

Строение атома

Волобуев Максим Николаевич
vmn2007@ukr.net

Сделано с использованием L^AT_EX

Кафедра общей и неорганической химии,
НТУ «ХПИ»

Харьков 2016

Проблема

- **Металлы и неметаллы: разные свойства элементов**
- Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов
- Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются квантовой механикой

Проблема

- **Металлы и неметаллы: разные свойства элементов**
- **Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов**
- Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются квантовой механикой

Проблема

- **Металлы и неметаллы: разные свойства элементов**
- **Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов**
- **Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента**
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются квантовой механикой

Проблема

- Металлы и неметаллы: разные свойства элементов
- Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов
- Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются квантовой механикой

Проблема

- Металлы и неметаллы: разные свойства элементов
- Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов
- Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются квантовой механикой

Проблема

- Металлы и неметаллы: разные свойства элементов
- Элементы проявляют разные свойства из-за различия в строении их базовых частиц – атомов
- Атом химически неделим, но его строение определяет химическое поведение элемента
- Строение атома – физическая проблема, которая касается химиков
- Свойства микромира сильно отличаются от свойств макромира!
- Объекты микромира описываются **квантовой механикой**

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: ${}^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

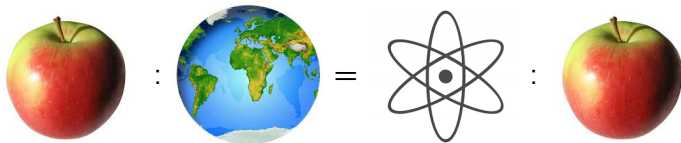
- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

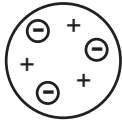
- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:

Общие определения

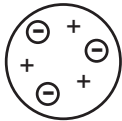
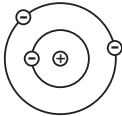
- Состав атома: ядро + электроны
- Ядро: протоны + нейтроны
- Элементарные частицы атома:
 - электрон: заряд -1 , масса пренебрежимо мала
 - протон: заряд $+1$, $m_p \approx 1$ а.е.м.
 - нейтрон: заряд 0 , $m_n \approx m_p \approx 1$ а.е.м.
- Пример: $^{13}_6\text{C}$ – 6 протонов, 7 нейтронов, 6 электронов
- $r_{\text{атома}}(\text{H}) = 5 \cdot 10^{-11}$ м, $r_{\text{ядра}}(\text{H}) \approx 10^{-15}$ м
- 10^{-10} м = 1 Å – по аналогии с 1 а.е.м. $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Относительные размеры атома:



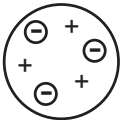
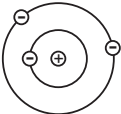
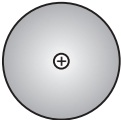
Эволюция представлений о строении атома

Автор	Идея	Модель
Томсон	Атом – положительно заряженная субстанция с вкрапленными отрицательно заряженными электронами	

Эволюция представлений о строении атома

Автор	Идея	Модель
Томсон	Атом – положительно заряженная субстанция с вкрапленными отрицательно заряженными электронами	
Резерфорд, Бор	Вокруг ядра по круговым орбитам вращаются электроны. Энергия электронов и размер орбит квантованы	

Эволюция представлений о строении атома

Автор	Идея	Модель
Томсон	Атом – положительно заряженная субстанция с вкрапленными отрицательно заряженными электронами	
Резерфорд, Бор	Вокруг ядра по круговым орбитам вращаются электроны. Энергия электронов и размер орбит квантованы	
Шредингер	Вокруг ядра распределены электроны, точное положение которых неизвестно	

Квантовая гипотеза

- Сравнивая испускание энергии разными источниками можно увидеть важные отличия
- Спектр сложной системы (Солнце) непрерывен

- В спектре атомов (и молекул!) видны полосы
- Планк: энергия испускается (поглощается) квантами:

$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, где ν – частота излучения, λ – длина волны, $c \approx 10^8$ м/с – скорость света

Квантовая гипотеза

- Сравнивая испускание энергии разными источниками можно увидеть важные отличия
- Спектр сложной системы (Солнце) **непрерывен**



Спектр Солнца

- В спектре атомов (и молекул!) видны полосы
- Планк: энергия испускается (поглощается) квантами:

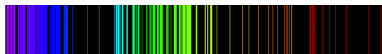
$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$
, где ν – частота излучения, λ – длина волны, $c \approx 10^8$ м/с – скорость света

Квантовая гипотеза

- Сравнивая испускание энергии разными источниками можно увидеть важные отличия
- Спектр сложной системы (Солнце) непрерывен



Спектр Солнца



Спектр Fe

- В спектре атомов (и молекул!) видны **полосы**
- Планк: энергия испускается (поглощается) квантами:

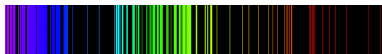
$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \text{ где } \nu \text{ – частота излучения, } \lambda \text{ – длина волны, } c \approx 10^8 \text{ м/с – скорость света}$$

