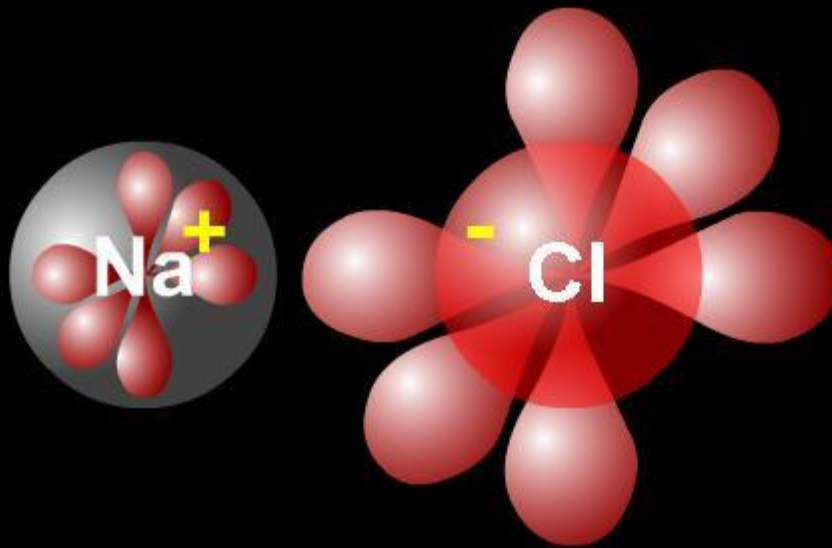
При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

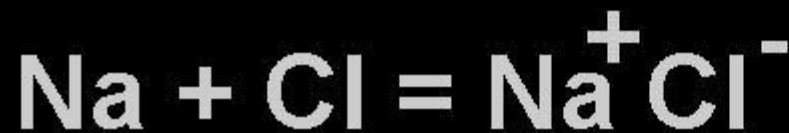
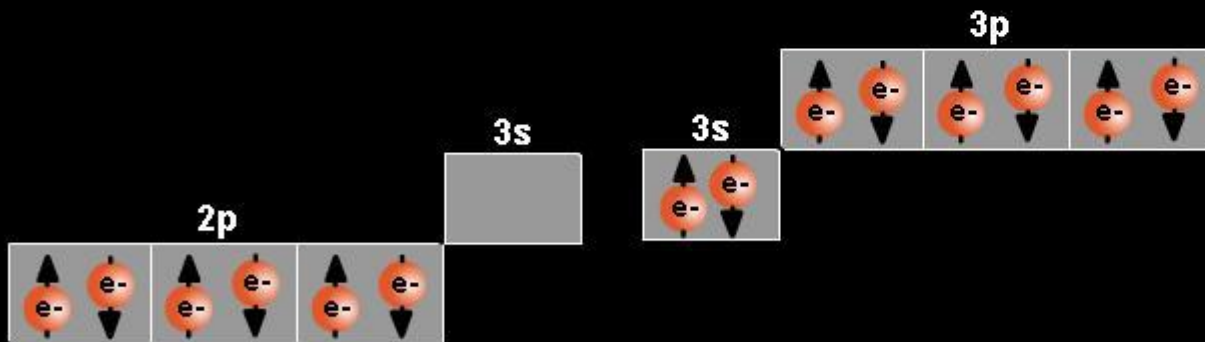
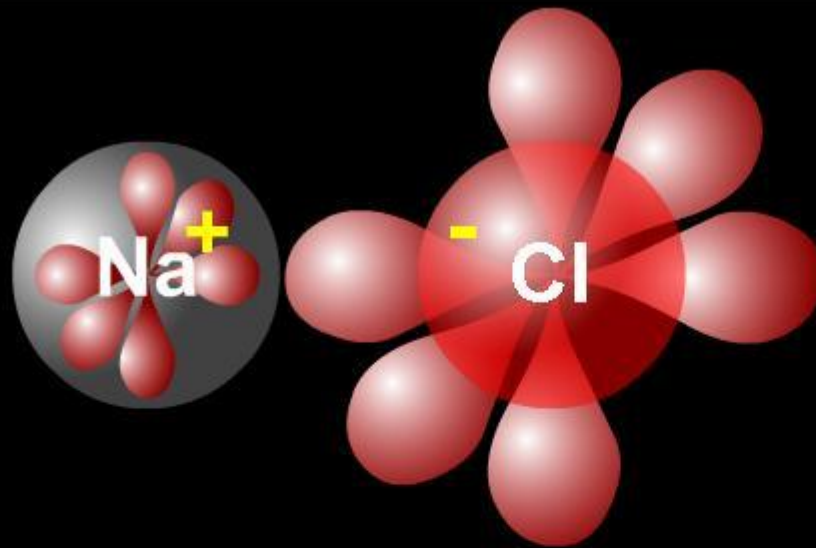
# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

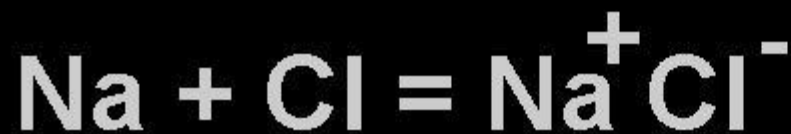
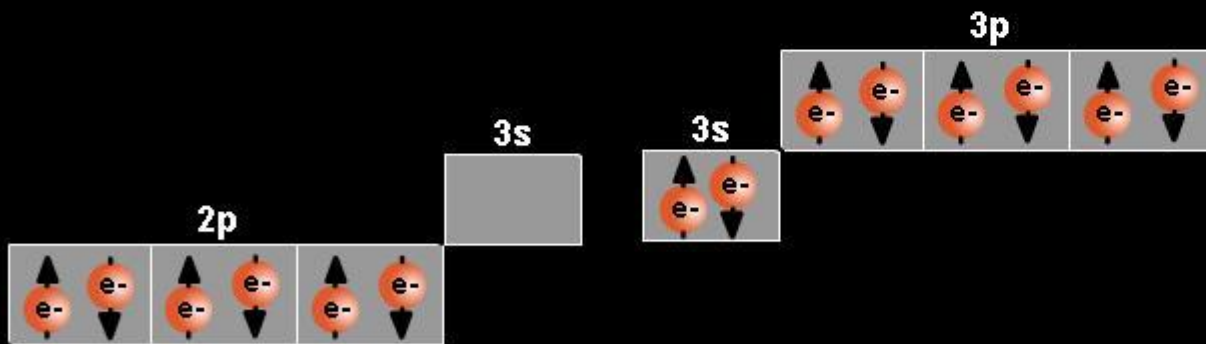
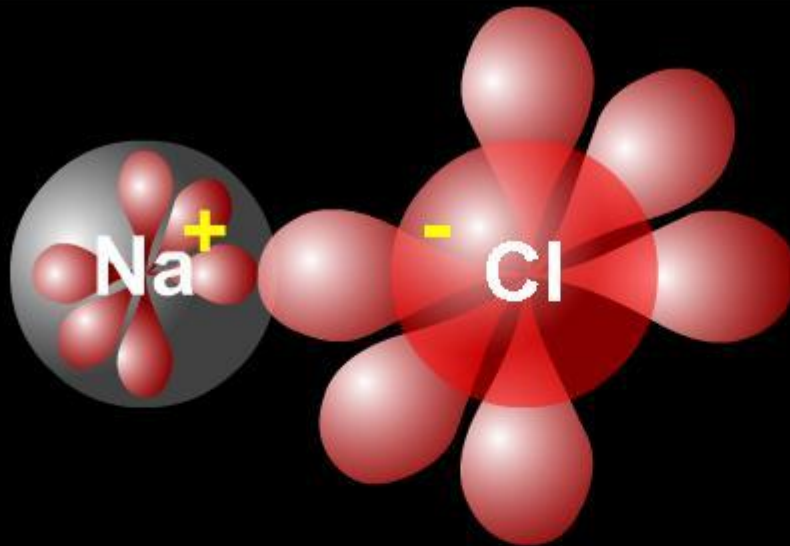


# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

# Ионная связь



При ионной связи один атом (менее электроотрицательный) отдает другому (более электроотрицательному) один или несколько электронов. При этом каждый атом становится обладателем стабильного набора электронов (завершенных электронных оболочек).

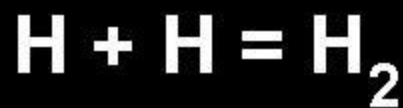
## Ковалентная связь



1s



1s



Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

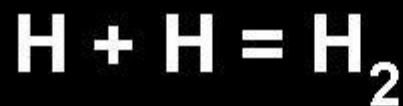
## Ковалентная связь



1s



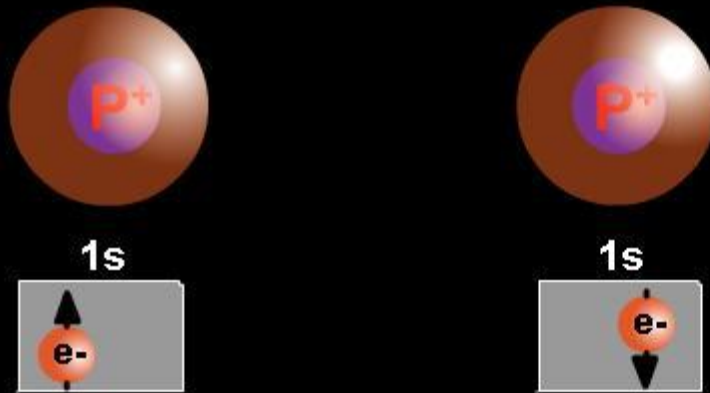
1s



Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.



