

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ	8
1.1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ АТОМА	8
1.1.1. 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 состояние атомов	8
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.1</i>	16
1.2. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА	18
1.2.1. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам	18
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 атомов	21
1.2.3. Характеристика переходных элементов (меди, цинка, хрома, железа) по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностям строения атомов	22
1.2.4. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения атомов	24
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.2</i>	26
1.3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА	34
1.3.1. Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	34
1.3.2. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов.	38
1.3.3. Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения.	39
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.3</i>	42
1.4. ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ	48
1.4.1. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	48
1.4.2. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения.	50
1.4.3. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов.	50
1.4.4. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов.	52

1.4.5. Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты	53
1.4.6. Реакции ионного обмена	55
1.4.7. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная.	55
1.4.8. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от неё	57
1.4.9. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	59
1.4.10. Ионный и радикальный механизмы реакций в органической химии	60
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.4</i>	61

2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ 76

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (ТРИВИАЛЬНАЯ И МЕЖДУНАРОДНАЯ)	76
---	-----------

<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.1</i>	77
--	----

2.2. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ — МЕТАЛЛОВ: ЩЕЛОЧНЫХ, ЩЁЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ, АЛЮМИНИЯ, А ТАКЖЕ МЕДИ, ЦИНКА, ХРОМА, ЖЕЛЕЗА	79
--	-----------

Элементы I группы главной подгруппы — щелочные металлы	79
--	----

Элементы II группы главной подгруппы	80
--	----

Элементы III группы главной подгруппы.	
--	--

Алюминий Al	82
-----------------------	----

Элементы I группы побочной подгруппы.	
---------------------------------------	--

Медь Cu	84
-------------------	----

Элементы II группы побочной подгруппы.	
--	--

Цинк Zn	85
-------------------	----

Элементы VI группы побочной подгруппы.	
--	--

Хром Cr	87
-------------------	----

Элементы VIII группы побочной подгруппы.	
--	--

Железо Fe	88
---------------------	----

<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.2</i>	90
--	----

2.3. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ — НЕМЕТАЛЛОВ: ВОДОРОДА, ГАЛОГЕНОВ, КИСЛОРОДА, СЕРЫ, АЗОТА, ФОСФОРА, УГЛЕРОДА, КРЕМНИЯ.	91
--	-----------

Водород H	91
---------------------	----

Галогены	94
--------------------	----

Кислород O	96
----------------------	----

Сера S	97
------------------	----

Азот.	101
---------------	-----

Фосфор P	107
--------------------	-----

Углерод C	109
---------------------	-----

Кремний Si	112
----------------------	-----

<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.3</i>	114
--	-----

2.4. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДОВ: ОСНОВНЫХ, АМФОТЕРНЫХ, КИСЛОТНЫХ.	115
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.4</i>	116
2.5. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ И АМФОТЕРНЫХ ГИДРОКСИДОВ.	118
Основания	118
Амфотерные гидроксиды	119
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.5</i>	120
2.6. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОТ	122
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.6</i>	123
2.7. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛЕЙ: СРЕДНИХ, КИСЛЫХ, ОСНОВНЫХ, КОМПЛЕКСНЫХ (НА ПРИМЕРЕ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ И ЦИНКА)	124
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.7</i>	129
2.8. ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	131
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.8</i>	131
3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	133
3.1. ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ: ГОМОЛОГИЯ И ИЗОМЕРИЯ (СТРУКТУРНАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ). ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В МОЛЕКУЛАХ	133
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.1</i>	136
3.2. ТИПЫ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛАХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ГИБРИДИЗАЦИЯ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ УГЛЕРОДА. РАДИКАЛ. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	138
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.2</i>	139
3.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (ТРИВИАЛЬНАЯ И МЕЖДУНАРОДНАЯ)	141
Классификация органических соединений	141
Классификация по строению углеродной цепи	141
Классификация углеводов (по типу химических связей)	141
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.3</i>	143
3.4. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ: АЛКАНОВ, ЦИКЛОАЛКАНОВ, АЛКЕНОВ, ДИЕНОВ, АЛКИНОВ, АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (БЕНЗОЛА И ТОЛУОЛА).	145
Алканы	145
Циклоалканы	147
Алкены (этиленовые углеводороды)	147
Диены	149
Ароматические углеводороды: бензол и толуол	151
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.4</i>	154