Квантовая гипотеза

- Сравнивая испускание энергии разными источниками можно увидеть важные отличия
- Спектр сложной системы (Солнце) непрерывен



Спектр Солнца



Спектр Fe

- В спектре атомов (и молекул!) видны полосы
- Планк: энергия испускается (поглощается) **квантами**:

$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, где ν – частота излучения, λ – длина волны, $c \approx 10^8$ м/с – скорость света

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: **движение частицы** сопровождается распространением **волны**:

$$\lambda = \frac{h}{mv},$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Частицы и волны

- Физика имеет дело с двумя типами объектов: частицами и волнами
- Частицы: масса m , скорость v , координаты x, y, z
- Волны: длина волны λ , частота ν , фаза φ
- Особенности взаимодействия:
 - закон сохранения импульса – для частиц;
 - интерференция, дифракция – для волн;
- Де-Бройль: движение частицы сопровождается распространением волны:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

- Для электрона $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 10^6$ м/с:
 $\lambda \approx 10^{-10}$ м = 1 Å – сопоставимо с размером атома!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в макромире точность измерения ограничена конструкцией прибора;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

$\Delta x, \Delta p_x$ – погрешность определения координаты и импульса
 $p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в **макромире** точность измерения ограничена **конструкцией прибора**;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

$\Delta x, \Delta p_x$ – погрешность определения координаты и импульса
 $p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в макромире точность измерения ограничена конструкцией прибора;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

$\Delta x, \Delta p_x$ – погрешность определения координаты и импульса

$p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в макромире точность измерения ограничена конструкцией прибора;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

$\Delta x, \Delta p_x$ – погрешность определения координаты и импульса
 $p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в макромире точность измерения ограничена конструкцией прибора;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

$\Delta x, \Delta p_x$ – погрешность определения координаты и импульса
 $p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Принцип неопределенности Гейзенберга

- С какой точностью можно измерить физическую величину?
 - в макромире точность измерения ограничена конструкцией прибора;
 - в микромире помимо этого точность ограничена самой величиной!

- Гейзенберг: невозможно одновременно точно определить положение частицы и её скорость

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{2\pi},$$

Δx , Δp_x – погрешность определения координаты и импульса
 $p_x = m \cdot v$ – импульс частицы

- Для электрона: $\Delta x = 10^{-10}$ м, тогда $\Delta v = 10^6$ м/с
- Вывод: описать движение электрона в атоме с помощью классической механики невозможно!

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или атомная орбиталь (АО)

- $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или атомная орбиталь (АО)

- $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!

- Волновая функция Ψ или атомная орбиталь (АО)

- $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или атомная орбиталь (АО)

- $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или **атомная орбиталь** (АО)

- $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или **атомная орбиталь** (АО)
 - $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV

- Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$

- Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) \Psi = 0$$

- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или **атомная орбиталь** (АО)
 - $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV
 - Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$
 - Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Описание поведения электрона в атоме

- Уравнение Ньютона для частицы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{F t^2}{2m}$$

- Уравнение Гюйгенса для волны:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

- Уравнение Шредингера для электрона в атоме:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

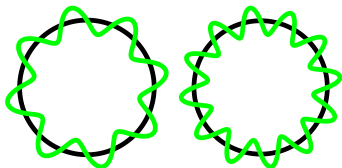
- Состояние электрона описывается волновым уравнением!
- Волновая функция Ψ или **атомная орбиталь** (АО)
 - $\Psi^2 dV$ – вероятность нахождения электрона в dV
 - Электрон «где-то» есть $\int_0^{\infty} \Psi^2 dV = 1$
 - Электронное облако: граничная поверхность, внутри которой вероятность нахождения электрона больше 90% ($\int \Psi^2 dV = 0.9$)

Квантование состояний электрона в атоме

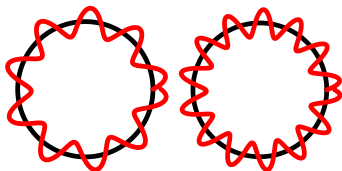
- В теории Бора стационарность некоторых орбит (квантование) постулируется, т.е. просто принимается без доказательств или объяснений
- Из волнового уравнения квантование выводится естественным образом: волновая функция электрона должна быть непрерывной

Квантование состояний электрона в атоме

- В теории Бора стационарность некоторых орбит (квантование) постулируется, т.е. просто принимается без доказательств или объяснений
- Из волнового уравнения квантование выводится естественным образом: волновая функция электрона должна быть непрерывной



Разрешенные решения
(нет разрывов функции)



Недопустимые решения
(есть разрыв функции)

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – квантовые числа
- n – главное квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n=1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n=42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – орбитальное (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n-1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – магнитное квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – спиновое квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n=1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n=42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n-1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots +l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: определение

