

УДК 373:54
ББК 24я721
М55

Мешкова, Ольга Васильевна.

М55 Химия. Готовимся к ОГЭ и ЕГЭ / О.В. Мешкова. — Москва : Эксмо, 2019. — 416 с. — (Новейшие справочники школьника).

ISBN 978-5-04-101683-8

Справочник содержит сведения по всем темам, проверяемым на ОГЭ и ЕГЭ по химии. По каждому разделу приводится перечень необходимых понятий, химические законы, формулы, доступное объяснение тем, а также вопросы и типовые задания ОГЭ и ЕГЭ с ответами.

Справочник поможет актуализировать знания для успешной сдачи экзаменов, а также подготовиться к текущему контролю в процессе изучения химии на уроках.

Издание предназначено для учащихся 9—11-х классов и учителей.

УДК 373:54
ББК 24я721

© Мешкова О.В., 2019
© Оформление. ООО «Издательство
«Эксмо», 2019

ISBN 978-5-04-101683-8

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1.1. Современные представления о строении атома	10
1.1.1. Атом. Состав ядра	10
1.1.2. Электронная конфигурация атома. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы	20
1.1.3. Основное и возбуждённое состояние атомов	34
1.2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева	35
1.2.1. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по перио- дам и группам	35
1.2.2. Общая характеристика металлов IA–IIIA групп в связи с их положени- ем в Периодической системе хими- ческих элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элемен- тов (меди, цинка, хрома, железа) по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностям строения их атомов	40
1.2.3. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их поло- жением в Периодической системе Д. И. Менделеева и особенностями строения их атомов	53

1.3. Химическая связь и строение вещества	60
1.3.1. Типы химических связей и их характеристики. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	60
1.3.2. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения.....	77
1.4. Химическая реакция	83
1.4.1. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	83
1.4.2. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения	90
1.4.3. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов.....	94
1.4.4. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	102
1.4.5. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.....	106
1.4.6. Реакции ионного обмена	112
1.4.7. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная ...	115
1.4.8. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от неё	118
1.4.9. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	125
1.4.10. Ионный (правило В. В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	129
<i>Примеры заданий ОГЭ и ЕГЭ к разделу 1</i>	133

2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

2.1. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная).....	158
2.2. Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щёлочно-земельных, алюминия; переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа)	165
2.2.1. Характеристика химического элемента.....	165
2.2.2. Щелочные металлы.....	174
2.2.3. Щёлочноземельные металлы.....	175
2.2.4. Алюминий.....	177
2.2.5. Медь.....	180
2.2.6. Цинк.....	180
2.2.7. Хром.....	181
2.2.8. Железо.....	182
2.3. Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния.....	185
2.3.1. Химические свойства неметаллов.....	185
2.3.2. Водород.....	189
2.3.3. Галогены.....	191
2.3.4. Кислород.....	193
2.3.5. Сера.....	195
2.3.6. Азот.....	198
2.3.7. Фосфор.....	204
2.3.8. Углерод.....	207
2.3.9. Кремний.....	212
2.4. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	214
2.5. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов.....	216
2.6. Характерные химические свойства кислот....	220

2.7. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	225
2.8. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ	229
<i>Примеры заданий ОГЭ и ЕГЭ к разделу 2</i>	<i>233</i>

3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

3.1. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах.....	248
3.2. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	255
3.3. Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	260
3.4. Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и толуола).....	267
3.4.1. Алканы.....	268
3.4.2. Алкены.....	271
3.4.3. Алкадиены.....	273
3.4.4. Алкины.....	274
3.4.5. Ароматические углеводороды (бензол и толуол).....	276
3.5. Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	278
3.5.1. Предельные одноатомные и многоатомные спирты.....	278
3.5.2. Фенолы.....	280

3.6. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров.....	281
3.6.1. Альдегиды.....	281
3.6.2. Карбоновые кислоты.....	284
3.6.3. Сложные эфиры.....	286
3.7. Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот.....	287
3.8. Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды).....	292
3.8.1. Биологически важные вещества: жиры.....	293
3.8.2. Биологические важные вещества: белки.....	295
3.8.3. Биологически важные вещества: углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды).....	298
3.9. Взаимосвязь органических соединений.....	305
<i>Примеры заданий ОГЭ и ЕГЭ к разделу 3.....</i>	<i>307</i>

4. МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

4.1. Экспериментальные основы химии.....	323
4.1.1. Правила работы в лаборатории. Научные методы исследования химических веществ и превращений.....	323
4.1.2. Научные методы исследования в химии.....	328
4.1.3. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений.....	333

4.1.4. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы	336
4.1.5. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ, относящихся к изученным классам неорганических соединений.....	336
4.1.6. Основные способы получения углеродородов (в лаборатории). Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории)	348
4.2. Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ	351
4.2.1. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов.....	351
4.2.2. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия	356
4.2.3. Природные источники углеводородов, их переработка.....	366
4.2.4. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна. Каучуки.....	372
4.3. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций	380
4.3.1. Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»... ..	385
4.3.2. Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях	387
4.3.3. Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	388
4.3.4. Расчёты теплового эффекта реакции ...	390