3.5. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОДНОАТОМНЫХ И МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ, ФЕНОЛА	156
Спирты	156
Фенолы	158
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.5</i>	159
3.6. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЬДЕГИДОВ, ПРЕДЕЛЬНЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ, СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ . .	161
Альдегиды	161
Карбоновые кислоты	162
Сложные эфиры	164
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.6</i>	165
3.7. ХАРАКТЕРНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ: АМИНОВ И АМИНОКИСЛОТ	167
Амины	167
Аминокислоты	168
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.7</i>	169
3.8. БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА: ЖИРЫ, БЕЛКИ, УГЛЕВОДЫ (МОНОСАХАРИДЫ, ДИСАХАРИДЫ, ПОЛИСАХАРИДЫ)	171
Жиры	171
Углеводы	172
Белки.	174
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.8</i>	175
3.9. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	177
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.9</i>	178
4. МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ. . .	180
4.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ХИМИИ.	180
4.1.1. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии	180
4.1.2. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ.	181
4.1.3. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы.	182
4.1.4. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы	182
4.1.5. Качественные реакции органических соединений	184
4.1.6. Основные способы получения углеводов (в лаборатории)	185
4.1.7. Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории).	187
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 4.1</i>	189

4.2. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННЫХ СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ВЕЩЕСТВ	194
4.2.1. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов.	195
4.2.2. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия	195
4.2.3. Природные источники углеводородов, их переработка . . .	197
4.2.4. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	199
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 4.2</i>	201

4.3. РАСЧЁТЫ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ И УРАВНЕНИЯМ РЕАКЦИЙ.	206
4.3.1. Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	209
4.3.2. Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях	210
4.3.3. Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ.	210
4.3.4. Расчёты теплового эффекта реакции	212
4.3.5. Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке	213
4.3.6. Расчёты массы (объёма, количества) продуктов реакции, если одно из веществ имеет примеси	214
4.3.7. Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества	215
4.3.8. Нахождение молекулярной массы вещества	215
4.3.9. Расчёты выхода продукта реакции от теоретически возможного	217
4.3.10. Расчёты массовой доли, массы химического соединения в смеси.	218
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 4.3</i>	218

ОТВЕТЫ К ПРИМЕРАМ ЗАДАНИЙ ЕГЭ	220
--	-----

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	234
---------------------------------------	-----



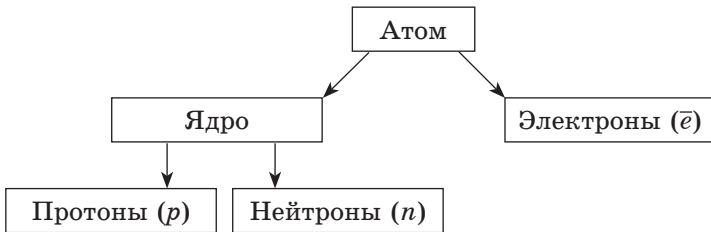
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1.1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ АТОМА

1.1.1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов

Атом

Химически неделимая электронейтральная частица, которая состоит из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно заряженных электронов



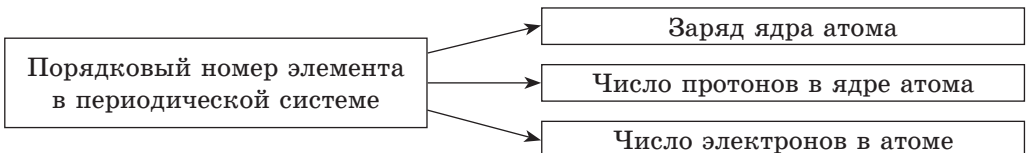
Состав ядра

$$A = Z + N,$$

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

Элементарные частицы

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



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

Нуклиды

Разновидности атомов с фиксированным массовым числом A , числом протонов Z и нейтронов N в ядре