- $\Psi = f(n, l, m, s)$ – волновая функция параметризуется
- Параметры – n, l, m, s – **квантовые числа**
- n – **главное** квантовое число
 - $n \in [1 \dots \infty)$ – целое число
 - характеризует общую энергию и размер АО
 - $r_{\text{атома}}(n = 1) = 0,53 \text{ \AA}$, $r_{\text{атома}}(n = 42) = 9,3 \text{ мкм}$
- l – **орбитальное** (побочное) квантовое число
 - $l \in [0 \dots (n - 1)]$ – целое число
 - характеризует форму АО
- m – **магнитное** квантовое число
 - $[-l \dots 0 \dots + l]$ – целое число
 - характеризует ориентацию АО в пространстве
- s – **спиновое** квантовое число
 - $+1/2, -1/2$
 - характеризует собственное состояние электрона

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни

- **уровень**: АО с одинаковым n
- **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
- АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$

- 2, 4, 5 – значения n
- p, d, f – значения l
- $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x, 4d_{xy}, 5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x, 4d_{xy}, 5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - **2, 4, 5** – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

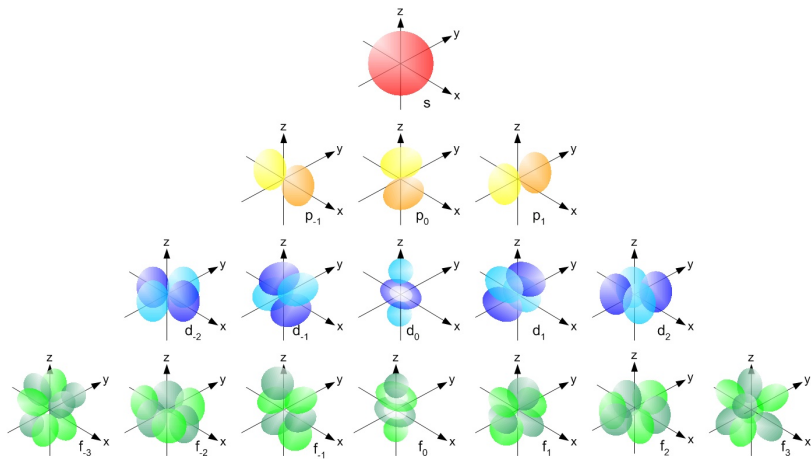
Квантовые числа: продолжение

- Энергетические уровни и подуровни
 - **уровень**: АО с одинаковым n
 - **подуровень**: АО с одинаковыми n и l
 - АО с одинаковой энергией **вырождены**

l	Обозначение	Форма АО	Кол-во АО
0	s	сфера	1
1	p	гантель	3
2	d	розетка	5
3	f	сложная розетка	7

- Обозначения АО: $2p_x$, $4d_{xy}$, $5f_{-1}$
 - 2, 4, 5 – значения n
 - p, d, f – значения l
 - $x, xy, -1$ – информация о m

Граничные поверхности различных АО



Изображения взяты с Википедии

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- Принцип Паули: два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- **Принцип Паули:** два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- Принцип Паули: два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- Принцип Паули: два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- Принцип Паули: два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Последовательность заполнения АО

- Принцип минимума энергии: электрон занимает доступную АО с самой низкой энергией
- Принцип Паули: два электрона не могут иметь одинаковый набор n, l, m и s
 - N_e^{max} (ур.) = $2n^2$ – ёмкость уровня
 - N_e^{max} (подур.) = $2(2l + 1)$ – ёмкость подуровня
 - пара электронов с одинаковыми n, l и m , но разными s , принадлежит одной ячейке
- Ёмкость некоторых уровней и подуровней:

n	N_e^{max} (ур.)	l	N_e^{max} (подур.)	N ячеек
1	2	0(s)	2	1
2	8	1(p)	6	3
3	18	2(d)	10	5
4	32	3(f)	14	7

Правило Клечковского и электронные формулы

- Правило Клечковского: **сумма $n + l$ важнее n**

- Реализация правила Клечковского

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < \dots$$

подур.	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
$n + l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2
N_e^{max}	2	2	6	2	6	2	10
подур.	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
$n + l$	4+1	5+0	4+2	5+1	6+0	4+3	5+2
N_e^{max}	6	2	10	6	2	14	10

- Пример: ${}_5\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^1$
- Пример: ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \rightarrow 3d^6 4s^2$
- 4 семейства элементов: s, p, d, f . Fe – d -семейство

Правило Клечковского и электронные формулы

- Правило Клечковского: сумма $n + l$ важнее n
- Реализация правила Клечковского
 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < \dots$

подур.	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
$n + l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2
N_e^{max}	2	2	6	2	6	2	10
подур.	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
$n + l$	4+1	5+0	4+2	5+1	6+0	4+3	5+2
N_e^{max}	6	2	10	6	2	14	10

- Пример: ${}_5\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^1$
- Пример: ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \rightarrow 3d^6 4s^2$
- 4 семейства элементов: s, p, d, f . Fe – d -семейство