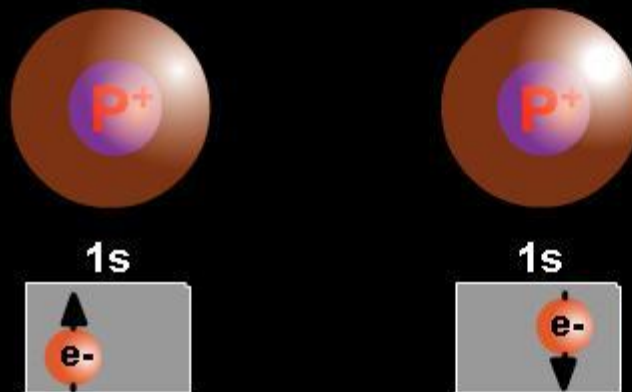
## Ковалентная связь



Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

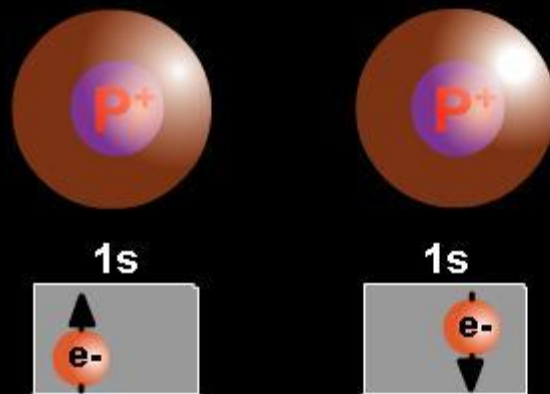


## Ковалентная связь



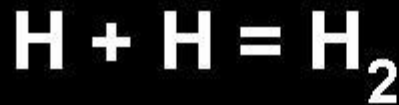
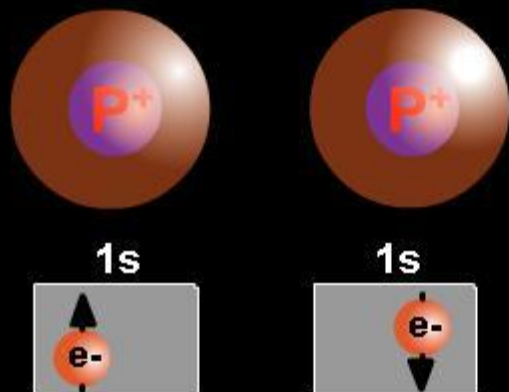
Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

## Ковалентная связь



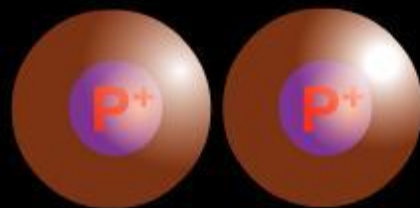
Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

## Ковалентная связь



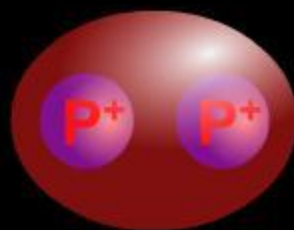
Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

## Ковалентная связь

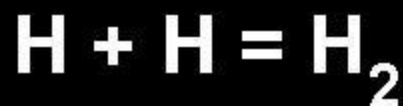
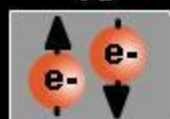


Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

## Ковалентная связь

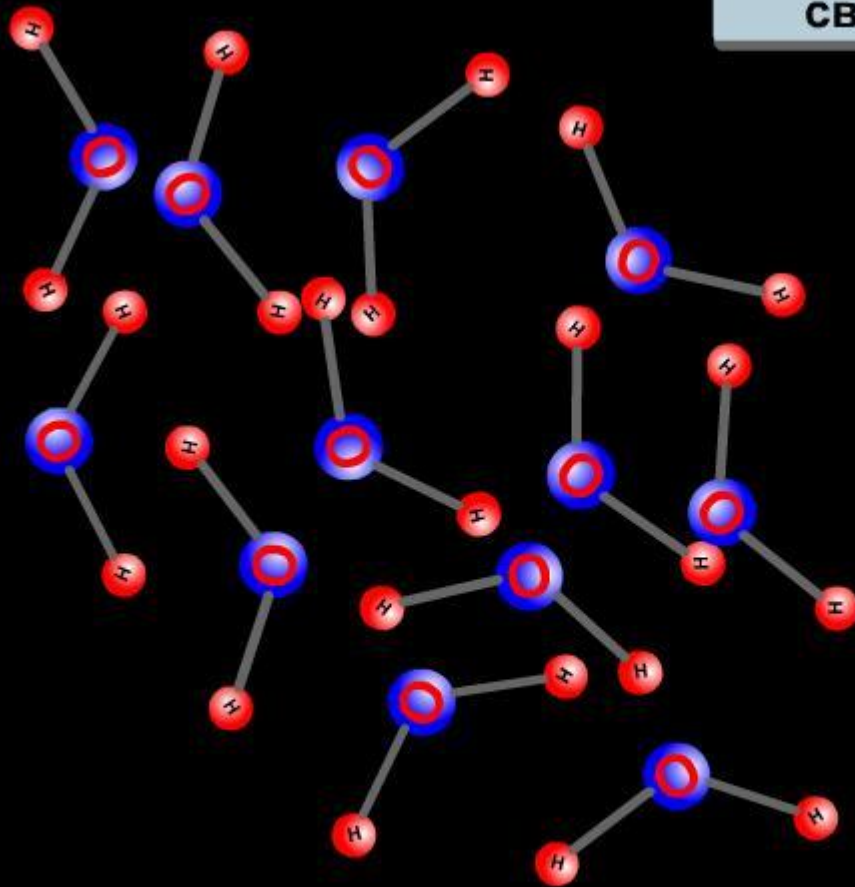


1s



Ковалентная связь возникает между атомами, которые имеют незавершенные электронные оболочки. За счет перекрытия орбиталей атомов происходит обобществление электронов и образование единой оболочки.

# Водородная связь (вода)



t°C

6

4

0

-4

Пуск

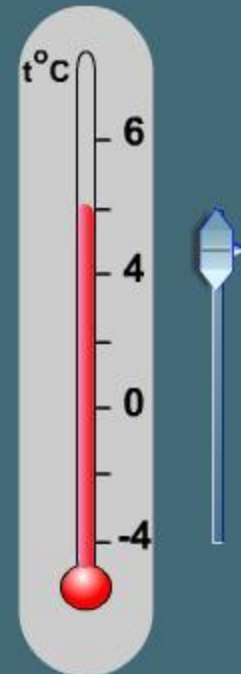
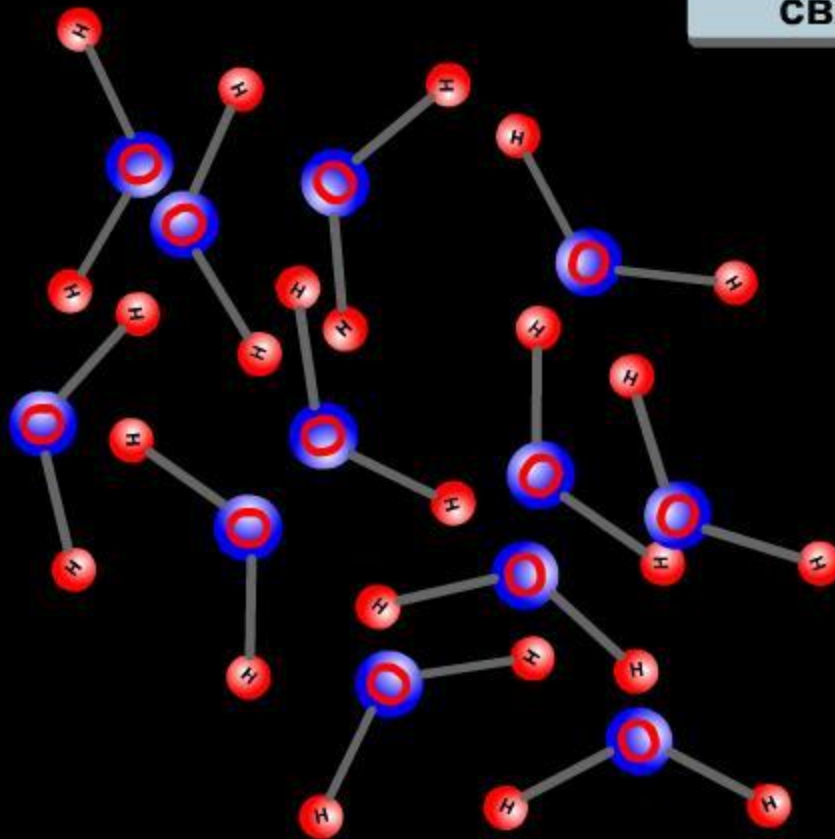
В начало