Изотопы	Изотоны	Изобары
Разные нуклиды одного химического элемента, имеющие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов в ядре	Разновидности атомов разных химических элементов, имеющие одинаковое число нейтронов, но разные атомные номера	Разновидности атомов разных химических элементов, имеющих одинаковые массовые числа, но разные атомные номера
изотопы кислорода: ${}^1_8\text{O}; {}^{17}_8\text{O}; {}^{18}_8\text{O};$ изотопы водорода: ${}^1_1\text{H}$ — протий; ${}^2_1\text{H}$ — D дейтерий; ${}^3_1\text{H}$ — T тритий; изотопы калия: ${}^{39}_{19}\text{K}; {}^{40}_{19}\text{K}; {}^{41}_{19}\text{K}$	${}^{228}_{88}\text{Ra}; {}^{230}_{90}\text{Th}; {}^{231}_{91}\text{Pa}$	${}^{40}_{18}\text{Ar}; {}^{40}_{19}\text{K}; {}^{40}_{20}\text{Ca}$

Относительная атомная масса элемента (A_r)

Физическая величина, показывающая, во сколько раз средняя масса атомов данного элемента больше $1/12$ части массы изотопа углерода ${}^{12}\text{C}$

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1}{12} m_a({}^{12}\text{C}) = \frac{1}{12} \cdot 1,193 \cdot 10^{-26} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

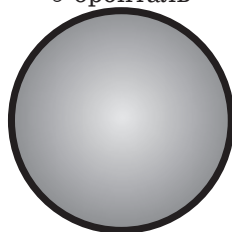
$$A_r(\text{Э}) = \frac{m_a(\text{Э})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{m_a(\text{Э})}{1 \text{ а. е. м.}}$$

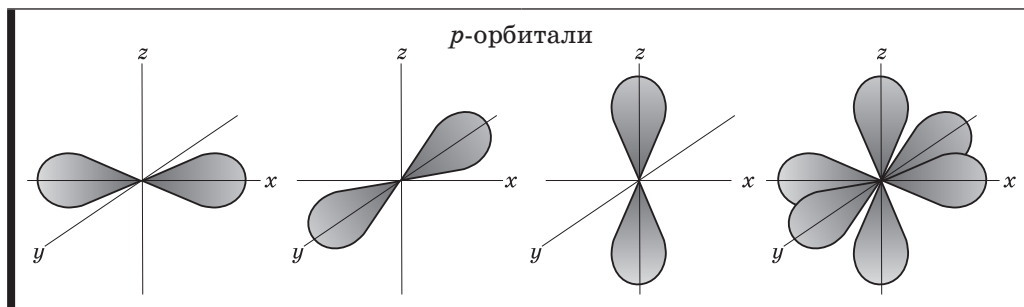
Орбиталь

Пространство вокруг ядра, в котором нахождение электрона наиболее вероятно (вероятность более 90%)

Вид и форма

s -орбиталь



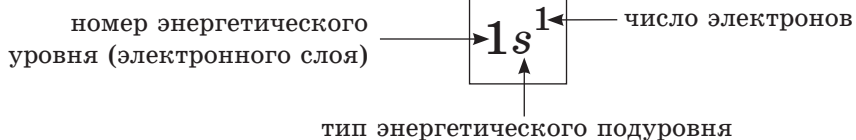


d-, *f*-, *g*-орбитали имеют более сложную форму

Обозначения:

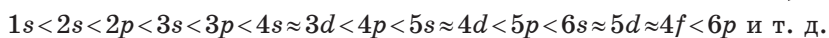
- вакантная (незаполненная) орбиталь
- ↑ — одноэлектронная орбиталь
- ↑↓ — двухэлектронная орбиталь

