

# СОДЕРЖАНИЕ

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1.1. Современные представления о строении атома .....	9
1.1.1. Современные представления о строении атома. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояния атомов .....	9
1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева .....	28
1.2.1. Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. ....	28
1.2.2. Общая характеристика металлов IA—IIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов .....	32
1.2.3. Характеристика переходных элементов (меди, цинка, хрома, железа) по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностям строения их атомов .....	34
1.2.4. Общая характеристика неметаллов VIA—VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов .....	36
1.3. Химическая связь и строение вещества .....	40
1.3.1. Ковалентная химическая связь, её разновидности (полярная и неполярная), механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. ....	40
1.3.2. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов .....	48

1.3.3. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Зависимость свойств веществ от их состава и строения ...	51
<b>1.4. Химическая реакция</b> .....	<b>56</b>
1.4.1. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии .....	56
1.4.2. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения .....	59
1.4.3. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов .....	60
1.4.4. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов .....	64
1.4.5. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты .....	66
1.4.6. Реакции ионного обмена .....	70
1.4.7. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная .....	71
1.4.8. Окислительно-восстановительные реакции. Коррозия металлов и способы защиты от неё .....	73
1.4.9. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) .....	77
1.4.10. Ионный (правило В. В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии .....	79

## **2. Неорганическая химия**

2.1. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ .....	83
<b>2.2. Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щёлочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа)</b> .....	<b>84</b>
2.2.1. Щелочные металлы .....	84
2.2.2. Щёлочноземельные металлы .....	87
2.2.3. Алюминий (Al) .....	91
2.2.4. Медь (Cu) .....	95

---

2.2.5. Цинк (Zn) .....	97
2.2.6. Хром (Cr).....	99
2.2.7. Железо (Fe) .....	101
<b>2.3. Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния</b> ....	104
2.3.1. Элемент водород H — VII группа.....	104
2.3.2. Галогены.....	109
2.3.3. Кислород (O) .....	112
2.3.4. Сера (S) .....	114
2.3.5. Азот (N) .....	120
2.3.6. Фосфор (P).....	130
2.3.7. Углерод (C) .....	136
2.3.8. Кремний (Si) .....	142
<b>2.4. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных</b> .....	144
<b>2.5. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов</b> .....	147
2.5.1. Основания.....	147
2.5.2. Амфотерные гидроксиды.....	150
<b>2.6. Характерные химические свойства кислот</b> .....	151
<b>2.7. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)</b> .....	153
2.7.1. Соли .....	153
2.7.2. Комплексные соединения .....	157
<b>2.8. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ</b> ...	161
2.8.1. Генетический ряд.....	161
2.8.2. Обобщающая схема взаимосвязи веществ .....	162

### **3. Органическая химия**

<b>3.1. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах</b> .....	163
---	-----

3.1.1. Теория химического строения органических соединений А. М. Бутлерова .....	163
3.1.2. Основные понятия .....	164
3.1.3. Виды изомерии .....	165
3.1.4. Взаимное влияние атомов друг на друга .....	168
<b>3.2. Типы связей в молекулах органических веществ.</b>	
<b>Гибридизация атомных орбиталей углерода.</b>	
<b>Радикал. Функциональная группа .....</b>	<b>169</b>
3.2.1. Связи в молекулах органических веществ .....	169
3.2.2. Гибридизация .....	170
3.2.3. Функциональная группа. Радикал .....	171
<b>3.3. Классификация и номенклатура органических соединений ...</b>	<b>172</b>
3.3.1. Классификация органических соединений .....	172
3.3.2. Номенклатура органических соединений .....	176
<b>3.4. Характерные химические свойства углеводов:</b>	
<b>алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов .....</b>	<b>176</b>
3.4.1. Алканы .....	176
3.4.2. Циклоалканы .....	181
3.4.3. Алкены (этиленовые углеводороды) .....	181
3.4.4. Алкадиены .....	184
3.4.5. Алкины (ацетиленовые углеводороды) .....	186
3.4.6. Арены (ароматические углеводороды) .....	189
<b>3.5. Характерные химические свойства предельных</b>	
<b>одноатомных и многоатомных спиртов, фенола .....</b>	<b>194</b>
3.5.1. Спирты .....	194
3.5.2. Фенолы .....	198
<b>3.6. Характерные химические свойства альдегидов,</b>	
<b>предельных карбоновых кислот, сложных эфиров .....</b>	<b>200</b>
3.6.1. Альдегиды .....	200
3.6.2. Карбоновые кислоты .....	204
3.6.3. Сложные эфиры .....	208
<b>3.7. Характерные химические свойства азотсодержащих</b>	
<b>органических соединений: аминов и аминокислот .....</b>	<b>210</b>
3.7.1. Амины .....	210
3.7.2. Аминокислоты .....	212