4.3.5. Расчёты массы (объёма, количества вещества), продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеются примеси).....	391
4.3.6. Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества.....	392
4.3.7. Нахождение молекулярной формулы вещества.....	393
4.3.8. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.....	394
4.3.9. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	396
<i>Примеры заданий ОГЭ и ЕГЭ к разделу 4</i>	397
<i>Ответы</i>	413

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1.1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ АТОМА

1.1.1. Атом. Состав ядра

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

- ▲ **Химия** — наука о веществах, их свойствах и превращениях.
- ▲ **Вещество** — то, из чего состоят физические тела.
- ▲ **Атом** — сложная нейтральная частица, состоящая из протонов, электронов и нейтронов.
Из курса физики вам известно, что многие вещества состоят из молекул, а молекулы — из атомов. Атомы так малы, что на острие иглы может поместиться множество миллиардов этих частиц. Тем не менее различают всего 114 видов атомов. Определённый вид атомов называют **химическим элементом**.
- ▲ **Орбиталь** электрона (**электронное облако**) — пространство вокруг ядра атома, где наиболее вероятно нахождение данного электрона. Орбитали могут иметь различную форму и обозначаются буквами *s*, *p*, *d* и *f*.
- ▲ **Протоны** (1_1p или p^+) — частицы, имеющие заряд +1 и массу, равную массе атома водорода. Количество протонов в ядрах атомов элементов — всегда постоянное число.
- ▲ **Нейтроны** (1_0n или n^0) — частицы, не имеющие заряда, с массой, равной массе протона, т. е. 1. Число нейтронов рассчитывают по формуле $N = A - Z$, где Z — порядковый номер элемента, т. е. число протонов; A — массовое число, равное сумме чисел протонов и нейтронов.
- ▲ **Изотопы** — разновидности атомов с одинаковым зарядом ядра, но разными массами.

▲ **Спин** — собственный момент количества движений элементарной частицы.

ПОДРОБНОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ

Вещества, которые образованы атомами одного химического элемента, называют *простыми*.

Вещества, которые образованы атомами разных химических элементов, называют *сложными*.

Каждый химический элемент существует в трёх формах: свободные атомы, простые вещества и сложные вещества (рис. 1.1).

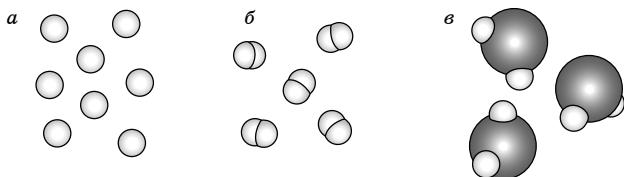


Рис. 1.1. Форма существования химического элемента водорода:
 а — атомы водорода; б — молекулы водорода;
 в — атомы водорода в молекуле воды

Электроны. Ирландский физик Джордж Стони на основании опытов пришёл к выводу, что электричество переносится мельчайшими частицами, существующими в атомах всех химических элементов. В 1891 г. Стони предложил назвать эти частицы *электронами* (от греч. «янтарь»).

Через несколько лет после того как электрон получил своё название, английский физик Джозеф Томсон и французский физик Жан Перрен доказали, что электроны несут на себе отрицательный заряд. Это наименьший отрицательный заряд, который в химии принят за единицу (-1). Томсон даже сумел определить для электрона скорость движения (она равна скорости света — 300 000 км/с) и массу (в 1837 раз меньше массы атома водорода).

Томсон и Перрен соединяли полюса источника тока с двумя металлическими пластинами — катодом

и анодом, впаянными в стеклянную трубку, из которой был откачан воздух (рис. 1.2).

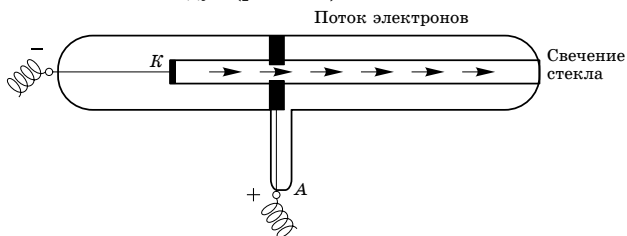


Рис. 1.2. Катодная трубка Томсона

При подаче на пластины-электроды напряжения около 10 тысяч вольт в трубке вспыхивал светящийся разряд, а от катода (отрицательного полюса) к аноду (положительному полюсу) летели частицы, которые учёные сначала называли *катодными лучами*, а затем выяснили, что это был поток электронов. Электроны, ударяясь об особые вещества, нанесённые, например, на экран телевизора, вызывают свечение.

Был сделан вывод: электроны вырываются из атомов материала, из которого сделан катод.

Свободные электроны или их поток можно получить и другими способами, например при накаливании металлической проволоки или при падении света на металлы, образованные элементами главной подгруппы I группы таблицы Д. И. Менделеева.