Электронная формула



Порядок заполнения орбиталей

Увеличение энергии орбиталей



Принцип Паули

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



запрещено



разрешено

Правило Хунда

Орбитали заполняются электронами так, чтобы их суммарный спин был максимальным



запрещено

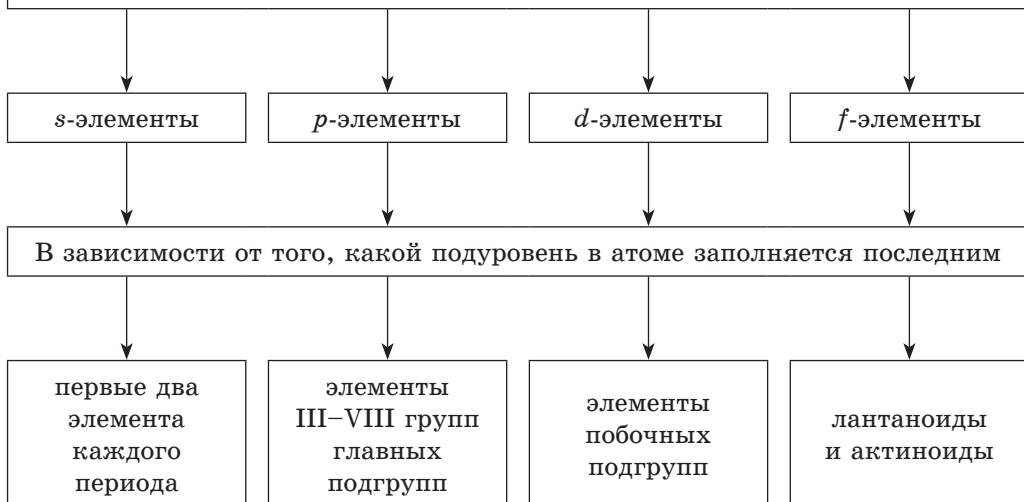


разрешено

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

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>	1 } 3 } 4 }	2 6	8	$2s^2 2p^6$
3	3	<i>s</i> <i>p</i> <i>d</i>	1 } 3 } 5 } 9 }	2 6 10	18	$3s^2 3p^6 3d^{10}$
4	4	<i>s</i> <i>p</i> <i>d</i> <i>f</i>	1 } 3 } 5 } 7 } 16 }	2 6 10 14	32	$4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$

Типы химических элементов



Строение электронных оболочек атомов первых четырёх периодов

Строение элементов первого периода			
Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая схема строения валентного уровня
${}^1_1\text{H}$	$\left(\begin{array}{c} +1 \\ \hline \uparrow \\ 1 \end{array} \right)$	$1s^1$	$1s^1$ \uparrow
${}^2_2\text{He}$	$\left(\begin{array}{c} +2 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \end{array} \right)$	$1s^2$	$1s^2$ $\uparrow\downarrow$
Строение элементов второго периода			
Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая схема строения валентного уровня
${}^3_3\text{Li}$	$\left(\begin{array}{c} +3 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow \\ 1 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^1$	$2s^1$ \uparrow
${}^4_4\text{Be}$	$\left(\begin{array}{c} +4 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 2 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2$	$2s^2$ $\uparrow\downarrow$
${}^5_5\text{B}$	$\left(\begin{array}{c} +5 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 3 \end{array} \right)$	$2s^2 2s^2 2p^1$	$2s^2$ $2p^1$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \square \square
${}^6_6\text{C}$	$\left(\begin{array}{c} +6 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 4 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^2$	$2s^2$ $2p^2$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow $\uparrow\downarrow$
${}^7_7\text{N}$	$\left(\begin{array}{c} +7 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 5 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$2s^2$ $2p^3$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow
${}^8_8\text{O}$	$\left(\begin{array}{c} +8 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 6 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$2s^2$ $2p^4$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow
${}^9_9\text{F}$	$\left(\begin{array}{c} +9 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 7 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$2s^2$ $2p^5$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow
${}^{10}_{10}\text{Ne}$	$\left(\begin{array}{c} +10 \\ \hline \uparrow\downarrow \\ 2 \\ \uparrow\downarrow \\ 8 \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6$	$2s^2$ $2p^6$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$

Строение элементов третьего периода			
Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая схема строения валентного уровня
$_{11}\text{Na}$	$(+11) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$3s^1$ \uparrow
$_{12}\text{Mg}$	$(+12) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$3s^2$ $\uparrow \downarrow$
$_{13}\text{Al}$	$(+13) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$3s^2$ $3p^1$ $\uparrow \downarrow$ \uparrow \square \square
$_{14}\text{Si}$	$(+14) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$3s^2$ $3p^2$ $\uparrow \downarrow$ \uparrow \uparrow \square
$_{15}\text{P}$	$(+15) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$3s^2$ $3p^3$ $\uparrow \downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow
$_{16}\text{S}$	$(+16) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$3s^2$ $3p^4$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ \uparrow \uparrow
$_{17}\text{Cl}$	$(+17) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$3s^2$ $3p^5$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ \uparrow
$_{18}\text{Ar}$	$(+18) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$3s^2$ $3p^6$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$
Строение элементов четвёртого периода			
Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая схема строения валентного уровня
$_{19}\text{K}$	$(+19) \left(\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	$4s^1$ \uparrow