Правило Клечковского и электронные формулы

- Правило Клечковского: сумма $n + l$ важнее n
- Реализация правила Клечковского
 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < \dots$

подур.	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
$n + l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2
N_e^{max}	2	2	6	2	6	2	10
подур.	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
$n + l$	4+1	5+0	4+2	5+1	6+0	4+3	5+2
N_e^{max}	6	2	10	6	2	14	10

- Пример: ${}_5\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^1$
- Пример: ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \rightarrow 3d^6 4s^2$
- 4 семейства элементов: s, p, d, f . Fe – d -семейство

Правило Клечковского и электронные формулы

- Правило Клечковского: сумма $n + l$ важнее n

- Реализация правила Клечковского

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < \dots$$

подур.	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
$n + l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2
N_e^{max}	2	2	6	2	6	2	10
подур.	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
$n + l$	4+1	5+0	4+2	5+1	6+0	4+3	5+2
N_e^{max}	6	2	10	6	2	14	10

- Пример: ${}_5\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^1$
- Пример: ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \rightarrow 3d^6 4s^2$
- 4 семейства элементов: s, p, d, f . Fe – d -семейство

Правило Клечковского и электронные формулы

- Правило Клечковского: сумма $n + l$ важнее n
- Реализация правила Клечковского
 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < \dots$

подур.	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
$n + l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2
N_e^{max}	2	2	6	2	6	2	10
подур.	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
$n + l$	4+1	5+0	4+2	5+1	6+0	4+3	5+2
N_e^{max}	6	2	10	6	2	14	10

- Пример: ${}_5\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^1$
- Пример: ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \rightarrow 3d^6 4s^2$
- 4 семейства элементов: s, p, d, f . Fe – d -семейство

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны **электронграфические формулы**:

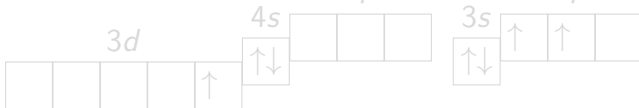
- одна ячейка – место для пары электронов
- электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)

- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы **валентные электроны**

- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы валентные электроны
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

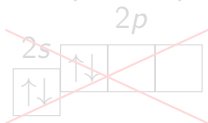


- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы валентные электроны
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы валентные электроны
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы валентные электроны
- $_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, $_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

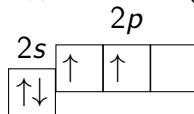
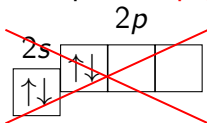


- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов **предпочтительно одинаковый** (Хунд)



- Химически значимы **валентные электроны**
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

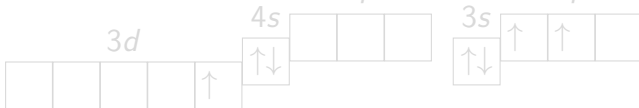
Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы **валентные электроны**
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

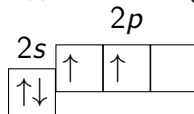
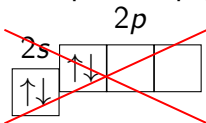


- Валентность Sc: 0, 2, 3

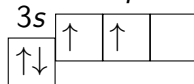
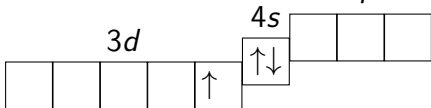
Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы **валентные электроны**
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

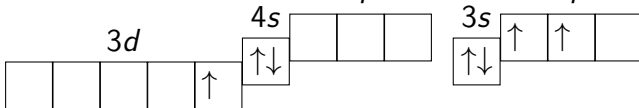
- Валентность Si: 2, 4

Построение электронграфических формул

- Иногда удобны электронографические формулы:
 - одна ячейка – место для пары электронов
 - электроны обозначаются стрелками:
 - \uparrow – спин положительный ($s = +1/2$)
 - \downarrow – спин отрицательный ($s = -1/2$)
- Спин электронов предпочтительно одинаковый (Хунд)



- Химически значимы **валентные электроны**
- ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$, ${}_{14}\text{Si} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



- Валентность Sc: 0, 2, 3

Валентность Si: 2, 4

Особенности электронных формул

- Общее правило: повышенной устойчивостью обладают полностью и наполовину заполненные подуровни
- Поэтому атомы в соединениях принимают или отдают электроны:
 - металлы отдают электроны – образуются катионы
 - неметаллы образуют анионы
- **Изоэлектронные** частицы содержат одинаковое число электронов:

Элемент	Формула	Ион	Формула	Газ
Ca	$3s^2 3p^6 4s^2$	Ca^{2+}	$3s^2 3p^6 4s^0$	Ar ($3s^2 3p^6$)
F	$2s^2 2p^5$	F^-	$2s^2 2p^6$	Ne ($2s^2 2p^6$)

