



# Содержание

От автора.....	10
<b>1.1. Строение атома. Строение электронных оболочек атомов первых 20 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева.....</b>	<b>12</b>
Ядро атома. Нуклоны. Изотопы.....	12
Электронные оболочки.....	15
Электронные конфигурации атомов.....	20
Задания.....	27
<b>1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Физический смысл порядкового номера химического элемента.....</b>	<b>33</b>
<b>1.2.1. Группы и периоды Периодической системы.....</b>	<b>35</b>
<b>1.2.2. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений в связи с положением в Периодической системе химических элементов.....</b>	<b>37</b>
Изменение свойств элементов в главных подгруппах .	37
Изменение свойств элементов по периоду.....	39
Задания.....	44
<b>1.3. Строение молекул. Химическая связь: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая.....</b>	<b>52</b>
Ковалентная связь.....	52
Ионная связь.....	57
Металлическая связь.....	59
Задания.....	60

<b>1.4. Валентность химических элементов. Степень окисления химических элементов</b> .....	63
Задания .....	71
<b>1.5. Чистые вещества и смеси</b> .....	74
Задания .....	81
<b>1.6. Простые и сложные вещества. Основные классы неорганических веществ. Номенклатура неорганических соединений</b> ....	85
Оксиды .....	87
Гидроксиды .....	90
Кислоты .....	92
Соли .....	95
Задания .....	97
<b>2.1. Химические реакции. Условия и признаки протекания химических реакций. Химические уравнения. Сохранение массы веществ при химических реакциях</b> .....	101
Задания .....	104
<b>2.2. Классификация химических реакций по различным признакам: числу и составу исходных и полученных веществ, изменению степеней окисления химических элементов, поглощению и выделению энергии</b> .....	107
Классификация по числу и составу реагентов и конечных веществ .....	107
Классификация реакций по изменению степеней окисления химических элементов .....	110
Классификация реакций по тепловому эффекту .....	111
Задания .....	112

<b>2.3. Электролиты и неэлектролиты.</b>	
<b>Катионы и анионы</b> .....	116
<b>2.4. Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей (средних)</b> .....	116
Электролитическая диссоциация кислот .....	119
Электролитическая диссоциация оснований .....	119
Электролитическая диссоциация солей .....	120
Электролитическая диссоциация амфотерных гидроксидов .....	121
<i>Задания</i> .....	122
<b>2.5. Реакции ионного обмена и условия их осуществления.</b> .....	125
Примеры составления сокращённых ионных уравнений .....	125
Условия осуществления реакций ионного обмена .....	127
<i>Задания</i> .....	128
<b>2.6. Окислительно-восстановительные реакции. Окислители и восстановители</b> .....	133
Классификация окислительно-восстановительных реакций .....	134
Типичные восстановители и окислители .....	135
Подбор коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций .....	136
<i>Задания</i> .....	138
<b>3.1. Химические свойства простых веществ</b> .....	143
<b>3.1.1. Химические свойства простых веществ — металлов: щелочных и щелочноземельных металлов, алюминия, железа</b> .....	143
Щелочные металлы .....	143
Щёлочноземельные металлы .....	145

Алюминий.....	147
Железо.....	149
<i>Задания</i> .....	152
<b>3.1.2. Химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, кислорода, галогенов, серы, азота, фосфора, углерода, кремния.....</b>	<b>158</b>
Водород.....	158
Кислород.....	160
Галогены.....	162
Сера.....	167
Азот.....	169
Фосфор.....	170
Углерод и кремний.....	172
<i>Задания</i> .....	175
<b>3.2. Химические свойства сложных веществ.....</b>	<b>178</b>
<b>3.2.1. Химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных.....</b>	<b>178</b>
Основные оксиды.....	178
Кислотные оксиды.....	179
Амфотерные оксиды.....	180
<i>Задания</i> .....	181
<b>3.2.2. Химические свойства оснований.....</b>	<b>187</b>
<i>Задания</i> .....	189
<b>3.2.3. Химические свойства кислот.....</b>	<b>193</b>
Общие свойства кислот.....	194
Специфические свойства серной кислоты.....	196
Специфические свойства азотной кислоты.....	197
Специфические свойства ортофосфорной кислоты.....	198
<i>Задания</i> .....	199
<b>3.2.4. Химические свойства солей (средних).....</b>	<b>204</b>
<i>Задания</i> .....	209