Продолжение таблицы

${}_{20}\text{Ca}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	$4s^2$
${}_{21}\text{Sc}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	$4s^2$ $3d^1$
${}_{22}\text{Ti}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	$4s^2$ $3d^2$
${}_{23}\text{V}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$	$4s^2$ $3d^3$
${}_{24}\text{Cr}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$	$4s^1$ $3d^5$ «провал электрона»
${}_{25}\text{Mn}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$	$4s^2$ $3d^5$
${}_{26}\text{Fe}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	$4s^2$ $3d^6$
${}_{27}\text{Co}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	$4s^2$ $3d^7$

Окончание таблицы

${}_{28}\text{Ni}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $3d^8$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$
${}_{29}\text{Cu}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$	$4s^1$ \uparrow $3d^{10}$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ «провал электрона»
${}_{30}\text{Zn}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $3d^{10}$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$
${}_{31}\text{Ga}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^1$ $\uparrow \square \square$
${}_{32}\text{Ge}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^2$ $\uparrow \uparrow \square$
${}_{33}\text{As}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^3$ $\uparrow \uparrow \uparrow$
${}_{34}\text{Se}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^4$ $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$
${}_{35}\text{Br}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^5$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$
${}_{36}\text{Kr}$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$	$4s^2$ $\uparrow\downarrow$ $4p^6$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$

1.2. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

1.2.1. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам

Периодический закон

Свойства химических элементов, а также свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от величины заряда атомных ядер

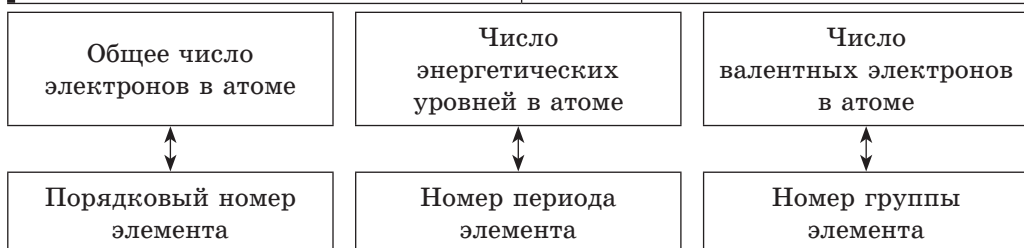
Периодическая система — графическое отображение Периодического закона, в которой элементы расположены в порядке возрастания зарядов ядер их атомов

Период — горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания зарядов ядер их атомов, начинающийся щелочным металлом (1-й период — водородом) и заканчивающийся инертным газом

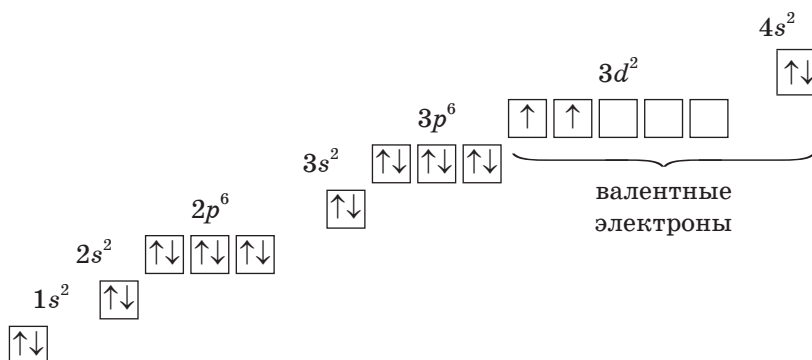
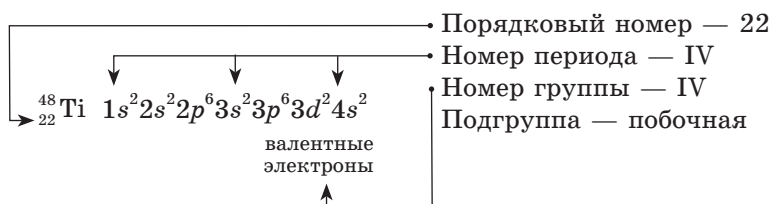
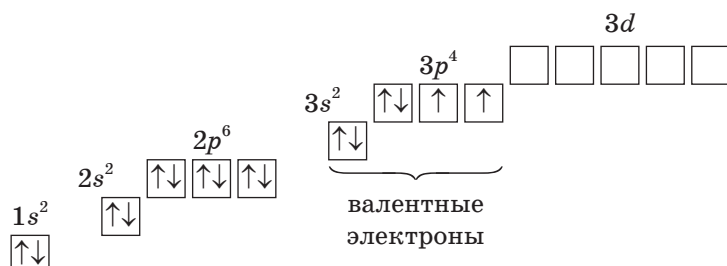
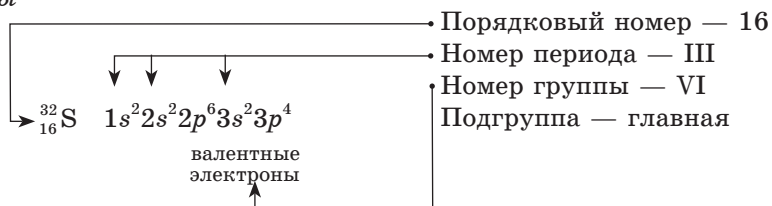
Малые периоды	Большие периоды
включают элементы только главных подгрупп (<i>s</i> - и <i>p</i> -элементы)	включают элементы и главных, и побочных подгрупп (<i>s</i> -, <i>p</i> -, <i>d</i> -, <i>f</i> -элементы)