Особенности электронных формул

- Общее правило: повышенной устойчивостью обладают полностью и наполовину заполненные подуровни
- Поэтому атомы в соединениях принимают или отдают электроны:
 - металлы отдают электроны – образуются катионы
 - неметаллы образуют анионы
- **Изоэлектронные** частицы содержат одинаковое число электронов:

Элемент	Формула	Ион	Формула	Газ
Ca	$3s^2 3p^6 4s^2$	Ca^{2+}	$3s^2 3p^6 4s^0$	Ar ($3s^2 3p^6$)
F	$2s^2 2p^5$	F^-	$2s^2 2p^6$	Ne ($2s^2 2p^6$)

Особенности электронных формул

- Общее правило: повышенной устойчивостью обладают полностью и наполовину заполненные подуровни
- Поэтому атомы в соединениях принимают или отдают электроны:
 - металлы отдают электроны – образуются катионы
 - неметаллы образуют анионы
- **Изоэлектронные** частицы содержат одинаковое число электронов:

Элемент	Формула	Ион	Формула	Газ
Ca	$3s^2 3p^6 4s^2$	Ca^{2+}	$3s^2 3p^6 4s^0$	Ar ($3s^2 3p^6$)
F	$2s^2 2p^5$	F^-	$2s^2 2p^6$	Ne ($2s^2 2p^6$)

Особенности электронных формул

- Общее правило: повышенной устойчивостью обладают полностью и наполовину заполненные подуровни
- Поэтому атомы в соединениях принимают или отдают электроны:
 - металлы отдают электроны – образуются катионы
 - неметаллы образуют анионы
- **Изоэлектронные** частицы содержат одинаковое число электронов:

Элемент	Формула	Ион	Формула	Газ
Ca	$3s^2 3p^6 4s^2$	Ca^{2+}	$3s^2 3p^6 4s^0$	Ar ($3s^2 3p^6$)
F	$2s^2 2p^5$	F^-	$2s^2 2p^6$	Ne ($2s^2 2p^6$)

Особенности электронных формул

- Общее правило: повышенной устойчивостью обладают полностью и наполовину заполненные подуровни
- Поэтому атомы в соединениях принимают или отдают электроны:
 - металлы отдают электроны – образуются катионы
 - неметаллы образуют анионы
- **Изоэлектронные** частицы содержат одинаковое число электронов:

Элемент	Формула	Ион	Формула	Газ
Ca	$3s^2 3p^6 4s^2$	Ca^{2+}	$3s^2 3p^6 4s^0$	Ar ($3s^2 3p^6$)
F	$2s^2 2p^5$	F^-	$2s^2 2p^6$	Ne ($2s^2 2p^6$)

Периодичний закон і система

Свойства элементов, простых веществ и соединений находятся в периодической зависимости от значений зарядов ядер атомов

Періодична система хімічних елементів (коротка форма)

<http://vkurok.ru/>

Періоди	Групи елементів								VIII					
	I	II	III	IV	V	VI	VII							
1	H 1 1,00794 Гідроген								He 2 4,00 Гелій	Періодичний номер Назва елементів систематично				
2	Li 3 6,94 Літій	Be 4 9,01 Берилій	B 5 10,81 Бор	C 6 12,01 Карбон	N 7 14,00 Нітроген	O 8 15,99 Оксиген	F 9 18,99 Флуор	Ne 10 20,18 Неон	Fe 26 55,85 Ферум	26 55,85 Атомна маса				
3	Na 11 22,99 Натрій	Mg 12 24,30 Магній	Al 13 26,98 Алюміній	Si 14 28,08 Силіцій	P 15 30,97 Фосфор	S 16 32,06 Сульфур	Cl 17 34,45 Хлор	Ar 18 39,95 Аргон	Co 27 58,93 Кобальт	Сироватка				
4	K 19 39,09 Калій	Ca 20 40,08 Кальцій	Sc 21 44,95 Скандій	Ti 22 47,88 Титан	V 23 50,94 Ванадій	Cr 24 51,99 Хром	Mn 25 54,94 Манган	Fe 26 55,85 Ферум	Co 27 58,93 Кобальт	Ni 28 58,69 Нікель				
	29 Cu 63,54 Купрум	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галій	32 Ge 72,59 Германій	33 As 74,92 Арсен	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром	36 Kr 83,80 Криптон						
5	Rb 37 85,46 Рубідій	Sr 38 87,62 Стронцій	Y 39 88,90 Ітрій	Zr 40 91,22 Цирконій	Nb 41 92,90 Ніобій	Mo 42 95,94 Молибден	Tc 43 98,90 Техонцій	Ru 44 101,07 Рутеній	Rh 45 102,90 Родій	Pd 46 106,42 Паладій				
	47 Ag 107,87 Аргентум	48 Cd 112,41 Кадмій	49 In 114,82 Індій	50 Sn 118,71 Станум	51 Sb 121,75 Стибій	52 Te 127,60 Телур	I 53 126,90 Іод	Xe 54 131,29 Ксенон						
6	Cs 55 132,90 Цезій	Ba 56 137,33 Барій	*La 57 138,90 Лантан	72 Hf 178,49 Гафній	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,23 Осмій	77 Ir 192,22 Ірідій	78 Pt 195,08 Платина				
	79 Au 196,97 Аурум	80 Hg 200,59 Меркурій	81 Tl 204,38 Талій	82 Pb 207,20 Свинець	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po 209 Полоній	85 At 210 Астат	86 Rn 222 Радон						
7	Fr 87 223 Францій	Ra 88 226,02 Радій	89 **Ac 227 Актиній	104 Rf 261 Резерфордій	105 Db 262 Дубній	106 Sg 263 Сіборгій	107 Bh 264 Борій	108 Hs 265 Гасій	109 Mt 266 Майтнерій	110 Uun 267 Унуній				
Вищі оксиди	R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇		RO₄					
Легкі водні сполуки				RH₄	RH₃	H₂R	HR							
*	Ce 140,12 Церій	Pr 140,90 Прометій	Nd 144,24 Неодім	Pm 144,91 Прометій	Sm 150,35 Самарій	Eu 151,96 Європій	Gd 157,25 Гадоліній	Tb 158,92 Тербій	Dy 162,50 Диспрій	Ho 164,93 Гольмій	Er 167,26 Ербій	Tm 168,93 Тиманій	Yb 173,04 Йттербий	Lu 174,96 Лютецій
**	Th 232,04 Торій	Pa 231 Протактиній	U 238,03 Уран	Np 237 Нептуній	Pu 242 Плутоній	Am 243 Америцій	Cm 247 Курій	Bk 247 Беркелій	Cf 251 Каліфорній	Es 252 Ейнштейній	Fm 257 Фермій	Md 258 Менделєєв	No 259 Нобелій	Lr 260 Лоренсцій