РАД

© А.Д. Рожковский, 2006



# Водородная связь (вода)

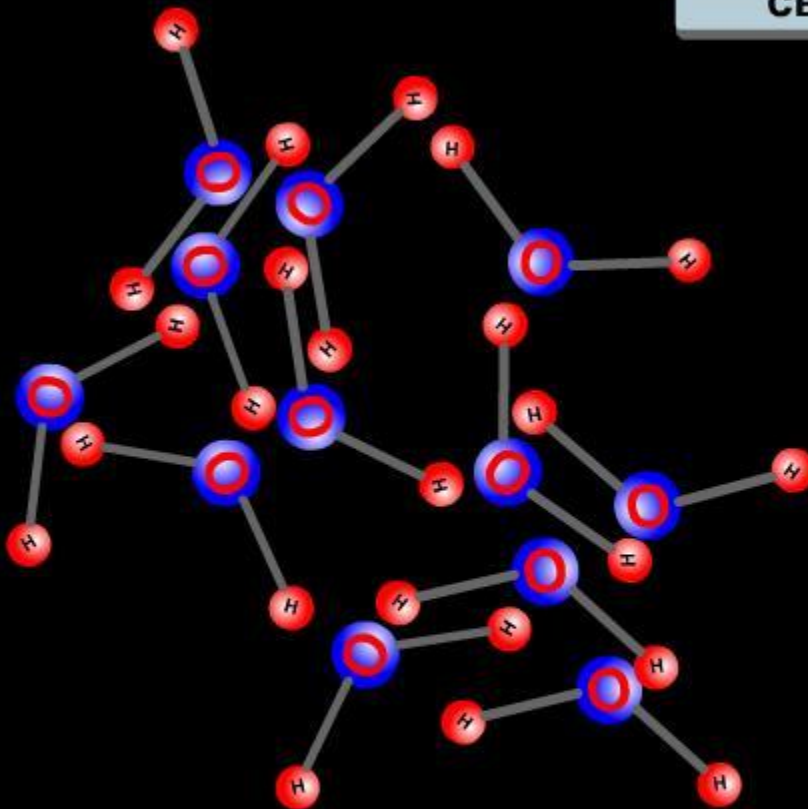


Пуск  
В начало

РАД

© А.Д. Рожковский, 2006

# Водородная связь (вода)



Пуск

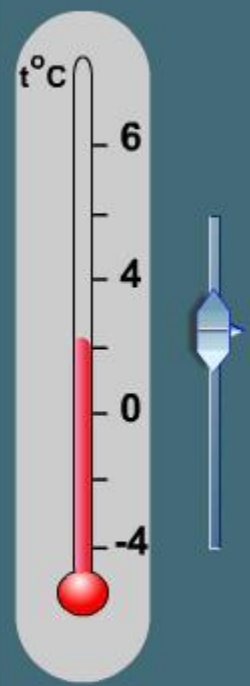
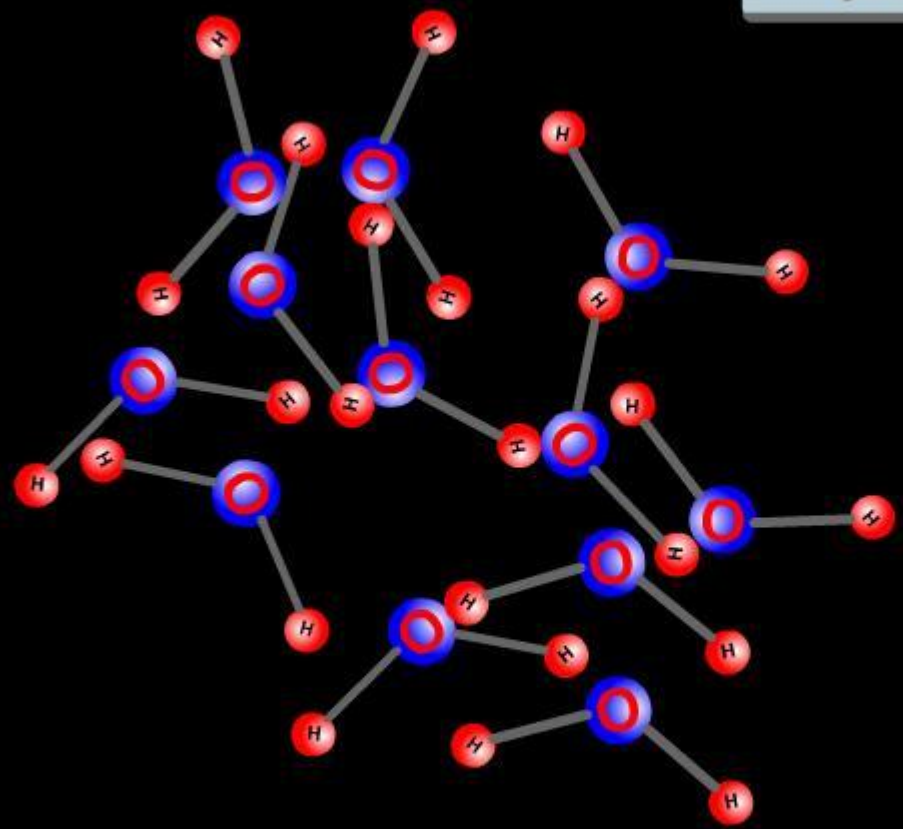
В начало

РАД

© А.Д. Рояковский, 2006



# Водородная связь (вода)

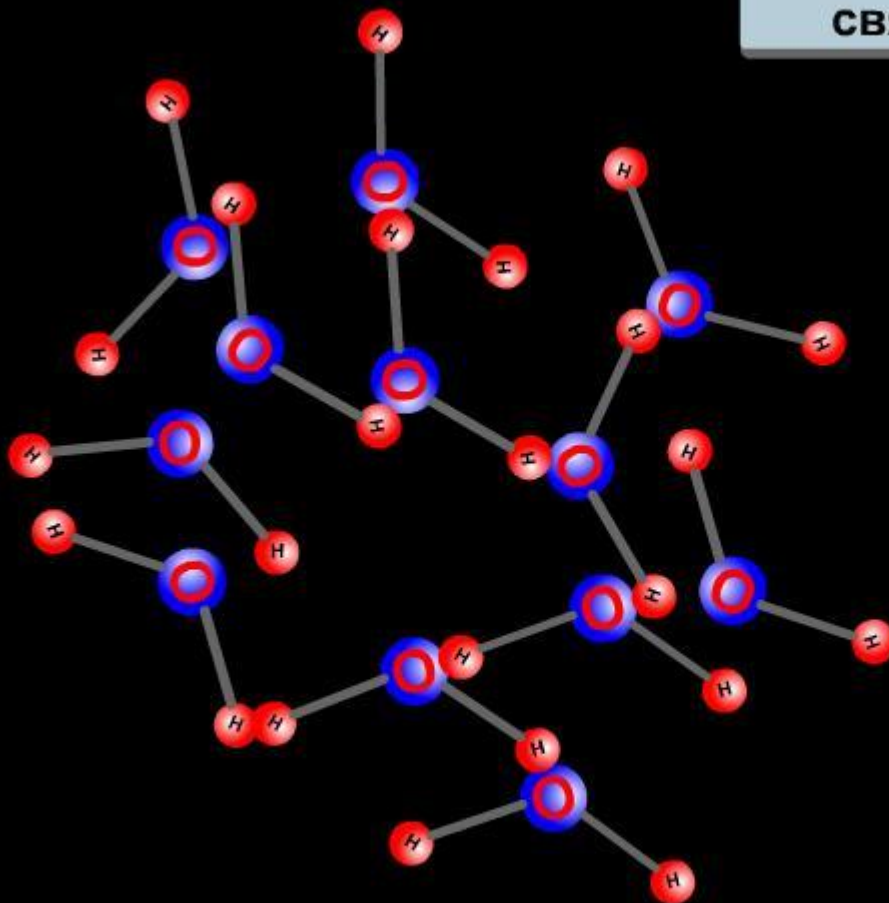


Пуск  
В начало

РАД

© А.Д. Рожковский, 2006

# Водородная связь (вода)



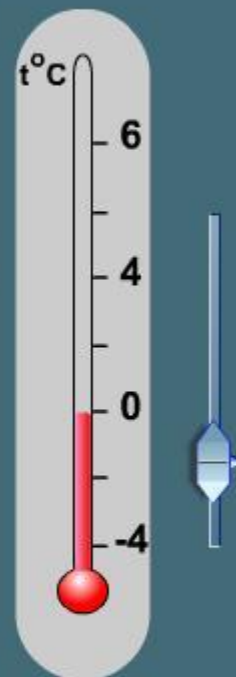
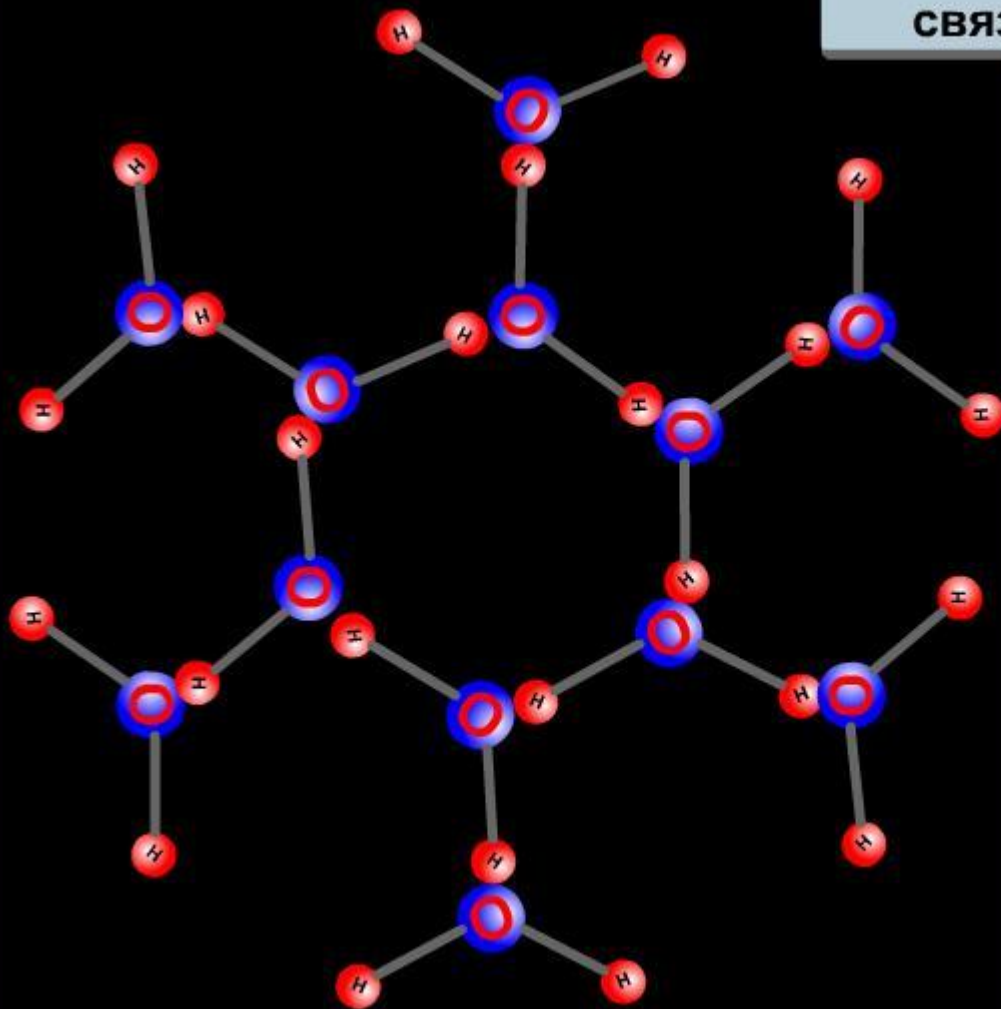
Пуск

