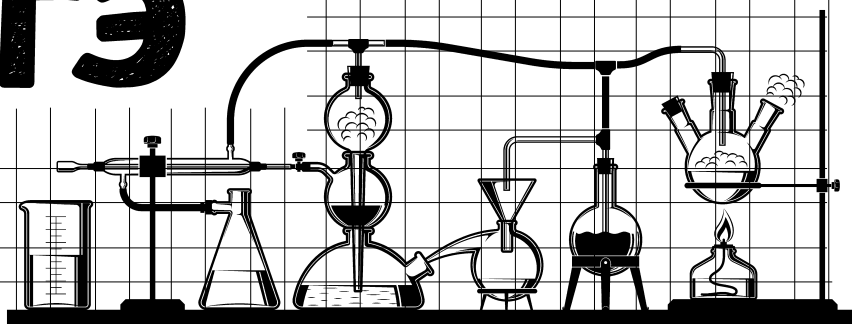
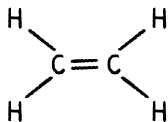


НАГЛЯДНЫЙ СПРАВОЧНИК ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

к **ОГЭ**
и
ЕГЭ



Е.В. Крышилович, В.А. Мостовых



ХИМИЯ



МОСКВА

УДК 373:54
ББК 24я721
К85

Макет подготовлен при содействии ООО «Аудиономикс»

Крышилович, Елена Владимировна.
К85 Химия / Е. В. Крышилович, В. А. Мостовых. — Москва : Эксмо, 2026. — 320 с. — (Наглядный справочник для подготовки к ОГЭ и ЕГЭ).
ISBN 978-5-04-093008-1

Справочник содержит теоретические сведения за весь школьный курс химии, а также практические задания с ответами и пояснениями. Весь материал изложен в наглядной и доступной форме, что способствует быстрому усвоению большого количества информации.

Издание окажет помощь старшеклассникам при подготовке к ОГЭ и ЕГЭ, урокам, различным формам текущего и промежуточного контроля.

**УДК 373:54
ББК 24я721**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
----------------	---

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ.....8

Современные представления о строении атома	8
Модель атома.....	8
Атомная орбиталь. Энергетические уровни	9
Правила заполнения атомных орбиталей... 10	
Основное и возбуждённое состояние атома.....	11

Периодический закон и Периодическая система химических элементов

Д. И. Менделеева	12
Периодическая система химических элементов.....	12
Металлы IA—IIIA групп в Периодической системе химических элементов	
Д. И. Менделеева.....	14
Переходные элементы (медь, цинк, хром, железо) в Периодической системе химических элементов	
Д. И. Менделеева.....	16
Неметаллы IVA—VIIA групп в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева	18

Химическая связь и строение вещества.....24

Типы химической связи	24
Характеристики химической связи.....	25
Ковалентная связь.....	26
Ионная связь.....	29
Металлическая связь.....	30
Водородная связь	30
Электроотрицательность	31
Степень окисления.....	31
Валентность химических элементов.....	33
Вещества молекулярного и немолекулярного строения	33
Кристаллические решётки.....	33

Химическая реакция	39
--------------------------	----

Классификация химических реакций в неорганической и органической химии

.....	39
Тепловой эффект химической реакции	42
Термохимическое уравнение.....	43
Скорость реакции	45
Факторы, влияющие на скорость химических реакций	46
Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие	49
Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах.	
Сильные и слабые электролиты.....	52
Реакции ионного обмена.....	55
Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	58
Гидролиз солей.....	59
Окислительно-восстановительные реакции	63
Типы окислительно-восстановительных реакций	66
Коррозия металлов	69
Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	70
Ионный и радикальный механизмы реакций в органической химии	75

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.....78

Классификация неорганических веществ	78
Оксиды	79
Классификация оксидов.....	80
Гидроксиды	80
Основания	81
Амфотерные гидроксиды.....	82
Кислоты.....	82
Соли	84
Химические свойства оксидов.....	87
Основные оксиды	87
Кислотные оксиды.....	87
Амфотерные оксиды.....	88
Химические свойства кислот	88

Химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов.....	89	Механизмы реакций в органической химии.....	147
Химические свойства оснований.....	89	Свободнорадикальное замещение и присоединение.....	147
Химические свойства амфотерных гидроксидов.....	90	Электрофильное присоединение и замещение.....	148
Химические свойства солей.....	90	Нуклеофильное замещение и присоединение.....	148
Химические свойства кислых солей.....	91	Взаимное влияние атомов в молекулах.....	149
Химические свойства основных солей.....	91	Электронный эффект.....	149
Получение комплексных солей.....	92	Типы связей в молекулах органических веществ.....	152
Химические свойства комплексных солей.....	92	Гибридизация атомных орбиталей углерода.....	154
Взаимосвязь различных классов неорганических соединений.....	93	sp^3 -Гибридизация.....	154
Металлы.....	99	sp^2 -Гибридизация.....	155
Общие химические свойства металлов.....	99	sp -Гибридизация.....	156
Щелочные и щёлочноземельные металлы.....	103	Характеристики ковалентной связи.....	156
Алюминий.....	104	Водородные связи.....	157
Железо.....	107	Делокализованные связи.....	158
Хром.....	108	Радикал и функциональная группа.....	163
Медь.....	112	Классификация органических веществ.....	164
Цинк.....	115	Структурные формулы.....	164
Неметаллы.....	118	Классификация по строению углеродного скелета.....	164
Водород.....	118	Классификация в зависимости от природы функциональной группы.....	165
Кислород.....	119	Номенклатура органических веществ.....	167
Вода.....	120	Важные понятия в номенклатуре ИЮПАК.....	167
Галогены.....	122	Химические свойства углеводородов.....	175
Галогеноводороды.....	123	Насыщенные углеводороды.....	175
Сера.....	126	Ненасыщенные углеводороды.....	178
Соединения серы.....	126	Ароматические углеводороды.....	185
Азот.....	129	Химические свойства предельных спиртов.....	189
Оксиды азота.....	129	Насыщенные углеводороды.....	189
Азотная кислота.....	130	Химические свойства фенола.....	192
Аммиак.....	131	Химические свойства альдегидов и кетонов.....	195
Фосфор.....	134	Альдегиды.....	195
Углерод.....	136	Кетоны.....	197
Оксиды углерода.....	136	Химические свойства карбоновых кислот.....	199
Кремний.....	139	Химические свойства сложных эфиров.....	203
Оксид кремния.....	140	Химические свойства азотсодержащих соединений.....	206
✿ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.....	142	Амины.....	206
Теория строения органических соединений.....	142	Аминокислоты.....	208
Теория химического строения органических веществ А. М. Бутлерова.....	142		
Гомология.....	143		
Изомерия.....	143		

Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы	210
Жиры	210
Белки	211
Углеводы	211
Взаимосвязь органических соединений	214

МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ

Экспериментальные основы химии	218
Правила работы в лаборатории	218
Первая помощь при ожогах и отравлениях	219
Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии	220
Лабораторная посуда и оборудование	221
Посуда общего назначения	221
Посуда специального назначения	223
Мерная посуда	224
Фарфоровая посуда	225

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

Научные методы исследования химических веществ и превращений	227
Методы разделения смесей и очистки веществ	227
Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы	232
Качественные реакции на неорганические вещества и ионы	234
Качественные реакции органических соединений	236
Основные способы получения химических веществ	239
Получение оксидов	239
Получение оснований	240
Получение кислот	240
Получение солей	241
Получение водорода	242
Получение хлора	243
Получение соляной кислоты	243
Получение кислорода	243
Получение серы	244
Получение сероводорода	244
Получение оксида серы(IV)	244
Получение азота	245