Группа — вертикальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания зарядов ядер их атомов, имеющих одинаковую электронную конфигурацию внешних энергетических уровней

Главные подгруппы	Побочные подгруппы
содержат <i>s</i> - и <i>p</i> -элементы	содержат <i>d</i> - и <i>f</i> -элементы



Примеры



Радиус атома

Расстояние от центра ядра до сферической поверхности, которая ограничена орбиталями с электронами последнего энергетического уровня

Количественно характеризует размеры атома (хотя атом не имеет чётких границ, условно атом считают шарообразным)

Периодическое изменение свойств элементов и их соединений

${}^7_3\text{Li } 1s^2 2s^1$ Li_2O основной оксид LiOH щёлочь		$\xrightarrow{\text{Увеличивается число } \bar{e} \text{ на внешнем энергетическом уровне атома, уменьшается радиус атома, увеличивается металличность, увеличивается неметалличность простых веществ, основные свойства оксидов и гидроксидов уменьшаются, кислотные — увеличиваются}}$						
${}^{23}_{11}\text{Na}$ $\dots 3s^1$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$ $\dots 3s^2$	${}^{27}_{13}\text{Al}$ $\dots 3s^2 3p^1$	${}^{28}_{14}\text{Si}$ $\dots 3s^2 3p^2$	${}^{31}_{15}\text{P}$ $\dots 3s^2 3p^3$	${}^{32}_{16}\text{S}$ $\dots 3s^2 3p^4$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$ $\dots 3s^2 3p^5$	${}^{40}_{18}\text{Ar}$ $\dots 3s^2 3p^6$	
Na_2O ${}^{+2}$	MgO ${}^{+2}$	Al_2O_3 ${}^{+3}$	SiO_2 ${}^{+4}$	P_2O_5 ${}^{+5}$	SiO_3 ${}^{+6}$	Cl_2O_7 ${}^{+7}$	—	
основные оксиды		амфотерный оксид		кислотные оксиды				
NaOH	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	HClO_4	—	
основания		амфотерный гидроксид	слабая кислота	кислота средней силы	сильные кислоты			
NaN	MgNH_2	—	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl	—	
гидриды металлов (твёрдые вещества)		летучие соединения с водородом						
$\xrightarrow{\text{Увеличивается число энергетических уровней в атоме, растёт радиус атома, металличность простых веществ и основные свойства оксидов и гидроксидов увеличиваются, кислотные — уменьшаются}}$								

! Периодичность объясняется полным повторением структур внешних энергетических уровней атомов.

Распределение элементов на металлы и неметаллы

Металлы				Неметаллы					
Li	Be			B	C	N	O	F	He
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca		<i>d</i> - и <i>f</i> - металлы	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr			In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra								
<i>s</i> -металлы				<i>p</i> -металлы					

Чёткой границы нет. Есть элементы с переходными свойствами.