Металлические свойства усиливаются в группе сверху вниз; неметаллические – в периоде слева направо. Семейства элементов отмечаются цветом.

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня известна: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: **11**, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня известна: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- **11** электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Это – электронная формула элемента ^{11}Na .

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня известна: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- 11 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Это – электронная формула элемента ^{11}Na .
- Натрий относится к **s -семейству**.

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня известна: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- 11 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Это – электронная формула элемента ^{11}Na .
- Натрий относится к s -семейству.
- Электронографическая формула **для валентных электронов**:
 $3s \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$

Задача 1

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Последовательность подуровней в порядке их заполнения электронами выглядит так $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня известна: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- 11 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Это – электронная формула элемента ^{11}Na .
- Натрий относится к s -семейству.
- Электронографическая формула для валентных электронов:
 $3s \uparrow$
- Возможная валентность единственная – 1. На валентном уровне есть единственный неспаренный электрон, который и отвечает за проявление единичной валентности.

Задача 1 (продолжение)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

Задача 1 (продолжение)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 29 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$. С учетом «провала электрона» формула будет несколько иной: $\dots 4s^1 3d^{10}$ или $3d^{10} 4s^1$. Это – электронная формула элемента ^{29}Cu .

Задача 1 (продолжение)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 29 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$. С учетом «провала электрона» формула будет несколько иной: $\dots 4s^1 3d^{10}$ или $3d^{10} 4s^1$. Это – электронная формула элемента ^{29}Cu .
- Медь относится к **d-семейству**. ($3d$ подуровень заполняется после $4s$!)

Задача 1 (продолжение)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, **29**, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 29 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$. С учетом «провала электрона» формула будет несколько иной: $\dots 4s^1 3d^{10}$ или $3d^{10} 4s^1$. Это – электронная формула элемента ^{29}Cu .
- Медь относится к *d*-семейству. ($3d$ подуровень заполняется после $4s$!)
- Электронографическая формула **для валентных электронов**:



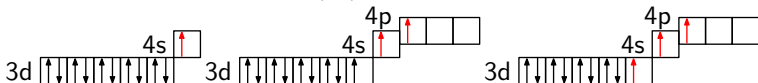
Задача 1 (продолжение)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 29 электронов распределены по подуровням так: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$. С учетом «провала электрона» формула будет несколько иной: $\dots 4s^1 3d^{10}$ или $3d^{10} 4s^1$. Это – электронная формула элемента ^{29}Cu .
- Медь относится к *d*-семейству. (*3d* подуровень заполняется после *4s*!)
- Электронографическая формула для валентных электронов:



- Возможные валентности: 1, 2, 3.



Задача 1 (окончание)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

Задача 1 (окончание)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, 51. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 51 электронов распределены по подуровням так:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$. Сокращенная формула:
 $5s^2 5p^3$ (полностью заполненный 4d-подуровень принадлежит внутреннему 4-му уровню). Это – электронная формула элемента ^{51}Sb .

Задача 1 (окончание)

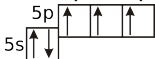
Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, **51**. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 51 электронов распределены по подуровням так:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$. Сокращенная формула:
 $5s^2 5p^3$ (полностью заполненный $4d$ -подуровень принадлежит внутреннему 4-му уровню). Это – электронная формула элемента ^{51}Sb .
- Сурьма (стибий) относится к **p -семейству**.