В начало

РАД

© А.Д. Рожковский, 2006

# Водородная связь (вода)



Пуск

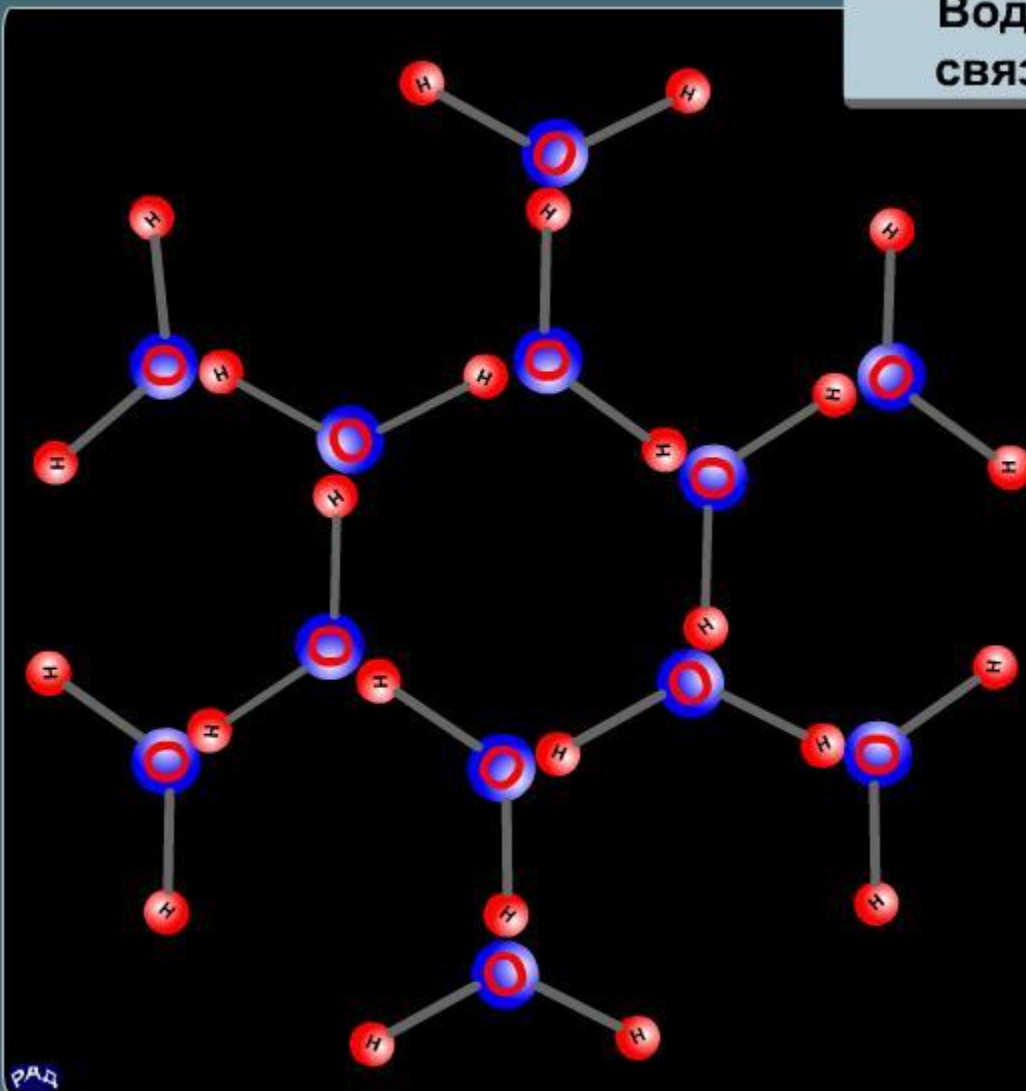
В начало

РАД

Заголовок: ddd4  
Адрес: javascript:;

© А.Д. Рожковский, 2006

# Водородная связь (вода)



t°C

6

4

0

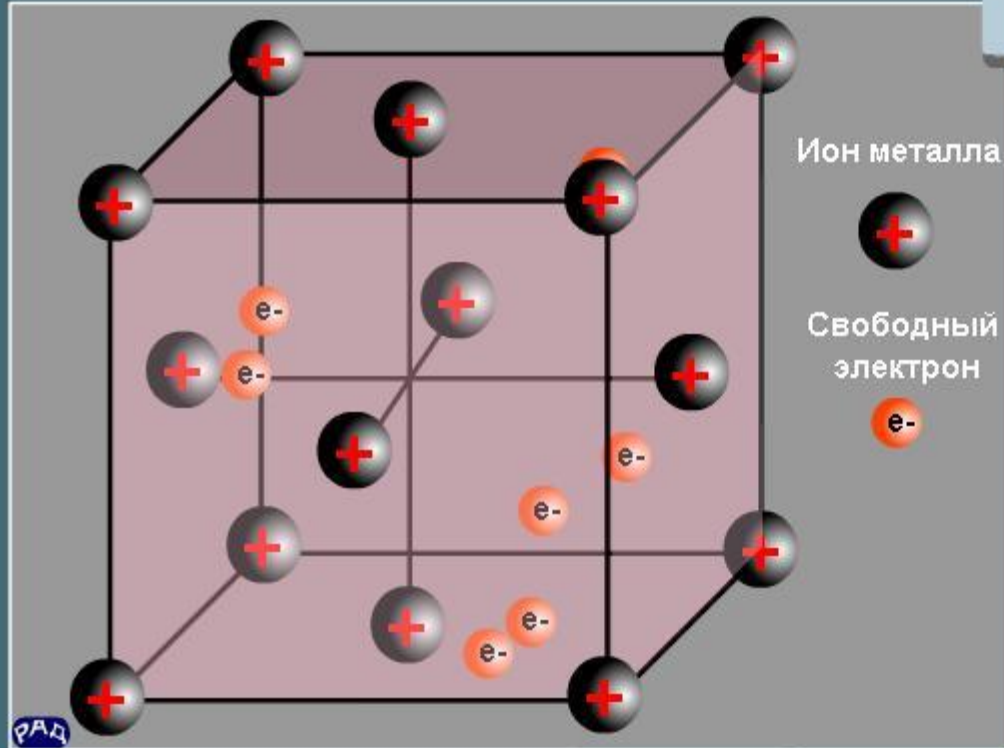
-4

Пуск

В начало

© А.Д. Рожковский, 2006

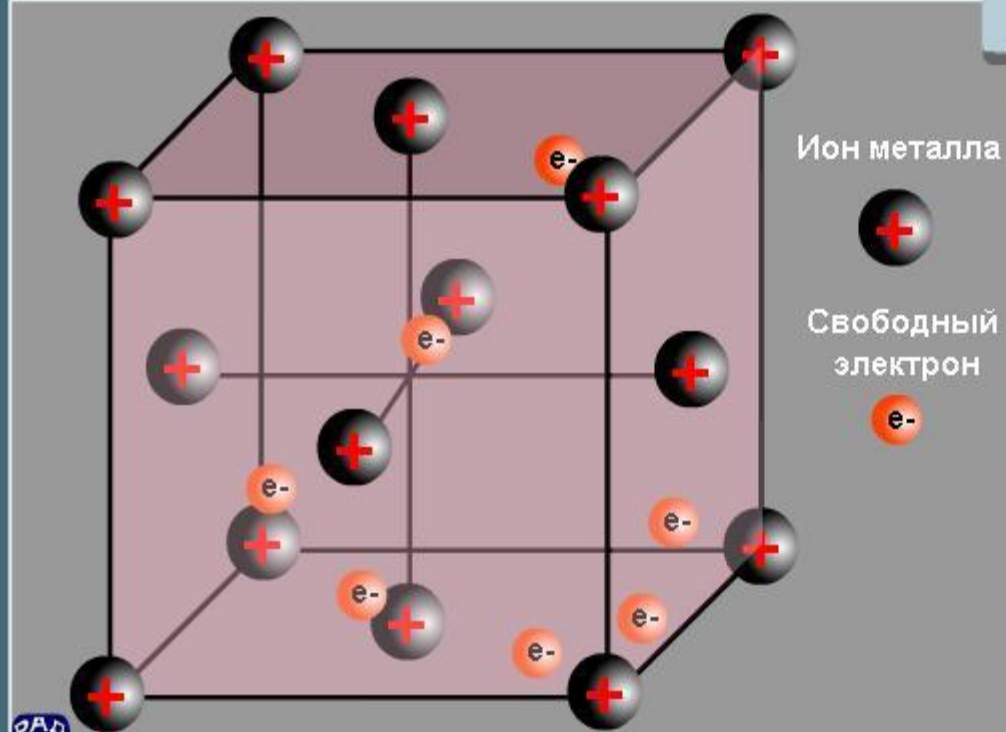
## Металлическая связь



Металлическую связь образуют элементы, атомы которых на внешнем уровне имеют мало валентных электронов. Эти электроны из-за небольшой энергии ионизации свободно перемещаются по всему металлу и образуют "электронный газ". Они становятся общими для всех атомов металла.

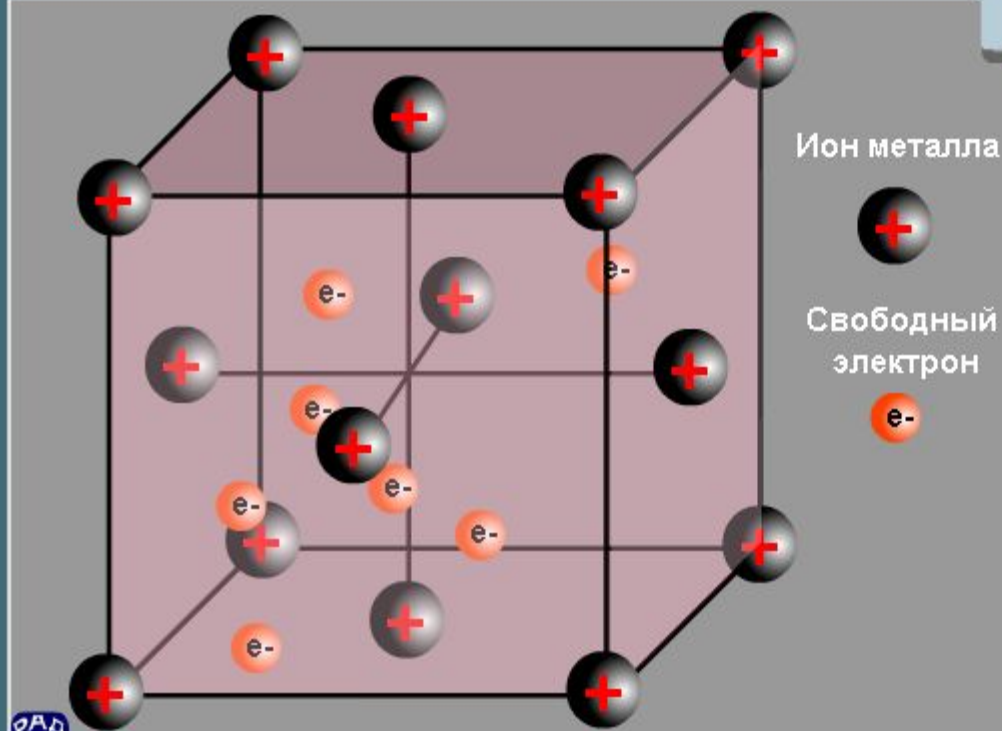


## Металлическая связь



Металлическую связь образуют элементы, атомы которых на внешнем уровне имеют мало валентных электронов. Эти электроны из-за небольшой энергии ионизации свободно перемещаются по всему металлу и образуют "электронный газ". Они становятся общими для всех атомов металла.