<b>3.3. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ</b>	212
<i>Задания</i>	214
<b>3.4. Первоначальные сведения об органических веществах</b>	219
Основные классы органических соединений	221
Основы теории строения органических соединений	223
<b>3.4.1. Углеводороды предельные и непредельные:</b>	
<b>метан, этан, этилен, ацетилен</b>	226
Метан и этан	226
Этилен и ацетилен	229
<i>Задания</i>	232
<b>3.4.2. Кислородсодержащие вещества: спирты (метанол, этанол, глицерин), карбоновые кислоты (уксусная и стеариновая)</b>	234
Спирты	234
Карбоновые кислоты	237
<i>Задания</i>	239
<b>4.1. Правила безопасной работы в школьной лаборатории</b>	242
Правила безопасной работы в школьной лаборатории	242
Лабораторная посуда и оборудование	245
Разделение смесей и очистка веществ	248
Приготовление растворов	250
<i>Задания</i>	253
<b>4.2. Определение характера среды растворов кислот и щелочей с помощью индикаторов. Качественные реакции на ионы в растворе (хлорид-, сульфат-, карбонат-ионы)</b>	257
Определение характера среды растворов кислот и щелочей с помощью индикаторов	257

Качественные реакции на ионы в растворе .....	262
<i>Задания</i> .....	263
<b>4.3. Качественные реакции на газообразные вещества (кислород, водород, углекислый газ, аммиак). Получение газообразных веществ</b> .....	268
Получение газообразных веществ .....	268
Качественные реакции на газообразные вещества .....	273
<i>Задания</i> .....	274
<b>4.4. Проведение расчётов на основе формул и уравнений реакций</b> .....	276
<b>4.4.1. Вычисления массовой доли химического элемента в веществе</b> .....	276
<i>Задания</i> .....	277
<b>4.4.2. Вычисления массовой доли растворённого вещества в растворе</b> .....	279
<i>Задачи</i> .....	280
<b>4.4.3. Вычисление количества вещества, массы или объёма вещества по количеству вещества, массе или объёму одного из реагентов или продуктов реакции</b> .....	281
Вычисление количества вещества .....	282
Вычисление массы .....	286
Вычисление объёма .....	288
<i>Задания</i> .....	293
<b>Информация о двух экзаменационных моделях ОГЭ по химии</b> .....	296
Инструкция по выполнению экспериментального задания ...	296
Образцы экспериментальных заданий .....	298

<b>Ответы к заданиям</b> .....	301
<b>Приложения</b> .....	310
Таблица растворимости неорганических веществ в воде .....	310
Электроотрицательность <i>s</i> - и <i>p</i> -элементов.....	311
Электрохимический ряд напряжений металлов .....	311
Некоторые важнейшие физические постоянные .....	312
Приставки при образовании кратных и дольных единиц .....	312
Электронные конфигурации атомов .....	313
Важнейшие кислотно-основные индикаторы.....	318
Геометрическое строение неорганических частиц.....	319



## От автора

Основное общее образование завершается Основным государственным экзаменом (ОГЭ) выпускников, в ходе которого проверяется соответствие их знаний требованиям Государственного образовательного стандарта. Итоговая аттестация выпускников 9-х классов общеобразовательных учреждений начиная с 2008 г. проводится в виде тестирования.

Требования к уровню подготовки выпускников по химии, указанные в Федеральном Государственном образовательном стандарте общего образования, являются основой разработки Контрольно-измерительных материалов для итоговой аттестации. Согласно этим требованиям, обязательной для усвоения является определенная система знаний о неорганических и органических веществах, их составе, свойствах и применении. Эта система знаний, в основе которой лежат Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, составляет инвариантное ядро всех общеобразовательных программ по химии.

Цель справочного пособия состоит в том, чтобы систематизировать весь теоретический материал по химии, необходимый для успешного прохождения Государственной итоговой аттестации. Весь материал пособия, в том числе содержание, строится на основе Кодификатора элементов содержания по химии.

Выполнение практических заданий — тренировочных тестов — является одним из способов закрепления, систематизации и обобщения полученных знаний, а также способом самоконтроля имеющихся у выпускников знаний.