Задача 1 (окончание)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, **51**. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

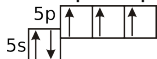
- 51 электронов распределены по подуровням так:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$. Сокращенная формула: $5s^2 5p^3$ (полностью заполненный $4d$ -подуровень принадлежит внутреннему 4-му уровню). Это – электронная формула элемента ^{51}Sb .
- Сурьма (стибий) относится к p -семейству.
- Электронографическая формула **для валентных электронов**:



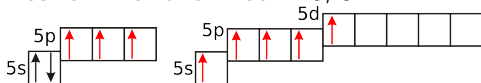
Задача 1 (окончание)

Составьте электронные и электронографические формулы элементов с указанными порядковыми номерами: 11, 29, **51**. К какому семейству они относятся? Какие валентности могут проявлять эти элементы в соединениях?

- 51 электронов распределены по подуровням так:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$. Сокращенная формула:
 $5s^2 5p^3$ (полностью заполненный $4d$ -подуровень принадлежит внутреннему 4-му уровню). Это – электронная формула элемента ^{51}Sb .
- Сурьма (стибий) относится к p -семейству.
- Электронографическая формула для валентных электронов:



- Возможные валентности: 3, 5.



Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами:
 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами:
 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 3$. Значит, элемент находится в 3-м периоде.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^2 3p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 3$. Значит, элемент находится в 3-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 3, поэтому номер группы элемента – 3.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 3$. Значит, элемент находится в 3-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 3, поэтому номер группы элемента – 3.
- Элемент относится к p -семейству, поэтому он принадлежит к главной подгруппе.

Задача 2

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3s^23p^1$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Порядок заполнения атомных орбиталей электронами: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ и т.д.
- Ёмкость каждого подуровня: на s -подуровне может находиться до 2 электронов, на p – до 6, на d – до 10 и на f – до 14.
- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 3$. Значит, элемент находится в 3-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 3, поэтому номер группы элемента – 3.
- Элемент относится к p -семейству, поэтому он принадлежит к главной подгруппе.
- Зная номер группы и периода, можно дать название элементу и указать его порядковый номер: ^{13}Al . Иначе можно записать полную электронную формулу элемента и посчитать суммарное количество электронов: $1s^22s^22p^63s^23p^1$.

Задача 2 (продолжение)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3d^54s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

Задача 2 (продолжение)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3d^5 4s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 4$. Значит, элемент находится в 4-м периоде.

Задача 2 (продолжение)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3d^5 4s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 4$. Значит, элемент находится в 4-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно **7**, поэтому номер группы элемента – 7.

Задача 2 (продолжение)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3d^54s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 4$. Значит, элемент находится в 4-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 7, поэтому номер группы элемента – 7.
- Элемент относится к d -семейству, поэтому он принадлежит к **побочной** подгруппе.

Задача 2 (продолжение)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $3d^54s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 4$. Значит, элемент находится в 4-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 7, поэтому номер группы элемента – 7.
- Элемент относится к d -семейству, поэтому он принадлежит к побочной подгруппе.
- Зная номер группы и периода, можно дать название элементу и указать его порядковый номер: ^{25}Mn . Иначе можно записать полную электронную формулу элемента и посчитать суммарное количество электронов: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^53d^5$.

Задача 2 (окончание)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $5d^76s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

Задача 2 (окончание)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $5d^76s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 6$. Значит, элемент находится в 6-м периоде.

Задача 2 (окончание)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $5d^76s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 6$. Значит, элемент находится в 6-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 9, однако 9-й группы в короткопериодной форме Периодической системы нет. Поэтому достаточно просто найти 9-й элемент от начала 6-го периода.

Задача 2 (окончание)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $5d^76s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 6$. Значит, элемент находится в 6-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 9, однако 9-й группы в короткопериодной форме Периодической системы нет. Поэтому достаточно просто найти 9-й элемент от начала 6-го периода.
- Элемент относится к d -семейству, поэтому он принадлежит к **побочной** подгруппе.

Задача 2 (окончание)

Определите, в каких периодах, группах и подгруппах Периодической системы находится элемент, если известно строение внешних электронных оболочек его атома: $5d^76s^2$. Назовите элемент и его номер в Периодической системе.

- Внешний электронный уровень данного элемента характеризуется главным квантовым числом $n = 6$. Значит, элемент находится в 6-м периоде.
- Суммарное количество валентных электронов равно 9, однако 9-й группы в короткопериодной форме Периодической системы нет. Поэтому достаточно просто найти 9-й элемент от начала 6-го периода.
- Элемент относится к d -семейству, поэтому он принадлежит к побочной подгруппе.
- Зная номер периода и **порядковый номер элемента в периоде**, можно дать название элементу и указать его порядковый номер: ^{77}Ir .