## Металлическая связь



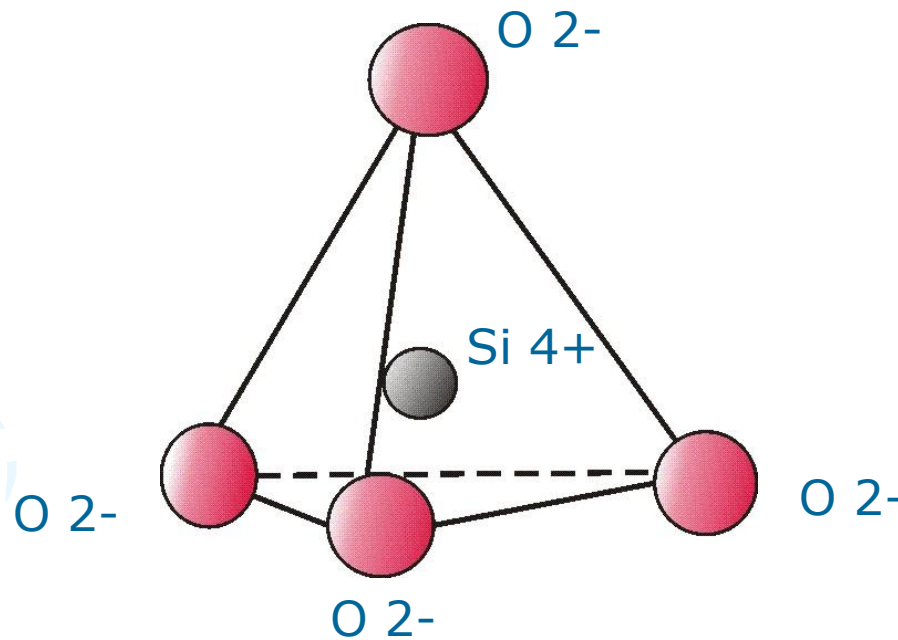
Металлическую связь образуют элементы, атомы которых на внешнем уровне имеют мало валентных электронов. Эти электроны из-за небольшой энергии ионизации свободно перемещаются по всему металлу и образуют "электронный газ". Они становятся общими для всех атомов металла.

# Классификация минералов по преобл.типу хим.связи

- 1. Первичные силикаты (ковалентная)
- 2. Простые соли (ионная)
- 3. Глинистые минералы (молекулярная, водородная)

# Строение и свойства первичных силикатов

- Основной структурный элемент – кремнекислородный тетраэдр



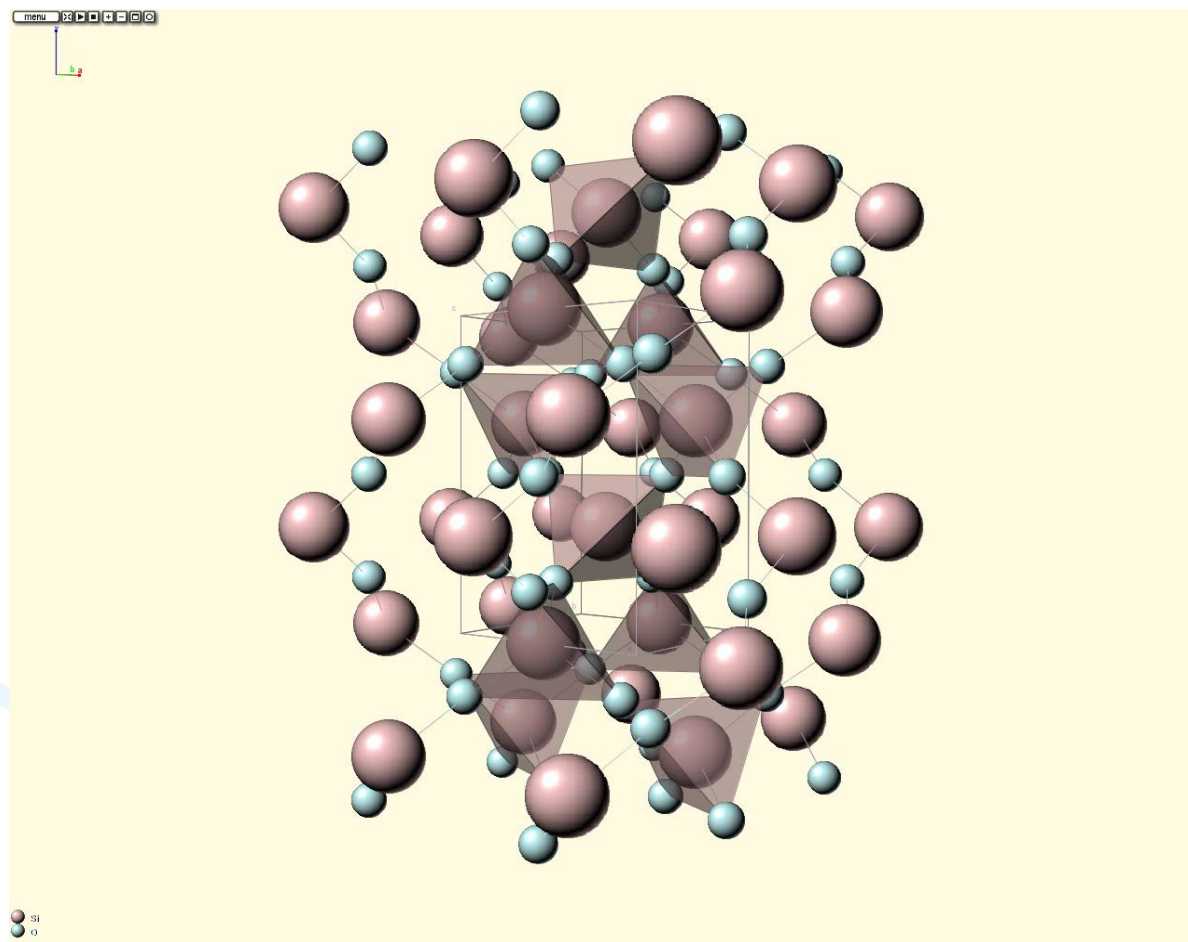
# Кварц ( $\text{SiO}_2$ )

- Формально относится к группе **ОКИСЛОВ**
- Плотность:  $2,62 - 2,65 \text{ г/см}^3$
- Высокая прочность (благодаря ионно-ковалентному типу связи)
- Низкая растворимость (практически не выветривается)





# Кварц ( $\text{SiO}_2$ )



# Каркасные силикаты

- Калиево-натриевые  
(ортоклаз-микроклин) –  
 $(K, Na)[AlSi_3O_8]$
- Кальциево-натриевые  
(альбит – анортит) –  
 $Na[AlSi_3O_8] - Ca[Al_2Si_2O_8]$

# Каркасные силикаты

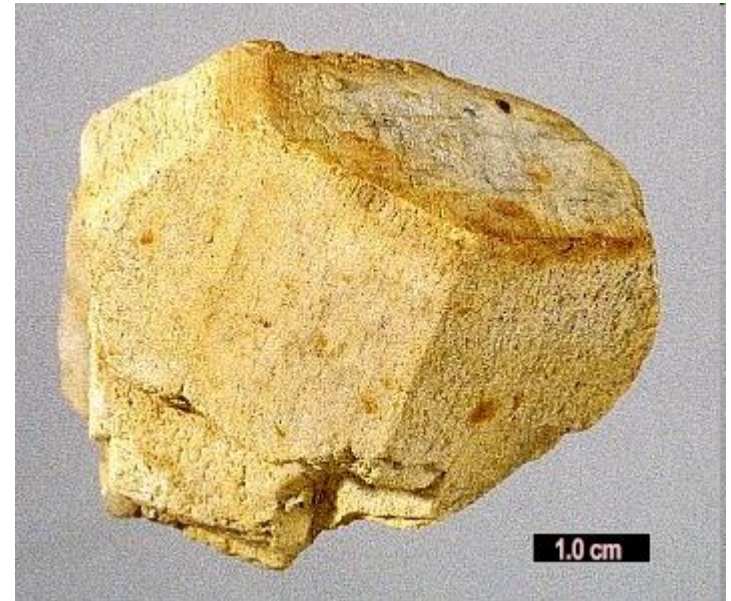
- Часть ионов  $\text{Si}^{4+}$  изоморфно замещена ионами  $\text{Al}^{3+}$  :



