

УДК 373.167.1:54(035.3)
ББК 24я7
В18

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Варавва, Наталья Эдуардовна.
В18 Химия / Н.Э. Варавва. — Москва : Эксмо, 2017. — 224 с. — (Супермобильный справочник).
ISBN 978-5-699-59846-5

Справочник охватывает весь школьный курс химии. Материал систематизирован и представлен в сжатом и наглядном виде. С помощью QR-кода предоставляется быстрый доступ к информационным ресурсам общего пользования (Wikipedia) по каждой конкретной теме для самостоятельного углубленного изучения. Справочник поможет эффективно подготовиться к ЕГЭ, а также сэкономить время.

УДК 373.167.1:54(035.3)
ББК 24я7

© Варавва Н.Э., 2012
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2017
ISBN 978-5-699-59846-5

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие9

1. Теоретические основы химии

1.1. Современные представления о строении атома 10

1.1.1. Современные представления о строении атома. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов 10

1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева 22

1.2.1. Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам 22

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 25

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 26

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 28

1.3. Химическая связь и строение вещества 31

1.3.1. Ковалентная химическая связь, ее разновидности (полярная и неполярная), механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь 31

1.3.2.	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	37
1.3.3.	Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	39
1.4.	Химическая реакция	42
1.4.1.	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	42
1.4.2.	Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения	44
1.4.3.	Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов	45
1.4.4.	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	47
1.4.5.	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты	49
1.4.6.	Реакции ионного обмена.....	52
1.4.7.	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная.....	53
1.4.8.	Окислительно-восстановительные реакции. Коррозия металлов и способы защиты от нее.....	55
1.4.9.	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	58
1.4.10.	Ионный (правило В. В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	59

2. Неорганическая химия

2.1.	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ	62
2.2.	Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа)	63
2.2.1.	Щелочные металлы	63
2.2.2.	Щелочноземельные металлы	65

2.2.3. Алюминий (Al)	68
2.2.4. Медь (Cu)	71
2.2.5. Цинк (Zn)	72
2.2.6. Хром (Cr)	74
2.2.7 Железо (Fe)	75
2.3. Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния	77
2.3.1. Элемент водород Н — VII группа	77
2.3.2. Галогены	81
2.3.3. Кислород (O)	83
2.3.4. Сера (S)	85
2.3.5. Азот (N)	89
2.3.6. Фосфор (P)	96
2.3.7. Углерод (C)	100
2.3.8. Кремний (Si)	105
2.4. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	106
2.5. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов	108
2.5.1. Основания	108
2.5.2. Амфотерные гидроксиды	110
2.6. Характерные химические свойства кислот.....	110
2.7. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	112
2.7.1. Соли	112
2.7.2. Комплексные соединения	115
2.8. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ	118
2.8.1. Генетический ряд	118
2.8.2. Обобщающая схема взаимосвязи веществ ..	119

3. Органическая химия

3.1. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах.....	120
--	-----

3.1.1.	Теория химического строения органических соединений А. М. Бутлерова	120
3.1.2.	Основные понятия	120
3.1.3.	Виды изомерии	121
3.1.4.	Взаимное влияние атомов друг на друга ...	124
3.2.	Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	124
3.2.1.	Связи в молекулах органических веществ ..	124
3.2.2.	Гибридизация	125
3.2.3.	Функциональная группа. Радикал	126
3.3.	Классификация и номенклатура органических соединений	126
3.3.1.	Классификация органических соединений ..	126
3.3.2.	Номенклатура органических соединений ..	126
3.4.	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов	129
3.4.1.	Алканы	129
3.4.2.	Циклоалканы	133
3.4.3.	Алкены (этиленовые углеводороды).....	133
3.4.4.	Алкадиены	136
3.4.5.	Алкины (ацетиленовые углеводороды)....	137
3.4.6.	Арены (ароматические углеводороды).....	140
3.5.	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	143
3.5.1.	Спирты	143
3.5.2.	Фенолы	147
3.6.	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	148
3.6.1.	Альдегиды.....	148
3.6.2.	Карбоновые кислоты.....	151
3.6.3.	Сложные эфиры	154
3.7.	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот.....	155
3.7.1.	Амины	155
3.7.2.	Аминокислоты	156
3.8.	Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)	158