Получение оксидов азота	245
Получение фосфора	246
Получение оксида углерода(II)	246
Получение оксида углерода(IV)	246
Получение кремния	247
Получение белильной (хлорной) извести	247
Получение бертолетовой соли	247
Получение углеводородов	248
Получение кислородсодержащих соединений	250
Промышленные способы получения важнейших веществ	256
Металлургия	256
Нефть	259
Научные принципы химического производства	261
Получение аммиака	261
Получение азотной кислоты	262
Получение серной кислоты	262
Получение минеральных удобрений	264
Получение стекла	264
Получение метанола	264
Химическое загрязнение окружающей среды	266
Источники химических загрязнений	266
Способы борьбы с загрязнением окружающей среды	267
Природные источники углеводородов	268
Природные газы	268
Нефть	268
Каменный уголь и сланцы	269
Другие природные источники углеводородов	270
Получение алканов, алкенов, алкинов	270
Высокомолекулярные соединения	271
Классификация ВМС	272
Получение ВМС. Реакции полимеризации и поликонденсации	272
Пластмассы	273
Каучуки	273
Волокна	274

РАСЧЁТЫ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ И УРАВНЕНИЯМ РЕАКЦИЙ

Количественные характеристики вещества	276
--	-----

Относительная молекулярная масса вещества	276	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству, массе или объёму веществ.....	294
Абсолютная масса молекулы.....	277	Расчёты теплового эффекта реакции	297
Формульная единица вещества	277	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).....	298
Молярная масса вещества.....	278	Избыток одного из реагентов.....	298
Массовая и объёмная доли компонентов в смеси	279	Примеси	301
Мольная доля компонента в смеси.....	280	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции по известной массовой доле растворённого вещества в растворе	304
Плотность вещества.....	280	Нахождение молекулярной формулы вещества.....	306
Вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе	281	Следствие 3 из закона Авогадро.....	306
Раствор.....	282	Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного	311
Классификация растворов.....	282	Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси.....	313
Растворение	283	ПРИЛОЖЕНИЕ.....	315
Концентрация раствора.....	283		
Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях	288		
Закон Авогадро. Следствия 1, 2 из закона Авогадро	288		
Закон объёмных отношений газов при химических реакциях.....	291		
Объединённый газовый закон.....	292		
Уравнение Менделеева — Клапейрона	293		

ВВЕДЕНИЕ



Перед вами самый удобный справочник, который поможет школьнику систематизировать и закрепить знания по химии за курс средней школы.

Пособие содержит основную и наиболее важную информацию по разделам «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методы познания в химии», «Химия и жизнь», «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Материал книги представлен в виде таблиц, схем, рисунков, упорядочен и систематизирован, изложен доступным для усвоения языком. Это обеспечит максимальную сконцентрированность внимания, эффективное повторение и подготовку школьника по предмету.

Теоретический материал сопровождается блоком практических заданий. Приведённые примеры с развёрнутыми разъяснениями позволяют детально разобраться в темах школьного курса и отработать навыки выполнения различных заданий.

Справочник предназначен учащимся средней школы для самоподготовки к различным видам контроля, сдаче ОГЭ и ЕГЭ, а также может использоваться учителями химии для работы на уроке.

Желаем успехов!

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ



СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ АТОМА

Атом — наименьшая частица химического элемента, сохраняющая его химические свойства. Размеры атомов колеблются от $1 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ м. Атом — химически неделимая электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

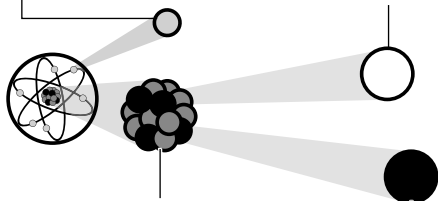


МОДЕЛЬ АТОМА

Электрон — e (заряд -1 , масса

$\frac{1}{1836}$ а. е. м.)

Протон — p (заряд $+1$, масса 1 а. е. м.)



Ядро (положительно заряжено)

Нейтрон — n (заряд 0 , масса 1 а. е. м.)