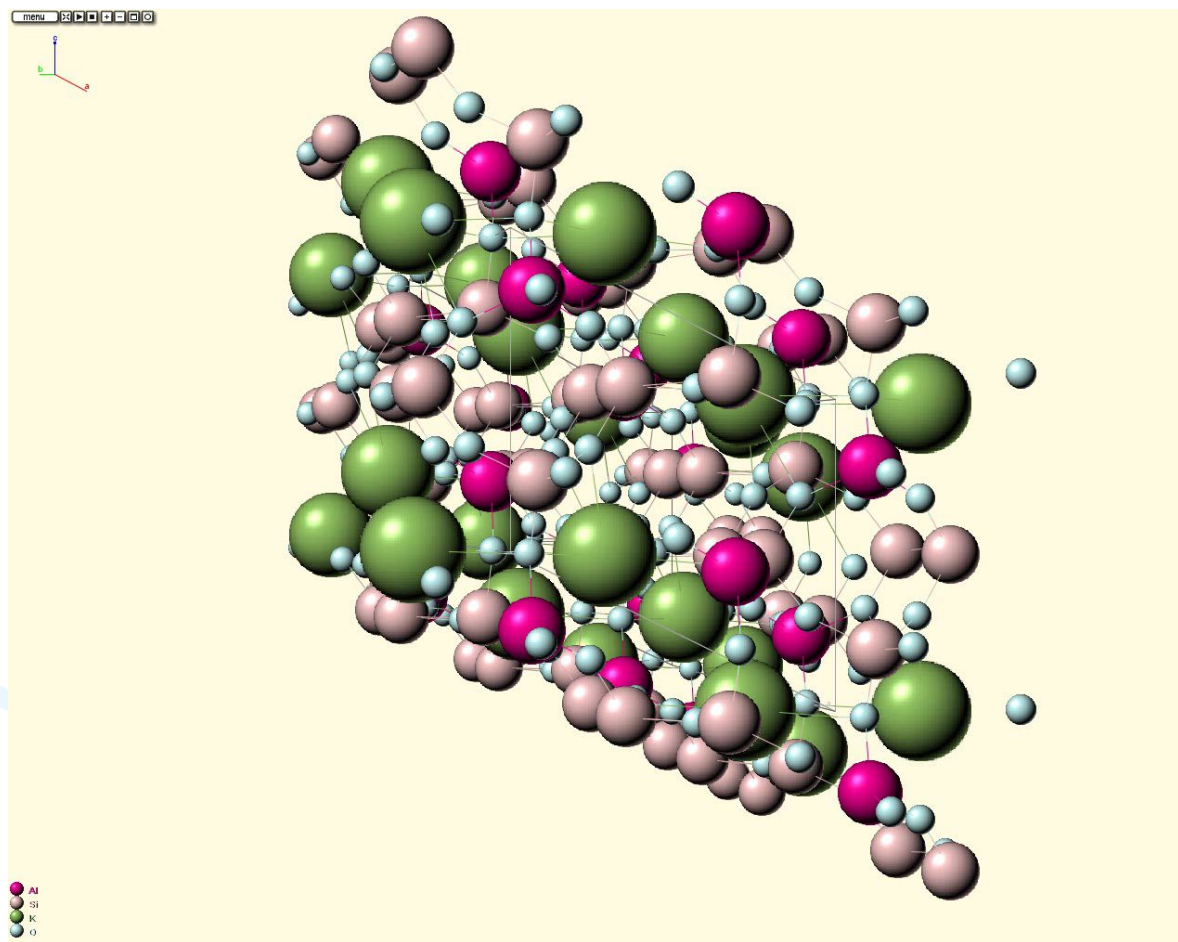
- Избыточный отрицательный заряд компенсируется ионами  $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$  или  $\text{Ca}^{2+}$

# Каркасные силикаты

- Плотность: 2,56 – 2,75 г/см<sup>3</sup>
- Высокая прочность (благодаря ионно-ковалентному типу связи)
- Низкая растворимость (по сравнению с кварцем более склонны к выветриванию из-за изоморфных замещений и высокой миграционной способности  $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Ca}^{2+}$ )



# Каркасные силикаты





# Островные силикаты

## Оливин $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$

- Связь между кремнекислородными тетраэдрами осуществляется через катионы  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$

- В окислительной обстановке



в связи с чем легко выветривается

# Островные силикаты

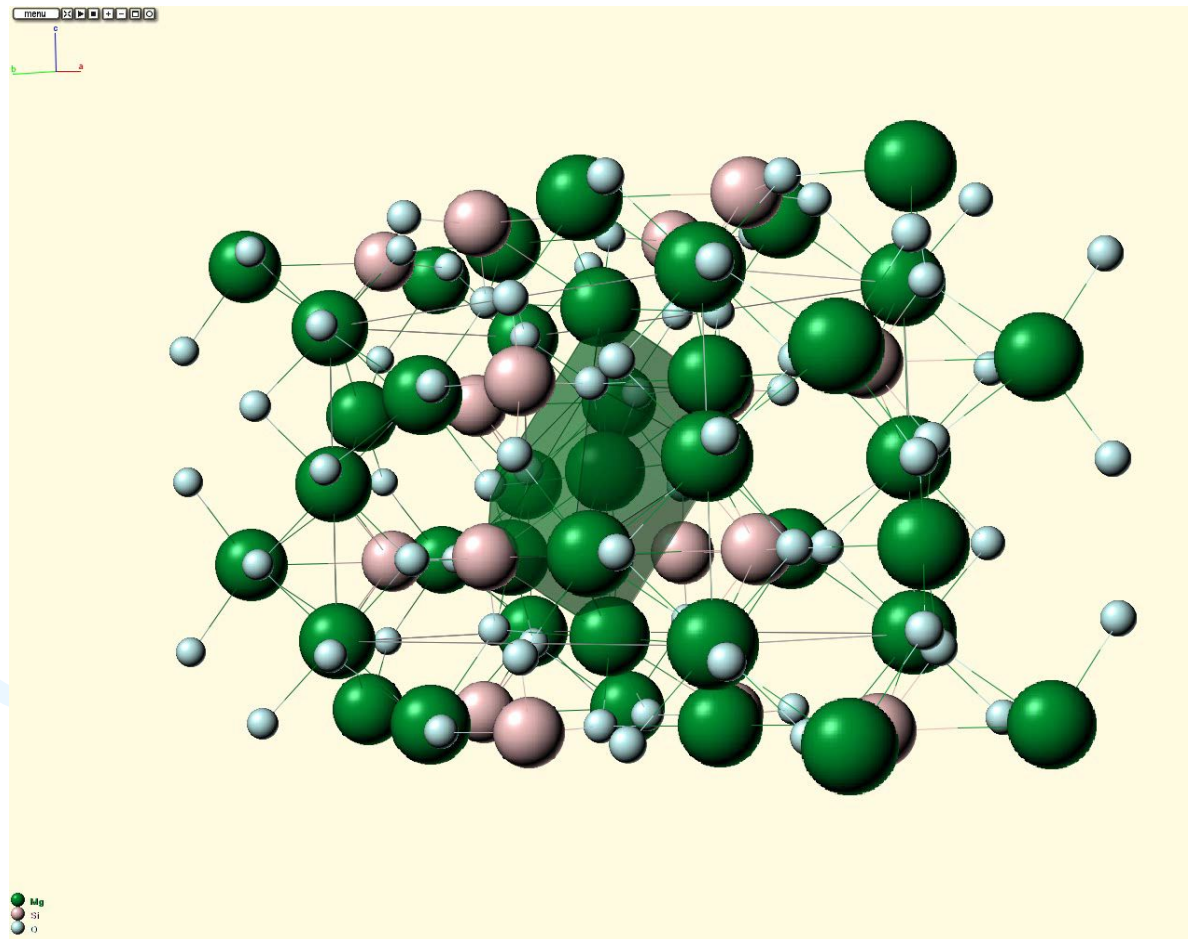
## Оливин $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$

- Плотность: 3,27 – 3,37 г/см<sup>3</sup>
- Высокая прочность
- Низкая сжимаемость
- Не устойчив в окислительной обстановке



# Островные силикаты

## Оливин $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$



# Пироксены

АВГИТ  $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}, \text{Ti})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$

- Кремнекислородные тетраэдры соединены через 2 вершины:



- Избыточный отрицательный заряд компенсируется ионами  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и др.

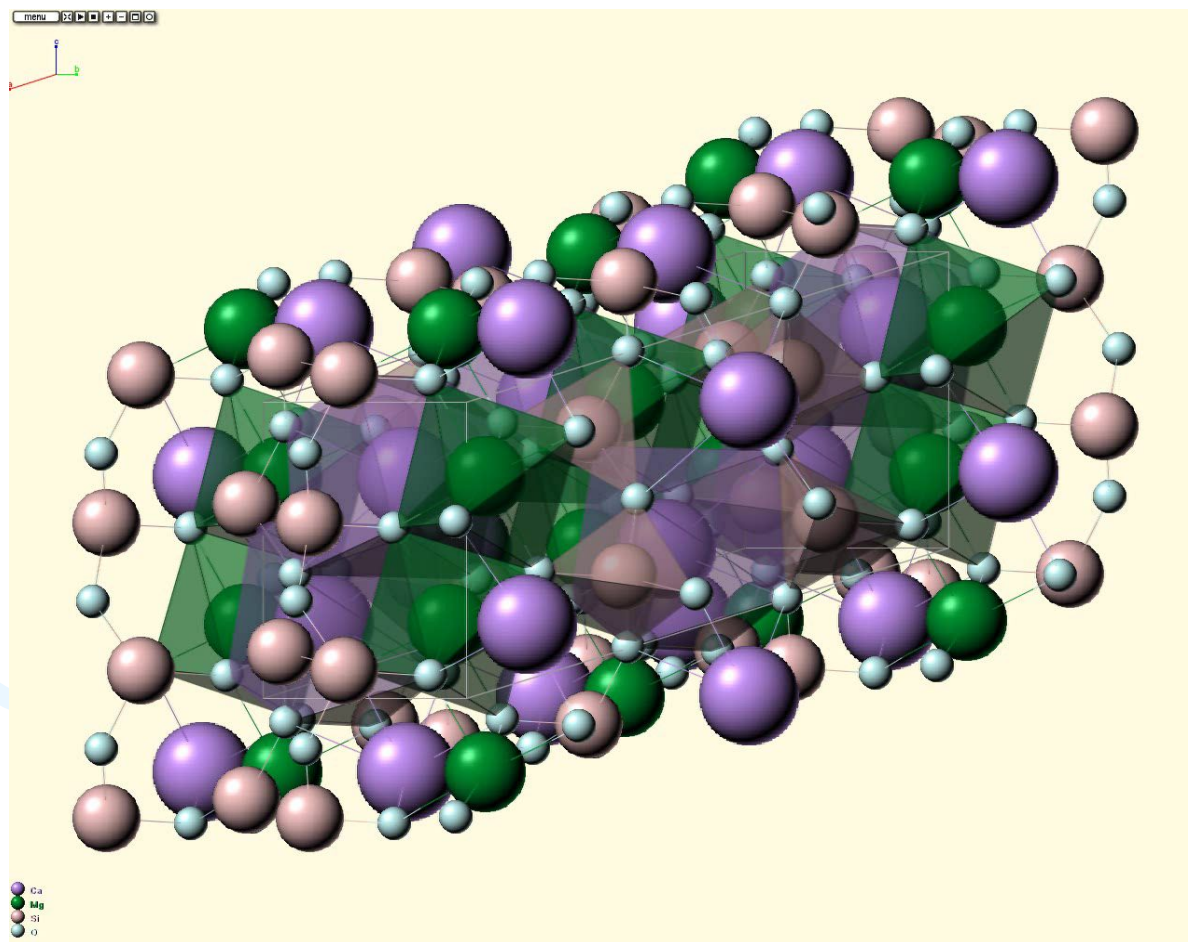
# Пироксены

- Плотность: 2,8 – 3,7 г/см<sup>3</sup>
- Структура средней прочности
- Легко выветривается