Тренировочные тестовые задания различны по своей форме и требуют для своего выполнения разных типов ответов.

Задания *части 1* соответствуют требованиям базового уровня подготовки выпускников. Они формулируются в виде короткого утверждения, окончанием которого является соответствующий вариант ответа. В каждом из заданий с выбором ответа предлагается четыре варианта ответа, только один из которых является верным.

Задания с кратким ответом имеют повышенный уровень сложности и поэтому содержат больший объём информации, которую нужно осмыслить и понять. Именно поэтому выполнение таких заданий потребует осуществления большего числа учебных действий, чем в случае выбора одного верного ответа. В ответе следует записать число или соответствующий набор цифр.

Задания *части 2* с развёрнутым ответом по своему содержанию соответствуют наиболее сложным заданиям традиционных письменных работ. Они предназначены для проверки владения умениями, которые отвечают наиболее высоким требованиям к уровню подготовки выпускников основной школы. Ответ предполагает запись необходимых уравнений реакций или произведенных расчетов при решении задачи.

Автор надеется, что пособие поможет выпускникам 9-х классов успешно подготовиться к экзамену по химии.

# 1.1. || Строение атома.

## || Строение электронных оболочек

### || атомов первых 20 элементов

#### || Периодической системы

#### || Д.И. Менделеева

### Ядро атома. Нуклоны. Изотопы

**Атом** — мельчайшая частица химического элемента. В течение долгого времени атомы считались неделимыми, что и отражено в самом их названии («*атомос*» по-гречески означает «*неразрезаемый, неделимый*»). Экспериментальные исследования, проведённые в конце XIX — начале XX века знаменитыми физиками В. Круксом, В.К. Рентгеном, А. Беккерелем, Дж. Томсоном, М. Кюри, П. Кюри, Э. Резерфордом и другими, с убедительностью доказали, что атом — сложная система, состоящая из более мелких частиц, первыми из которых были открыты электроны. В конце XIX в. было установлено, что некоторые вещества при сильном освещении испускают лучи, представлявшие собой поток отрицательно заряженных частиц, которые и были названы электронами (явление фотоэффекта). Позднее было установлено, что есть вещества, самопроизвольно испускающие не только электроны, но и другие частицы, причём не только при освещении, но и в темноте (явление радиоактивности).

По современным представлениям, в центре атома находится положительно заряженное атомное ядро, вокруг которого по сложным орбитам двигаются отрицательно заряженные электроны. Размеры ядра очень малы — ядро примерно в 100 000 раз меньше размеров самого атома. Практически вся масса атома сосредоточена в ядре, поскольку электроны имеют очень маленькую массу — они в 1837 раз легче атома водорода (самого лёгкого из атомов). Электрон — самая лёгкая из известных элементарных частиц, его масса всего

$9,11 \cdot 10^{-31}$  кг. Поскольку электрический заряд электрона (равный  $1,60 \cdot 10^{-19}$  Кл) является наименьшим из всех известных зарядов, его называют **элементарным зарядом**. Так как все остальные заряды (отрицательные и положительные) кратны заряду электрона, их величину выражают в условных единицах, принимая абсолютный заряд электрона за единицу измерения. Условный заряд электрона при этом равен  $-1$ , катиона кальция  $+2$ , сульфат-иона  $-2$  и т. д.

Ядро атома состоит из протонов и нейтронов. Протоны и нейтроны объединяют одним названием — **нуклоны** («*нуклеос*» — по-гречески «*ядро*»). Протоны представляют собой положительно заряженные частицы с условным зарядом  $+1$ , нейтроны заряда не имеют. Следовательно, весь положительный заряд атомных ядер обусловлен присутствием в ядрах протонов. В целом атом электронейтрален, поскольку число протонов в ядре равно числу электронов в атоме. Общее число нуклонов в ядре (протонов и нейтронов) называют **массовым числом** атома:  $A = Z + N$ . Массовое число атома — величина всегда целая и близкая к значению его атомной массы (поскольку масса каждого нуклона, как это видно из таблицы 1, примерно равна 1 а.е.м.).