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- $\text{Mg}(+2)$.
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у Mg(+2) – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то Mg(+2) описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у Mg(+2) – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то Mg(+2) описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у Mg(+2) – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то Mg(+2) описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у Cl(-1) – 18.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у $\text{Cl}(-1)$ – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у Cl(-1) – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Ni(+2).

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у Cl(-1) – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Ni(+2).
- У ^{28}Ni имеется 28 электронов, а у Ni(+2) – 26.

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у Cl(-1) – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Ni(+2).
- У ^{28}Ni имеется 28 электронов, а у Ni(+2) – 26.
- Ni $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ $3d^8 4s^2$
- Ni(+2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^8$ $3d^8 4s^0$

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у $\text{Cl}(-1)$ – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Ni(+2).
- У ^{28}Ni имеется 28 электронов, а у $\text{Ni}(+2)$ – 26.
- Ni $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ $3d^8 4s^2$
- Ni(+2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^8$ $3d^8 4s^0$
- Электроны удаляются в первую очередь с внешнего уровня, хотя заполнение электронами подуровней происходит в другом порядке. Третий электрон из атома Ni удаляется уже с d-подуровня:

Задача 3

Запишите электронные формулы атомов элементов, имеющих разные степени окисления.

- Mg(+2).
- Степень окисления показывает сколько электронов приобрел или потерял соответствующий нейтральный атом.
- У ^{12}Mg имеется 12 электронов, тогда как у $\text{Mg}(+2)$ – только 10.
- Если электронная формула Mg выглядит как $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, то $\text{Mg}(+2)$ описывается такой формулой: $1s^2 2s^2 2p^6$.
- Cl(-1).
- У ^{17}Cl имеется 17 электронов, а у Cl(-1) – 18.
- Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- Cl(-1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Ni(+2).
- У ^{28}Ni имеется 28 электронов, а у Ni(+2) – 26.
- Ni $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ $3d^8 4s^2$
- Ni(+2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^8$ $3d^8 4s^0$
- Электроны удаляются в первую очередь с внешнего уровня, хотя заполнение электронами подуровней происходит в другом порядке. Третий электрон из атома Ni удаляется уже с d-подуровня:
- Ni(+2) $3d^8 4s^0$
- Ni(+3) $3d^7 4s^0$

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.
- Данная запись означает, что на p -подуровне ($l = 1$) 3-го уровня ($n = 3$) имеется 8 электронов.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.
- Данная запись означает, что на p -подуровне ($l = 1$) 3-го уровня ($n = 3$) имеется 8 электронов.
- Такая конфигурация не может существовать, т.к. несмотря на наличие у 3-го уровня p -подуровня, количество электронов на нем является недопустимым: p -подуровень может содержать лишь до 6 электронов.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.
- Данная запись означает, что на p -подуровне ($l = 1$) 3-го уровня ($n = 3$) имеется 8 электронов.
- Такая конфигурация не может существовать, т.к. несмотря на наличие у 3-го уровня p -подуровня, количество электронов на нем является недопустимым: p -подуровень может содержать лишь до 6 электронов.
- $2d^3$.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.
- Данная запись означает, что на p -подуровне ($l = 1$) 3-го уровня ($n = 3$) имеется 8 электронов.
- Такая конфигурация не может существовать, т.к. несмотря на наличие у 3-го уровня p -подуровня, количество электронов на нем является недопустимым: p -подуровень может содержать лишь до 6 электронов.
- $2d^3$.
- Данная запись означает, что на d -подуровне ($l = 2$) 2-го уровня ($n = 2$) имеется 3 электронов.

Задача 4

Существует ли данная электронная конфигурация? Если нет – укажите причину невозможности ее существования.

- $4f^5$.
- Данная запись означает, что на f -подуровне ($l = 3$) 4-го уровня ($n = 4$) имеется 5 электронов.
- Для $n = 4$ орбитальное квантовое число l может принимать значения 0, 1, 2, 3, т.е. значение 3 является допустимым (на 4-м уровне имеется f -подуровень).
- Максимальное количество электронов на подуровне равно $2(2l + 1)$ и для $l = 3$ оно составляет 14.
- Приведенная конфигурация предполагает наличие 5 электронов, что является допустимым. Вывод: данная конфигурация может существовать.
- $3p^8$.
- Данная запись означает, что на p -подуровне ($l = 1$) 3-го уровня ($n = 3$) имеется 8 электронов.
- Такая конфигурация не может существовать, т.к. несмотря на наличие у 3-го уровня p -подуровня, количество электронов на нем является недопустимым: p -подуровень может содержать лишь до 6 электронов.
- $2d^3$.
- Данная запись означает, что на d -подуровне ($l = 2$) 2-го уровня ($n = 2$) имеется 3 электронов.
- Невозможность такой конфигурации обусловлена тем, что на 2-м уровне отсутствует d -подуровень: для $n = 2$ l принимает значения 0 и 1, но не 2. Т.е. на 2-м уровне есть только s и p -подуровни.