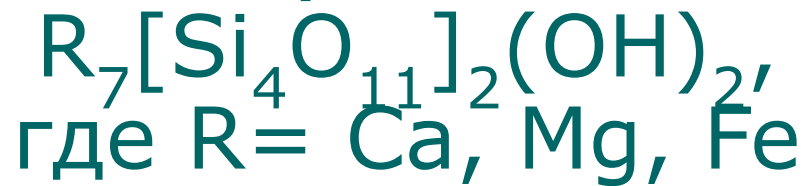




# пироксены



# Амфиболы



- Кремнекислородные тетраэдры соединены через 2 или 3 вершины:



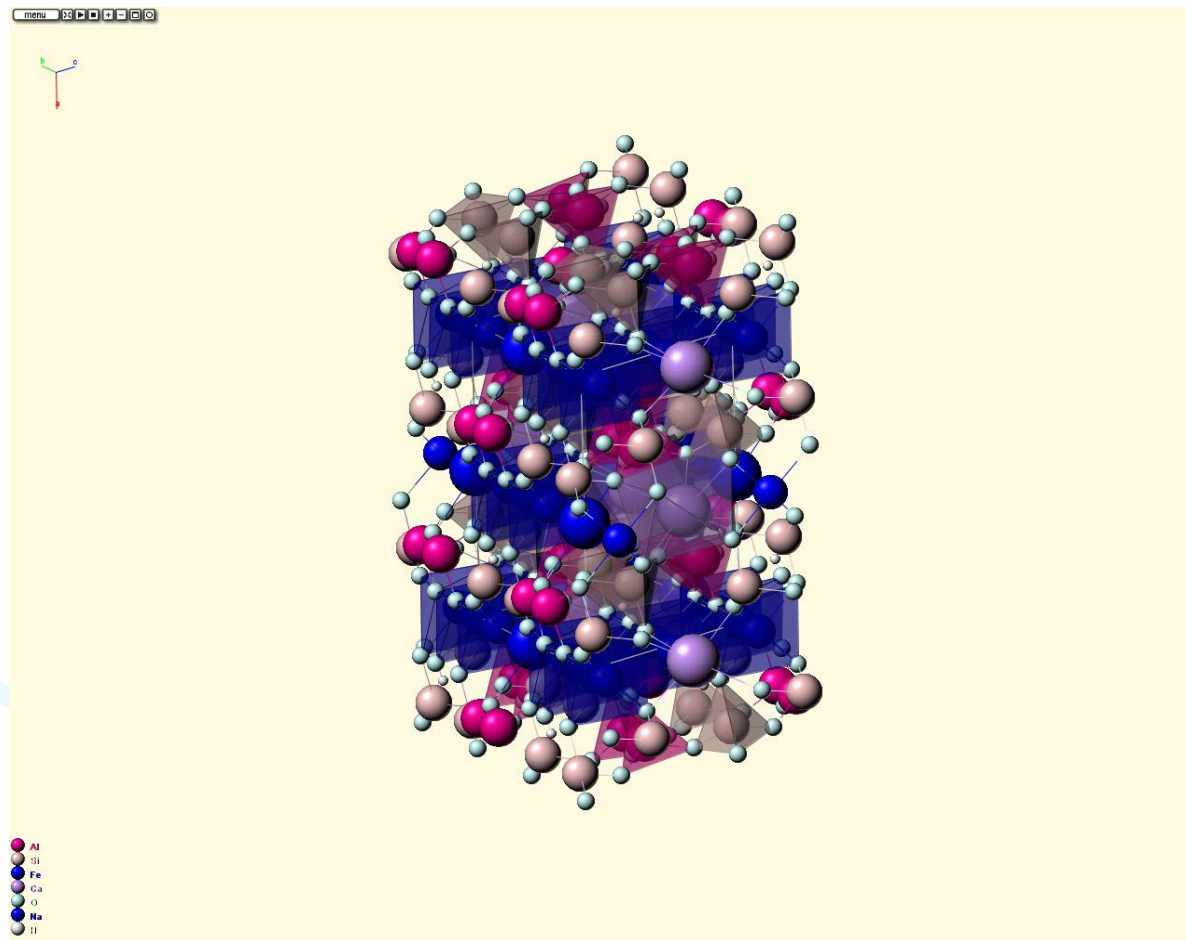
- Избыточный отрицательный заряд компенсируется ионами  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и др.

# Амфиболы

- Плотность: 2,8 – 3,8 г/см<sup>3</sup>
- Средняя прочность
- Склонен к выветриванию



# Амфиболы



# Свойства первичных силикатов

- Не растворимы +
- Обладают достаточной плотностью и прочностью +
- Большинство плохо выветриваются +
- Характерны для грунтов с высокой плотностью, относительно слабосжимаемых и прочных (магматические, метаморфические, некоторые осадочные породы) +

Грунты, в состав которых входят такие минералы – хорошие основания для сооружений