<b>3.8. Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)</b> .....	214
3.8.1. Жиры .....	214
3.8.2. Углеводы .....	216
3.8.3. Белки .....	221
<b>3.9. Взаимосвязь различных классов органических веществ</b> .....	223

## **4.1. Методы познания в химии**

<b>4.1. Экспериментальные основы химии</b> .....	224
4.1.1. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии .....	224
4.1.2. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ .....	228
4.1.3. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы .....	229
4.1.4. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений .....	230
4.1.5. Идентификация органических соединений .....	235
4.1.6. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ, относящихся к изученным классам неорганических веществ .....	239
4.1.7. Основные способы получения углеродородов .....	251
4.1.8. Основные способы получения кислородсодержащих соединений .....	254
<b>4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ</b> .....	258
4.2.1. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов .....	258

4.2.2. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия .....	259
4.2.3. Природные источники углеводов, их переработка .....	263
4.2.4. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки .....	267
<b>4.3. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций .....</b>	<b>270</b>
4.3.1. Вычисление массы растворённого вещества, содержащегося в определённой массе раствора с известной массовой долей .....	277
4.3.2. Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях .....	279
4.3.3. Расчёт массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ .....	281
4.3.4. Расчёт теплового эффекта реакции .....	286
4.3.5. Расчёт массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси) .....	288
4.3.6. Расчёт массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества .....	292
4.3.7. Нахождение молекулярной формулы вещества .....	293
4.3.8. Расчёт массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. ....	297
4.3.9. Расчёт массовой доли (массы) химического соединения в смеси .....	300
<b>Приложение .....</b>	<b>302</b>

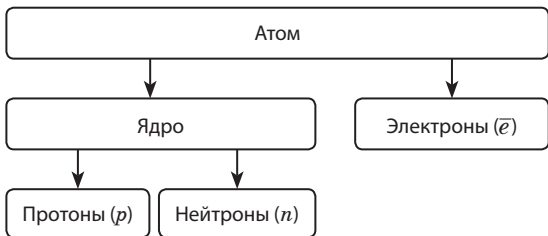
# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

## 1.1. Современные представления о строении атома

1.1.1. Современные представления о строении атома. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояния атомов

### Атом

**Атом** — это химически неделимая электронейтральная частица, которая состоит из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно заряженных электронов.



### Состав ядра

$$A = Z + N,$$

где  $A$  — массовое число;  $Z$  — протонное число (количество протонов);  $N$  — количество нейтронов.

К элементарным частицам относятся *электроны, протоны, нейтроны*.

### Характеристика элементарных частиц

Название	Обозначение	Масса	Заряд
Электрон	$\bar{e}$	$\approx 0$	-1
Протон	$p$	1	+1
Нейтрон	$n$	1	0



Заряд ядра атома, количество протонов в ядре атома, количество электронов в атоме определяется по порядковому номеру элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева.

$$\bar{e} = 16$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Например, } {}_{16}^{32}\text{S} \quad p = 16 \\ \quad \quad \quad \quad \quad n = 32 - 16 = 16 \end{array} \right\} \text{ядро}$$

**Нуклиды** — это разновидности атомных ядер с фиксированным массовым числом  $A$ , числом протонов  $Z$  и нейтронов  $N$ .

**Изотопы** — разновидности атомов одного химического элемента, имеющие одинаковые заряды ядер, но разные массовые числа.

Например, изотопы кислорода:  ${}_{8}^{16}\text{O}$ ;  ${}_{8}^{17}\text{O}$ ;  ${}_{8}^{18}\text{O}$ ; изотопы водорода:  ${}_{1}^1\text{H}$  протий;  ${}_{1}^2\text{H} \equiv \text{D}$  дейтерий;  ${}_{1}^3\text{H} \equiv \text{T}$  тритий; изотопы калия:  ${}_{19}^{39}\text{K}$ ;  ${}_{19}^{40}\text{K}$ ;  ${}_{19}^{41}\text{K}$ .

**Изотоны** — разновидности атомов разных химических элементов, имеющие одинаковое количество нейтронов, но разные атомные номера.

Например,  ${}_{88}^{228}\text{Ra}$ ;  ${}_{90}^{230}\text{Th}$ ;  ${}_{91}^{231}\text{Pa}$ .

**Изобары** — разновидности атомов разных химических элементов, имеющих одинаковые массовые числа, но разные атомные номера.

Например,  ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ ;  ${}_{19}^{40}\text{K}$ ;  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ .

## Относительная атомная масса элемента

**Относительная атомная масса элемента ( $A_r$ )** — это физическая величина, показывающая, во сколько раз средняя масса атомов данного элемента больше 1/12 части массы нуклида углерода  $^{12}\text{C}$ .

$$\begin{aligned} \frac{1}{12} m_a(^{12}\text{C}) &= \frac{1}{12} \cdot 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг} = \\ &= 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}. \end{aligned}$$

Атомная единица массы (а. е. м.), обозначается  $u$ , тогда:

$$A_r(\text{X}) = \frac{m_a(\text{X})}{u} \leftrightarrow m_a(\text{X}) = A_r(\text{X}) \cdot u.$$

## Орбиталь. Вид и форма орбиталей

**Орбиталь** — это пространство вокруг ядра, в котором нахождение электрона наиболее вероятно.

### Обозначения орбиталей:



— свободная орбиталь;



— орбиталь с одним электроном;



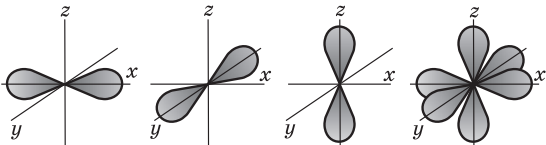
— заполненная орбиталь

### Вид и форма орбиталей:

$s$ -орбиталь:

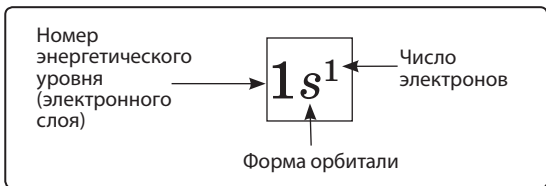


*p*-орбитали:



*d*-, *f*-, *g*-орбитали имеют более сложную форму.

### Электронная формула



### Порядок заполнения орбиталей

Заполнение орбиталей происходит по принципу наименьшей энергии.

Увеличение энергии орбиталей →

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s \approx 5d \approx 4f < 6p \text{ и т. д.}$$

### Принцип Паули

На каждой орбитали могут находиться не более двух электронов, причём их спины противоположны.



запрещено



разрешено

*Спин* — это движение электрона вокруг собственной оси.

### Правило Хунта

Орбитали заполняются электронами так, чтобы их суммарный спин был максимальным.



запрещено



разрешено

**Распределение электронов в атоме по энергетическим уровням (электронным слоям) и подуровнями**

Энергетический уровень	Число подуровней	Энергетический подуровень	Общее число орбиталей	Наибольшее число электронов		Электронная формула заполненного энергетического уровня
				на энергетическом подуровне	на энергетическом уровне	
1	1	<i>s</i>	1	2	2	$1s^2$
2	2	<i>s</i> <i>p</i>	$\left. \begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix} \right\} 4$	$\begin{matrix} 2 \\ 6 \end{matrix}$	8	$2s^2 2p^6$
3	3	<i>s</i> <i>p</i> <i>d</i>	$\left. \begin{matrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{matrix} \right\} 9$	$\begin{matrix} 2 \\ 6 \\ 10 \end{matrix}$	18	$3s^2 3p^6 3d^{10}$
4	4	<i>s</i> <i>p</i> <i>d</i> <i>f</i>	$\left. \begin{matrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 7 \end{matrix} \right\} 16$	$\begin{matrix} 2 \\ 6 \\ 10 \\ 14 \end{matrix}$	32	$4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$

В зависимости от того, какой подуровень в атоме заполняется последним, **элементы делят**:

- *s*-элементы — это первые два элемента каждого периода;
- *p*-элементы — элементы IIIA—VIIA групп;
- *d*-элементы — элементы побочных подгрупп;
- *f*-элементы — лантаноиды и актиноиды.

**Строение электронных оболочек атомов первых четырех периодов**

**Строение элементов первого периода**

Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая формула валентных электронов
${}^1_1\text{H}$	$\left( \begin{array}{c} +1 \\ \circ \\ 1 \end{array} \right)$	$1s^1$	$\begin{array}{c} 1s \\ \boxed{\uparrow} \end{array}$
${}^2_2\text{He}$	$\left( \begin{array}{c} +2 \\ \circ \\ 2 \end{array} \right)$	$1s^2$	$\begin{array}{c} 1s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array}$

## Строение элементов второго периода

Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая формула валентных электронов
${}^3\text{Li}$		$1s^2 2s^1$	$2s$ 
${}^4\text{Be}$		$1s^2 2s^2$	$2s$ 
${}^5\text{B}$		$2s^2 2s^2 2p^1$	$2s$ $2p$ 
${}^6\text{C}$		$1s^2 2s^2 2p^2$	$2s$ $2p$ 