Состояние электронов в атоме. Под состоянием электрона в атоме понимают совокупность информации об *энергии* определённого электрона в пространстве, где он находится. Мы уже знаем, что электрон в атоме не имеет траектории движения, т. е. можно говорить лишь о *вероятности* нахождения его в пространстве вокруг ядра. Он может находиться в любой части этого пространства, и совокупность различных его положений рассматривают как *электронное облако* с определённой плотностью отрицательного заряда. Образно это можно представить себе так: если бы удалось с интервалом

в сотые или миллионные доли секунды сфотографировать положение электрона в атоме, то он на таких фотографиях был бы представлен в виде точки. При наложении бесчисленного множества таких фотографий получилась бы картина электронного облака с наибольшей плотностью там, где этих точек больше всего.

На рис. 1.3 показан «разрез» такой электронной плотности в атоме водорода, проходящий через ядро, а штриховой линией ограничена сфера, внутри которой вероятность обнаружения электрона составляет 90%. Ближайший к ядру контур охватывает область пространства, в которой вероятность обнаружения

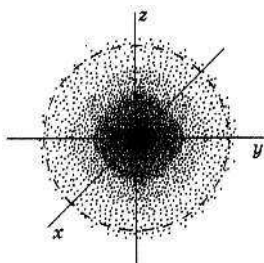


Рис. 1.3. Электронное облако атома водорода

электрона — 10%. Вероятность обнаружения электрона внутри второго от ядра контура составляет 20%, внутри третьего — около 30% и т. д. В состоянии электрона есть некая неопределённость. Чтобы охарактеризовать это особое состояние, немецкий физик В. Гейзенберг ввёл понятие о *принципе неопределённости*, т. е. показал, что невозможно определить одновременно и точно энергию и местоположение электрона. Чем точнее определена энергия электрона, тем неопределённее его положение, и наоборот, определив положение, нельзя определить энергию электрона. Область вероятности обнаружения электрона не имеет чётких границ. Однако можно выделить пространство, где вероятность нахождения электрона максимальна.

Пространство вокруг атомного ядра, в котором наиболее вероятно нахождение электрона, называется *орбиталью*.

В орбитали заключено приблизительно 90% электронного облака, и это означает, что около 90%

времени электрон находится в этой части пространства. По форме различают 4 известных ныне типа орбиталей, которые обозначаются латинскими буквами s , p , d и f .

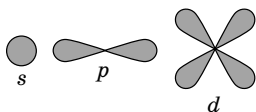


Рис. 1.4. Форма s -, p - и d -орбиталей

Графическое изображение некоторых форм электронных орбиталей представлено на рис. 1.4.

Важнейшей характеристикой движения электрона на определённой орбитали является энергия его связи с ядром. Электроны, обладающие близкими значениями энергии, образуют единый *электронный слой*, или *энергетический уровень*. Энергетические уровни нумеруют, начиная от ядра: 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

Целое число n , обозначающее номер энергетического уровня, называют *главным квантовым числом*. Оно характеризует энергию электронов, занимающих данный энергетический уровень. Наименьшей энергией обладают электроны первого энергетического уровня, наиболее близкого к ядру. По сравнению с электронами первого уровня электроны последующих уровней характеризуются большим запасом энергии. Следовательно, наименее прочно связаны с ядром атома электроны внешнего уровня.

Число энергетических уровней (электронных слоёв в атоме) равно номеру периода в системе Д. И. Менделеева, которому принадлежит химический элемент: у атомов элементов первого периода один энергетический уровень, второго периода — два, седьмого периода — семь.

Наибольшее число электронов на энергетическом уровне определяется по формуле:

$$N = 2n^2,$$

где N — максимальное число электронов;

n — номер уровня, или главное квантовое число.

Следовательно, на первом, ближайшем к ядру энергетическом уровне может находиться не более двух электронов; на втором — не более 8; на третьем — не более 18; на четвёртом — не более 32 и т. д.

А как, в свою очередь, устроены энергетические уровни (электронные слои)?

Начиная со второго энергетического уровня ($n = 2$), каждый из уровней подразделяется на подуровни (подслои), несколько отличающиеся друг от друга энергией связи с ядром.

Число подуровней равно значению главного квантового числа: первый энергетический уровень имеет один подуровень; второй — два; третий — три; четвёртый — четыре подуровня. Подуровни, в свою очередь, образованы орбиталями.

Каждому значению n соответствует число орбиталей, равное n^2 .

По данным, представленным в табл. 1.1, можно проследить связь главного квантового числа n с числом подуровней, типом и числом орбиталей и максимальным числом электронов на подуровне и уровне.

Подуровни принято обозначать латинскими буквами, как и форму орбиталей из которых они состоят: s , p , d , f .

- **s -Подуровень** — первый, ближайший к ядру атома подуровень каждого энергетического уровня, состоит из одной s -орбитали;
- **p -подуровень** — второй подуровень каждого, кроме первого, энергетического уровня, состоит из трёх p -орбиталей;
- **d -подуровень** — третий подуровень каждого энергетического уровня, начиная с третьего, состоит из пяти d -орбиталей;
- **f -подуровень** — четвёртый подуровень каждого, начиная с четвёртого, энергетического уровня, состоит из семи f -орбиталей.