Символ элемента

Порядковый номер (N)

Li

3

6,939

Литий

Относительная атомная масса

Название элемента



Максимальное число электронов на энергетическом уровне можно найти с помощью формулы $N = 2n^2$, где N — число электронов, n — номер уровня.

АТОМНАЯ ОРБИТАЛЬ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УРОВНИ

Протонное число (Z) — количество протонов в ядре, численно равно порядковому номеру в Периодической системе.

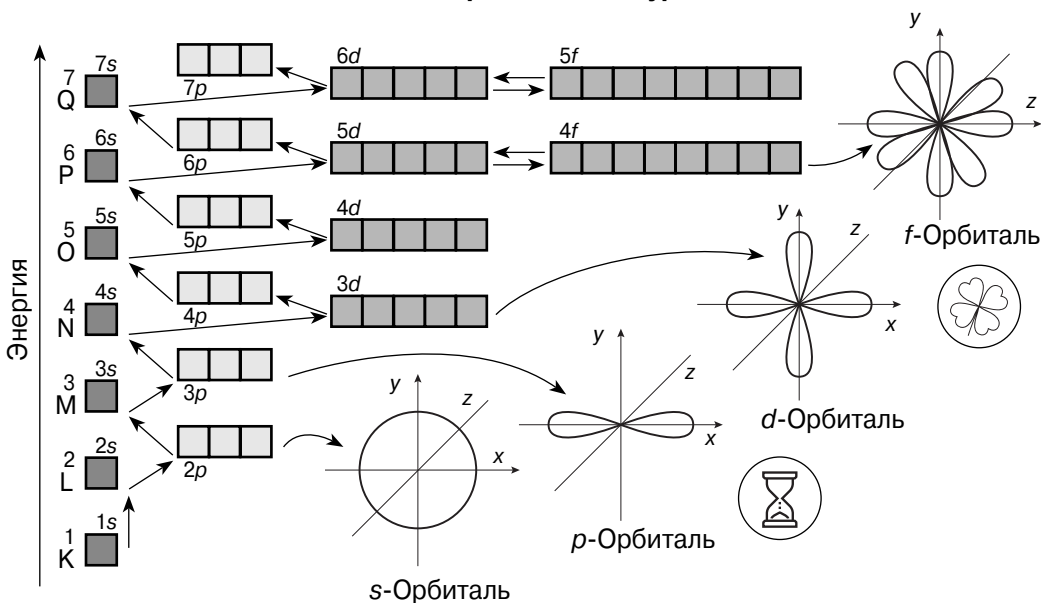
Массовое число (A) — общее число протонов (Z) и нейтронов (N).

Атомная орбиталь — область пространства, в которой вероятность нахождения электрона составляет не менее 95 %. Атомные орбитали различаются по энергии, раз-

меру, форме, ориентации в пространстве.

В атоме имеются \bar{e} с близкими значениями энергии, которые образуют электронные слои — **энергетические уровни**. При заполнении орбиталей \bar{e} обозначаются стрелками. На одной орбитали одна стрелка направлена вверх, другая — вниз: здесь может находиться не более двух \bar{e} , которые отличаются ориентацией собственного магнитного поля.

Схема энергетических уровней



Типы атомных орбиталей

ПРАВИЛА ЗАПОЛНЕНИЯ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

1. Число электронов в атоме элемента определяется по порядковому номеру элемента в Периодической системе. Порядковый номер (число протонов в ядре) равен заряду ядра атома и числу электронов в атоме.

2. Электроны по орбиталям распределяются последовательно, начиная с 1s-орбитали. При этом выполняется принцип минимума энергии.



Порядок заполнения атомных орбиталей

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f
5d 6p 7s 5f 6d 7p

3. На каждой орбитали может располагаться не более двух электронов с противоположными **спинами**.

При заполнении электронами одинаковых по энергии орбиталей электроны располагают сначала по одному на каждой орбитали, потом начинается заселение этих орбиталей вторыми электронами.