3.8.1. Жиры	158
3.8.2. Углеводы.....	160
3.8.3. Белки	163
3.9. Взаимосвязь различных классов органических веществ	165

4. Методы познания в химии

4.1. Экспериментальные основы химии	166
4.1.1. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии	166
4.1.2. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ	169
4.1.3. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы	170
4.1.4. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	171
4.1.5. Идентификация органических соединений	174
4.1.6. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ, относящихся к изученным классам неорганических веществ	176
4.1.7. Основные способы получения углеводов	185
4.1.8. Основные способы получения кислородсодержащих соединений	188
4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ	191
4.2.1. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов	191
4.2.2. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия	191
4.2.3. Природные источники углеводов, их переработка	195

4.2.4.	Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	198
4.3.	Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций	200
4.3.1.	Вычисление массы растворенного ве- щества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей	204
4.3.2.	Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях	206
4.3.3.	Расчет массы вещества или объема га- зов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвую- щих в реакции веществ	207
4.3.4.	Расчет теплового эффекта реакции	211
4.3.5.	Расчет массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси)	212
4.3.6.	Расчет массы (объема, количества ве- щества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с опреде- ленной массовой долей растворенного вещества	215
4.3.7.	Нахождение молекулярной формулы вещества	216
4.3.8.	Расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного	219
4.3.9.	Расчет массовой доли (массы) химического соединения в смеси	221
<i>Приложение</i>		
	Периодическая система Д. И. Менделеева	222

ПРЕДИСЛОВИЕ

Справочник представляет собой краткое изложение школьного курса химии для учащихся старших классов и абитуриентов и ориентирован на подготовку к Единому государственному экзамену. В книгу включены материалы по четырем разделам школьной программы: «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия» и «Методы познания в химии».

Справочник прост и удобен в использовании:

- ▶ материалы школьного курса систематизированы и изложены в конспективной, удобной для повторения и запоминания форме;
- ▶ в справочнике объединен теоретический материал, соответствующий требованиям и формату ЕГЭ;
- ▶ используемые в справочнике QR-коды дают возможность получить максимально быстрый доступ к информационным ресурсам Интернета.

В каждом QR-коде зашифрована ссылка по конкретной теме на информационный ресурс, которую легко можно считать обычным мобильным телефоном, установив специальную программу типа Urсode или ScanLife.

Издание подготовлено в соответствии с современными требованиями школьной программы и может быть полезно при выполнении домашних заданий, подготовке к самостоятельным и контрольным работам, Единому государственному экзамену.

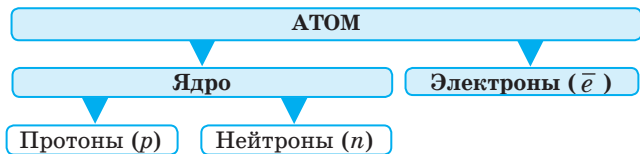
1.1. Современные представления о строении атома

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



Атом

Атом — это химически неделимая электро-нейтральная 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}	≈ 0	-1
Протон	p	1	+1
Нейтрон	n	1	0

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: ${}^16_8\text{O}$; ${}^{17}_8\text{O}$; ${}^{18}_8\text{O}$; изотопы водорода: ${}^1_1\text{H}$ протий; ${}^2_1\text{H} \equiv \text{D}$ дейтерий; ${}^3_1\text{H} \equiv \text{T}$ тритий; изотопы калия: ${}^{39}_{19}\text{K}$; ${}^{40}_{19}\text{K}$; ${}^{41}_{19}\text{K}$.