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 атомов

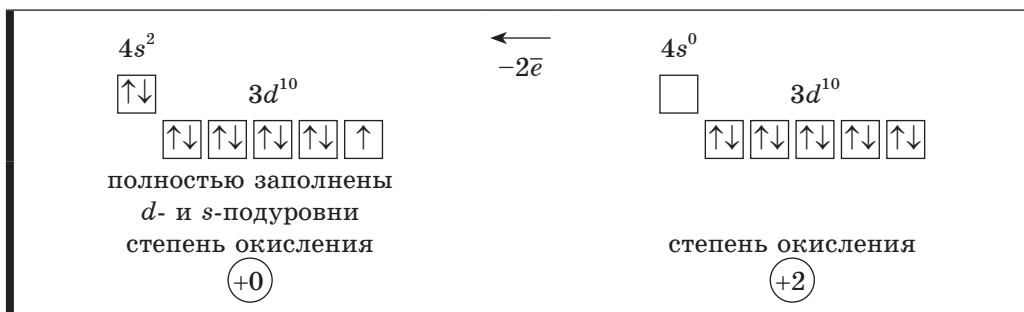
I группа, главная подгруппа — щелочные металлы

<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>Li</td><td>6,941</td><td>3</td></tr><tr><td>2s¹</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Литий</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na</td><td>22,990</td><td>11</td></tr><tr><td>3s¹</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Натрий</td><td></td><td></td></tr><tr><td>K</td><td>39,098</td><td>19</td></tr><tr><td>4s¹</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Калий</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Rb</td><td>85,468</td><td>37</td></tr><tr><td>5s¹</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Рубидий</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cs</td><td>132,905</td><td>55</td></tr><tr><td>6s¹</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Цезий</td><td></td><td></td></tr></table>	Li	6,941	3	2s ¹			Литий			Na	22,990	11	3s ¹			Натрий			K	39,098	19	4s ¹			Калий			Rb	85,468	37	5s ¹			Рубидий			Cs	132,905	55	6s ¹			Цезий			<p>растёт радиус атома, усиливаются восстановительная способность и химическая активность, металлические свойства, основной характер оксидов и гидроксидов</p>	<p>уменьшается прочность связи между атомами, снижаются температуры плавления и кипения</p>
Li	6,941	3																																													
2s ¹																																															
Литий																																															
Na	22,990	11																																													
3s ¹																																															
Натрий																																															
K	39,098	19																																													
4s ¹																																															
Калий																																															
Rb	85,468	37																																													
5s ¹																																															
Рубидий																																															
Cs	132,905	55																																													
6s ¹																																															
Цезий																																															
<p style="margin-left: 100px;"><i>np</i></p> <p style="margin-left: 100px;"><i>ns</i>¹ □ □ □ → -1ē (+1)</p> <p style="margin-left: 100px;">... ↑</p>																																															
<p>низкая электроотрицательность, легко отдают \bar{e}</p>																																															

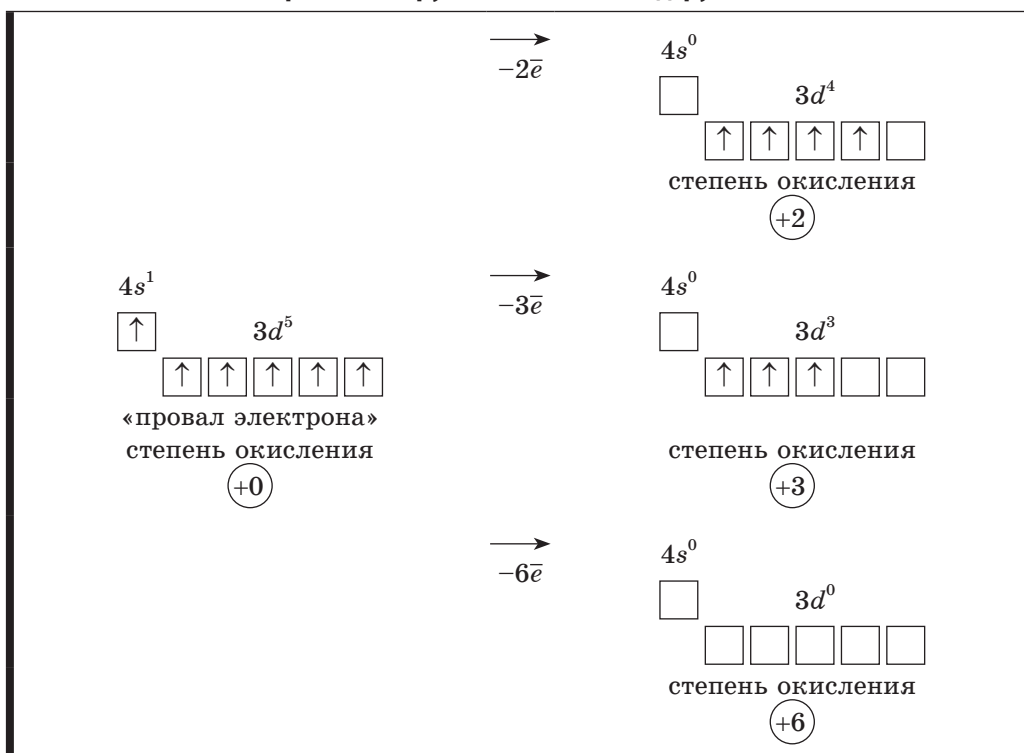
II группа, главная подгруппа — щёлочноземельные металлы