Таблица 1

**Основные характеристики электронов и нуклонов**

Частица	Заряд, Кл	Заряд, усл. ед.	Массовое число	Масса, кг	Масса, а.е.м.
Электрон $e$	$-1,60 \cdot 10^{-19}$	$-1$	0	$9,11 \cdot 10^{-31}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$
Протон $p$	$+1,60 \cdot 10^{-19}$	$+1$	1	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1,0073
Нейтрон $n$	0	0	1	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1,0087

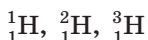
В соответствии с законом Г. Мозли (1913), заряд ядра численно равен порядковому номеру элемента в Пе-

риодической системе элементов Д.И. Менделеева. Другими словами:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Порядковый} & = & \text{Заряд} & = & \text{Число} & = & \text{Число} \\ \text{номер} & & \text{ядра} & & \text{протонов} & & \text{электронов} \\ & & & & \text{в ядре} & & \text{в атоме} \end{array}$$

Так, все атомы натрия имеют заряд ядра +11 (т. е. содержат 11 протонов в ядре), так как порядковый номер натрия в Периодической системе равен 11. Все атомы хлора имеют заряд ядра +17 (т. е. содержат 17 протонов в ядре), так как порядковый номер хлора равен 17. Все атомы урана имеют заряд ядра +92, так как порядковый номер урана равен 92.

В то же время число нейтронов в ядрах атомов одного и того же элемента может быть различно. Так, в природе есть три разновидности атомов водорода. Ядро любого из атомов водорода содержит один протон, но разное число нейтронов. В ядрах атомов самой лёгкой разновидности водорода нейтронов нет, ядра двух других разновидностей содержат либо один, либо два нейтрона. Следовательно, существуют три разновидности атомов водорода — с массовым числом 1, массовым числом 2 и массовым числом 3. Это условно записывают следующим образом:



Слева внизу от символа элемента обозначают его порядковый номер в Периодической системе (заряд ядра или число протонов в ядре). Слева сверху указывают массовое число (сумму протонов и нейтронов в ядре).

Следовательно, атомы одного и того же элемента могут различаться по массе. Разновидности атомов одного и того же элемента, различающиеся по массе, называются **изотопами**. Так, для водорода существует три изотопа:  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{H}$  и  ${}^3\text{H}$ . Только для водорода каждый изотоп имеет своё название — протий, дейтерий и тритий соответственно. Изотопы остальных элементов называют, прибавляя к названию элемента, массовое число изотопа, например:  ${}^{12}\text{C}$  — изотоп углерода-12,  ${}^{235}\text{U}$  — изотоп урана-235 и т. д.

Всего известно около 2000 различных изотопов, причём в природе существует чуть более 250 из них, остальные получены искусственным путём. Все изотопы одного химического элемента имеют одинаковые свойства.

Наличие изотопов — одна из причин\* дробных значений атомных масс элементов, приведённых в Периодической системе. Так, хлор в природе представлен смесью двух изотопов:  $^{35}\text{Cl}$  (75% от числа всех атомов хлора) и  $^{37}\text{Cl}$  (25%). Атомная масса элемента рассчитывается с учётом распространённости отдельных изотопов в природе и для хлора составляет:  $A_r(\text{Cl}) = 35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 \approx 35,5$ .

## Электронные оболочки

В соответствии с современными представлениями, электрон имеет двойственную природу, проявляя и свойства частицы, и свойства волны. Волна отличается от частицы тем, что её положение в пространстве в данный момент времени нельзя точно определить. В силу этого электрон может находиться в любой части околоядерного пространства, но вероятность его пребывания в разных частях этого пространства неодинакова. Состояние электрона в атоме характеризуют с помощью понятия атомной орбитали. **Атомная орбиталь** — это область пространства в атоме, в которой наиболее вероятно находится электрон\*\*.

Каждая атомная орбиталь имеет определённую форму, орбитали разной симметрии обозначают буквами  $s$ ,  $p$ ,  $d$  и  $f$ .

$s$ -Орбитали имеют форму сферы (шара),  $p$ -орбитали — форму объёмной восьмёрки, вытянутой вдоль соответствующей оси координат (рис. 1):

---

\* Другая причина связана с так называемым **дефектом массы** при образовании ядра из отдельных нуклонов. Более подробно об этом говорится в старших классах на уроках физики.

\*\* Более строгое определение атомной орбитали даётся в курсе химии высшей школы.