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

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

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

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

Например, ${}^{32}_{16}\text{S}$

$$\bar{e} = 16$$

$$p = 16$$

$$n = 32 - 16 = 16 \left. \vphantom{\begin{matrix} p \\ n \end{matrix}} \right\} \text{ядро}$$



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

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 ,

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

Орбиталь. Вид и форма орбиталей

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

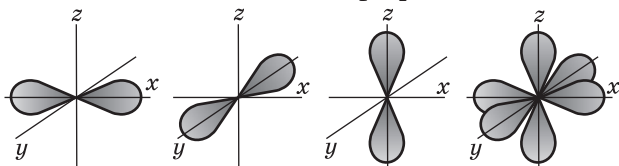
Обозначения орбиталей:

-  — свободная орбиталь;
-  — орбиталь с одним электроном;
-  — заполненная орбиталь

Вид и форма орбиталей:



p -орбитали:

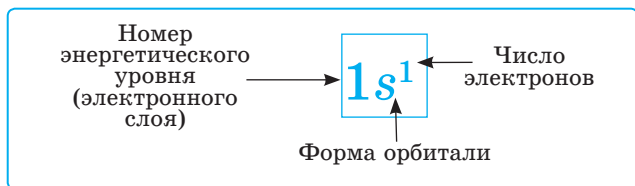


d -, f -, g -орбитали имеют более сложную форму.



Электронная формула

1



Порядок заполнения орбиталей

Заполнение орбиталей происходит по принципу наименьшей энергии.

Увеличение энергии орбиталей \longrightarrow

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

▶ Принцип Паули

На каждой орбитали могут находиться не более двух электронов, причем 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 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>	$\left. \begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix} \right\} 4$	$\begin{matrix} 2 \\ 6 \end{matrix}$	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 бывают:

- ▶ *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

1

Строение элементов первого периода

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

Строение элементов второго периода

Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая формула валентных электронов
${}_3\text{Li}$	$\left(\begin{array}{c} +3 \\ \hline \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \hline \end{array} \right)_1$	$1s^2 2s^1$	$\begin{array}{ c } \hline 2s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$
${}_4\text{Be}$	$\left(\begin{array}{c} +4 \\ \hline \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \hline \end{array} \right)_2$	$1s^2 2s^2$	$\begin{array}{ c } \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$
${}_5\text{B}$	$\left(\begin{array}{c} +5 \\ \hline \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \hline \end{array} \right)_3$	$2s^2 2s^2 2p^1$	$\begin{array}{ c } \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{ c c c } \hline 2p \\ \hline \uparrow \quad \square \quad \square \\ \hline \end{array}$



Окончание таблицы

${}^6\text{C}$	$\left(\begin{array}{c} +6 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{4} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^2$	$\begin{array}{c} 2s \qquad 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{} \end{array}$
${}^7\text{N}$	$\left(\begin{array}{c} +7 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{5} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$\begin{array}{c} 2s \qquad 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \end{array}$
${}^8\text{O}$	$\left(\begin{array}{c} +8 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{6} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$\begin{array}{c} 2s \qquad 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{} \end{array}$
${}^9\text{F}$	$\left(\begin{array}{c} +9 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{7} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$\begin{array}{c} 2s \qquad 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \end{array}$
${}^{10}\text{Ne}$	$\left(\begin{array}{c} +10 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6$	$\begin{array}{c} 2s \qquad 2p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array}$

Строение элементов третьего периода

Элемент	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая формула валентных электронов
${}^{11}\text{Na}$	$\left(\begin{array}{c} +11 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{1} \\ \text{1} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$\begin{array}{c} 3s \\ \boxed{\uparrow} \end{array}$
${}^{12}\text{Mg}$	$\left(\begin{array}{c} +12 \\ \text{2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{2} \\ \text{2} \end{array} \right)$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$\begin{array}{c} 3s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array}$