<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>Ca</td><td>40,08</td><td>20</td></tr><tr><td>4s²</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Кальций</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Sr</td><td>87,62</td><td>38</td></tr><tr><td>5s²</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Стронций</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ba</td><td>137,34</td><td>56</td></tr><tr><td>6s²</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Барий</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ra</td><td>226,025</td><td>88</td></tr><tr><td>7s²</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Радий</td><td></td><td></td></tr></table>	Ca	40,08	20	4s ²			Кальций			Sr	87,62	38	5s ²			Стронций			Ba	137,34	56	6s ²			Барий			Ra	226,025	88	7s ²			Радий			<p>растёт радиус атома, усиливаются восстановительная способность и химическая активность, металлические свойства, основной характер оксидов и гидроксидов</p>	<p>уменьшается прочность связи между атомами</p>
Ca	40,08	20																																				
4s ²																																						
Кальций																																						
Sr	87,62	38																																				
5s ²																																						
Стронций																																						
Ba	137,34	56																																				
6s ²																																						
Барий																																						
Ra	226,025	88																																				
7s ²																																						
Радий																																						
<p style="margin-left: 100px;"><i>np</i></p> <p style="margin-left: 100px;"><i>ns</i>² □ □ □ → -2ē (+2)</p> <p style="margin-left: 100px;">... ↑↓</p>																																						

Цинк — II группа побочной подгруппы



Хром — VI группа побочной подгруппы



Железо — VIII группа побочной подгруппы



1.2.4. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения атомов

Элементы IV группы главной подгруппы

C 12,011 2s ² 2p ² 4 2 Углерод	↓
Si 28,086 3s ² 3p ² 4 8 2 Кремний	
Ge 72,59 4s ² 4p ² 4 18 8 2 Германий	
Sn 118,69 5s ² 5p ² 4 18 8 2 Олово	
Pb 207,2 6s ² 6p ² 4 18 32 18 8 2 Свинец	

растёт радиус атома, усиливаются металлические и восстановительные свойства
C, Si, Ge, Sn — переходные элементы
Pb — металл

↑ увеличивается электроотрицательность, устойчивость соединений с водородом

$ns^2 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \square \\ \hline \end{array} \xrightarrow{np^2} -2\bar{e} \quad (+2)$
 ... $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$

$\xrightarrow{\hspace{10em}} -4\bar{e} \quad (+4)$

$ns^1 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \xrightarrow{np^3} +4\bar{e} \quad (-4)$
 $E^* \dots \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$

Элементы V группы главной подгруппы

N 14,0067 2s ² 2p ³ 5 2 Азот	↓
P 30,973 3s ² 3p ³ 5 8 2 Фосфор	
As 74,921 4s ² 4p ³ 5 18 8 2 Мышьяк	
Sb 121,75 5s ² 5p ³ 5 18 8 2 Сурьма	
Bi 208,980 6s ² 6p ³ 5 18 32 18 8 2 Висмут	

растёт радиус атома, усиливаются металлические и восстановительные свойства

↑ увеличивается электроотрицательность, устойчивость соединений с водородом

$ns^2 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \xrightarrow{np^3} +3\bar{e} \quad (-3)$
 ... $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$

$\xrightarrow{\hspace{10em}} 0$

$\xrightarrow{\hspace{10em}} -3\bar{e} \quad (+3)$

$\xrightarrow{\hspace{10em}} -5\bar{e} \quad (+5)$

У азота также возможны степени окисления +1; +2; +4