Если на орбитали находится два электрона, их называют **спаренными**.

■ Запись электронной формулы

Электронная формула элемента описывает распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням, существующим в электронном облаке. Например, электронная формула атома кислорода (порядковый номер 8).

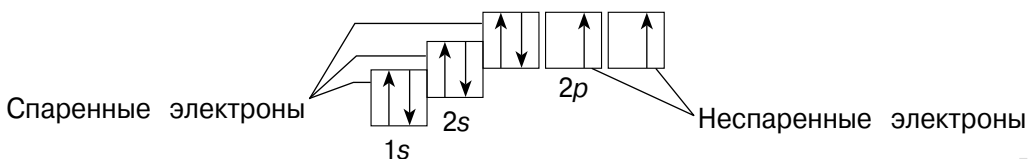
Электронно-графическая схема для кислорода O

Число электронов (в сумме 8)

$1s^2 2s^2 2p^4$ — электронная формула

Энергетические уровни ($n = 1, 2$)

Энергетические подуровни (s, p)



ОСНОВНОЕ И ВОЗБУЖДЁННОЕ СОСТОЯНИЯ АТОМА

Основное состояние атома — это наиболее энергетически выгодное состояние, которое получается при последовательном заполнении энергетических уровней электронами.

Например, для атома бора ${}_5\text{B}$ электронная конфигурация в основном состоянии атома представлена в виде $1s^2 2s^2 2p^1$. Атом имеет один неспаренный электрон и может образовывать только одну связь.

Возбуждённое состояние атома — это состояние, при котором атом получает энергию извне и один или несколько электронов повышают свою энергию и переходят на более высокий энергетический уровень. Например, для атома бора ${}_5\text{B}$ электронная конфигурация в возбуждённом состоянии атома представлена в виде $1s^2 2s^1 2p^2$. Атом имеет три неспаренных электрона и может образовывать три связи.



Практические задания

1 Определите, атомы каких двух из указанных в ряду элементов имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона.

- 1) Cs
- 2) Br
- 3) Be
- 4) Li
- 5) Ba

Ответ: 3, 5.

Пояснение:

Два электрона на внешнем энергетическом уровне имеют элементы, находящиеся в таблице Менделеева во второй группе. Из представленных вариантов ответов это бериллий (IIA группа, 2-й период) и барий (IIA группа, 6-й период).

Энергетические уровни заполняются следующим образом:

Be^4)2)2

$1s^2 2s^2$

Ba^{56})2)8)8)18)18)2

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2$

2 Установите соответствие между элементом и электронной конфигурацией атомов.

ЭЛЕМЕНТЫ	ЭЛЕКТРОННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ АТОМОВ
А) В	1) $1s^22s^22p^4$
Б) О	2) $1s^22s^22p^1$
В) Не	3) $1s^2$
Г) С	4) $1s^22s^2$
	5) $1s^22s^22p^2$

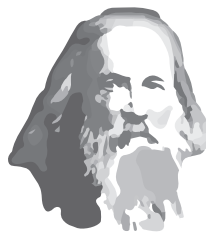
Ответ: А — 2; Б — 1; В — 3; Г — 5.

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



Периодический закон гласит: свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.

Периодическая система химических элементов является графическим выражением периодического закона. Она состоит из периодов и групп.



Д. И. Менделеев

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Период — горизонтальная последовательность элементов, расположенных в порядке возрастания зарядов

ядер их атомов. Начинается щелочным металлом, заканчивается инертным газом.

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5		Металлы				Te	
6							At
7							

СВОЙСТВА

Усиливаются ← →

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Усиливаются ← →

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ← **НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ** → **СВОЙСТВА**

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Усиливаются ← →

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Усиливаются ← →

КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА

ИСКЛЮЧЕНИЕ

Галогеновые кислоты:
 $\text{HI} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HF}$.
 Кислотные свойства ослабевают.

ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Усиливаются ← →

СВОЙСТВА

Усиливаются ← →

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Усиливаются ← →

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ← **ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ** → **СВОЙСТВА**

РАДИУС АТОМА

Увеличивается ← →

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Увеличивается ↓ ↑

ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период 1	H						
2			B				
3				Si			
4					As		
5						Te	
6							At
7							

Увеличивается ↓ ↑

Увеличивается ← →

Группа — вертикальная последовательность элементов, расположенных в порядке увеличения зарядов ядер их атомов. Элементы одной группы имеют сходную электронную конфигурацию внешнего уровня.

Номеру периода соответствует число заполненных энергетических уровней.

По **номеру группы** можно определить число валентных электронов.

МЕТАЛЛЫ IA—IIIA ГРУПП В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Металлы составляют более 75 % элементов Периодической системы. Это *s*-элементы, кроме водорода и гелия, все *d*- и *f*-элементы, часть *p*-элементов. Несмотря на большое разнообразие, металлы объединены рядом общих физических и химических свойств.

■ *s*-Металлы

Элементы IA группы называются **щелочными металлами**. Последний элемент группы франций Fr радиоактивен, период полураспада его наиболее устойчивого изотопа ${}^{223}_{87}\text{Fr}$ составляет 21,8 мин. Четыре элемента IIA группы (Ca, Sr, Ba, Ra) — **щёлочноземельные металлы**.

Степени окисления *s*-металлов совпадают с номерами групп и равны +1, +2 соответственно. *s*-Металлы проявляют сильные восстановительные свойства, поскольку валентные электроны атомов слабо связаны с ядром и могут быть легко оторваны от него.



Период полураспада — промежуток времени, в течение которого разрушается половина ядер атомов данного изотопа.

Изотопы — нуклиды, имеющие одинаковое число протонов, но различающиеся массовыми числами.

Степень окисления — это условный заряд атомов химического элемента в соединении, вычисленный из предположения, что соединение состоит только из ионов.

Изменение свойств *s*-металлов

Радиусы атомов увеличиваются по группе сверху вниз. Такая закономерность характерна для элементов всех главных подгрупп. Величины **энергии ионизации**, соответственно, уменьшаются, а **восстановительные свойства** металлов усиливаются.



В основном состоянии у атомов элементов IIA группы нет неспаренных электронов. Они могут появиться только в результате перехода $ns^2 \rightarrow ns^1np^1$, что требует энергетических затрат на возбуждение.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОВ IA—IIIA ПОДГРУПП

Металл	Электронная конфигурация	Атомный радиус, нм	Энергия ионизации, эВ	$t_{пл}$ для простых веществ, °С	Характерные степени окисления
Li	...2s ¹	0,155	5,39	180,5	+1
Na	...3s ¹	0,189	5,14	97,8	+1
K	...4s ¹	0,236	4,34	63,5	+1
Rb	...5s ¹	0,248	4,18	39,3	+1
Cs	...6s ¹	0,268	3,89	28,5	+1
Be	...2s ²	0,113	9,32	1287	+2
Mg	...3s ²	0,160	7,64	650	+2
Ca	...4s ²	0,197	6,11	842	+2
Sr	...5s ²	0,215	5,69	777	+2
Ba	...6s ²	0,221	5,21	727	+2
Ra	...7s ²	0,235	5,28	696	+2
Al	...3s ² 3p ¹	1,43	5,986	660	+3
Ga	...4s ² 4p ¹	1,22	5,998	29,8	+3
In	...5s ² 5p ¹	1,63	5,786	154	+3
Tl	...6s ² 6p ¹	1,71	6,108	304	+1*, +3

*Здесь и далее выделены наиболее характерные степени окисления.

■ **p-Металлы**

Электронная конфигурация

Электронная конфигурация основного состояния *p*-металлов IIIA группы ns^2np^1 характеризуется наличием одного неспаренного элек-

трона. В возбуждённом состоянии число неспаренных электронов увеличивается до трёх. В соединениях элементы IIIA группы проявляют наиболее характерную степень окисления +3.