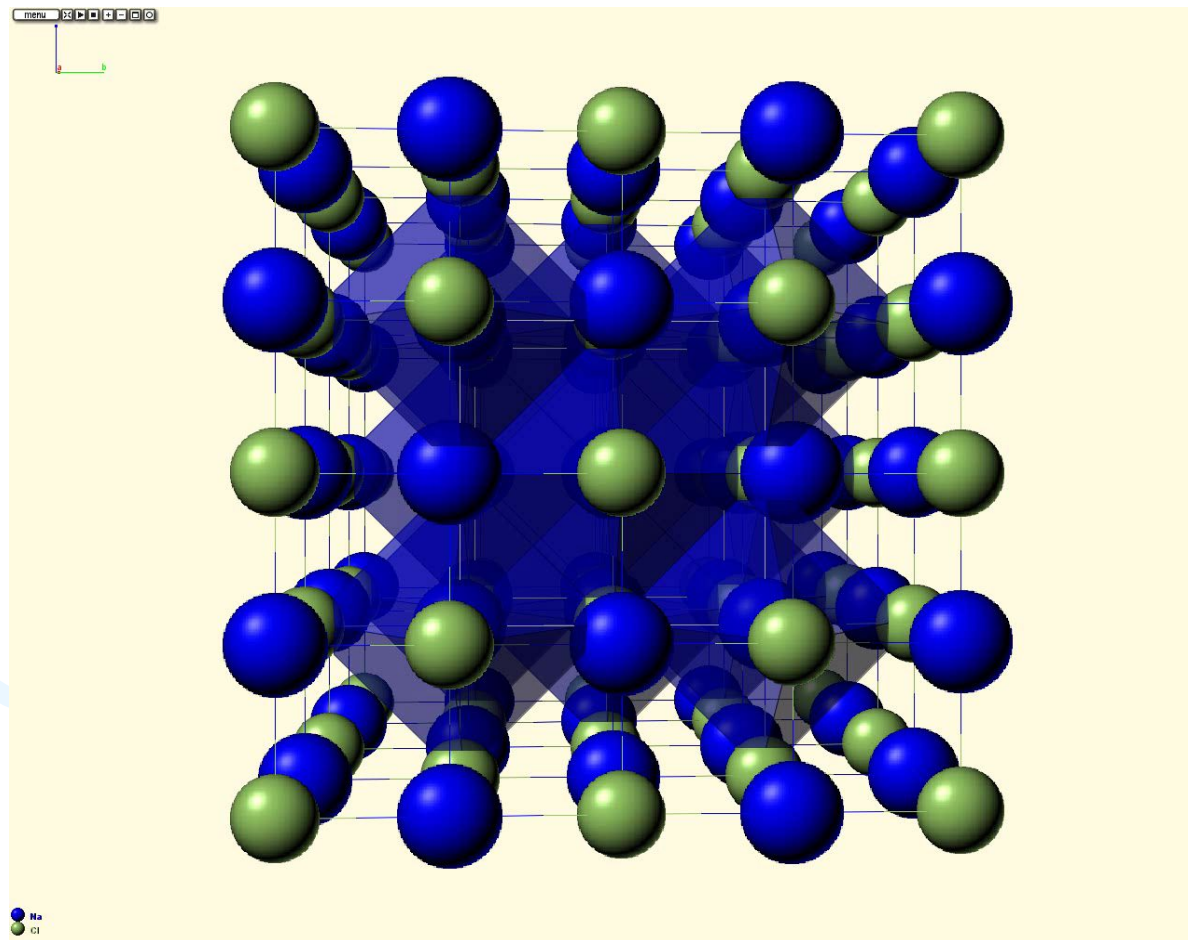


# Строение и свойства простых солей

- Галогиды
- Сульфаты
- Карбонаты

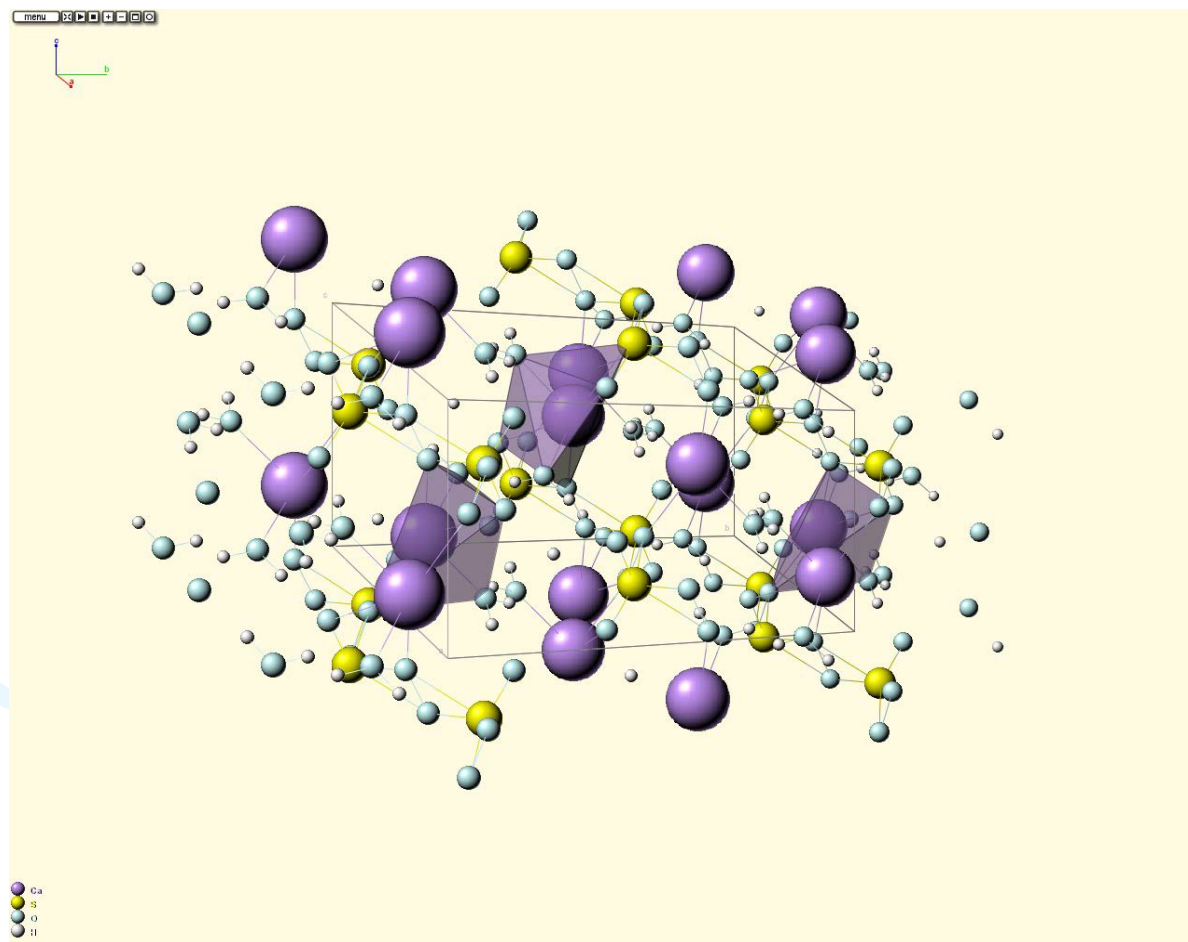
# Галогиды

## Галит NaCl



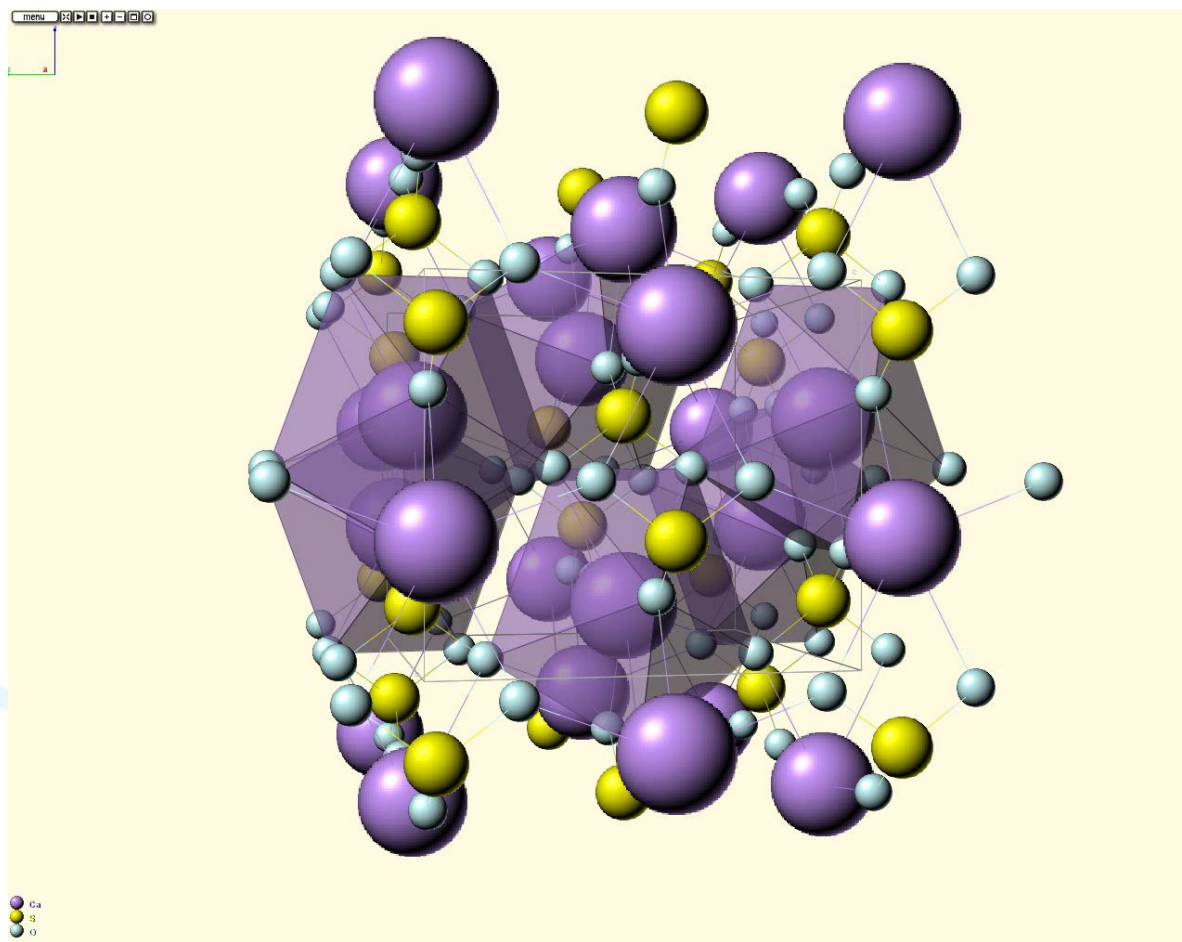
# Сульфаты

## Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

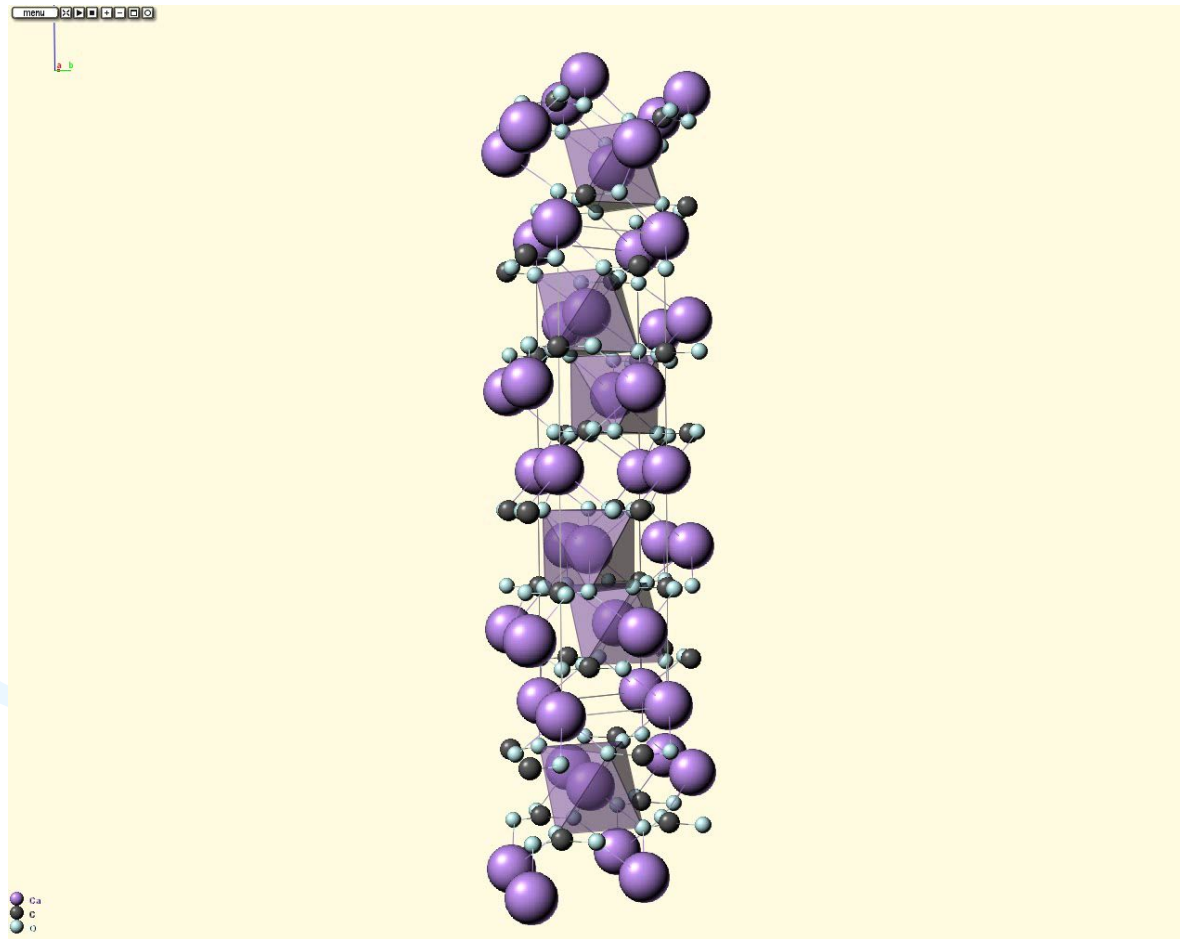


# Сульфаты

## Ангидрит $\text{CaSO}_4$



# Карбонаты кальцит $\text{CaCO}_3$





# Свойства простых солей

- Растворимы -
- Обладают достаточной плотностью и прочностью +
- Хорошо выветриваются -
- Характерны для грунтов с высокой плотностью, относительно слабосжимаемых и прочных (хемогенные осадочные породы) +

Грунты, в состав которых входят такие минералы – относительно хорошие основания для сооружений