

УДК 373.5:54
ББК 24я721
А72

Об авторе:

А. Э. Антошин — кандидат химических наук

Антошин, Андрей Эдуардович.

А72 ОГЭ 2021. Химия : теория и практика / А. Э. Антошин. —
Москва : Эксмо, 2020. — 320 с. — (ОГЭ. Сдаем без проблем).

ISBN 978-5-04-112802-9

В издании в сжатой форме изложены основы предмета в соответствии с действующими образовательными стандартами и максимально подробно разобраны наиболее сложные экзаменационные вопросы повышенного уровня сложности. Кроме того, приводятся тренировочные задания, с помощью которых можно проверить уровень усвоения материала. Приложение книги содержит необходимые справочные материалы по предмету.

Издание окажет неоценимую помощь учащимся при подготовке к ОГЭ по химии, а также может быть использовано учителями при организации учебного процесса.

УДК 373.5:54

ББК 24я721

ISBN 978-5-04-112802-9

© Антошин А. Э., 2020
© Оформление. ООО «Издательство
«Эксмо», 2020

От автора

Эта книга предназначена прежде всего школьникам 8—9 классов на завершающем этапе подготовки к основному государственному экзамену по химии. Я бы характеризовал её как книгу для прагматиков, желающих получить на ОГЭ максимальный балл.

В ней подробно изложен теоретический материал на основе Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ № 1897 от 29 декабря 2010 г.) и примерной основной образовательной программы основного общего образования. После теоретического материала отдельно разбираются задания базового и повышенного уровней сложности с кратким ответом и высокого уровня сложности с развёрнутым ответом.

Кроме того, в книге приведено большое количество заданий всех уровней сложности для самоподготовки и самоконтроля, а также ответы к ним. Выполнение этих заданий позволит ученикам оценить уровень своих знаний, определить, какие темы следует повторить. Формы заданий приведены в соответствии с перспективной моделью измерительных материалов для государственной итоговой аттестации по программам основного общего образования. Кроме того, в пособии представлены задания с выбором ответа, которые с 2020 года не будут входить в экзаменационную работу. Они приводятся в целях текущего закрепления знаний при изучении учебного курса и тематических проверок.

Максимальное количество баллов на экзамене можно получить, правильно ответив на задания повышенного

уровня сложности с кратким ответом и на задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Поэтому в этой книге основной упор сделан именно на такие задания, поскольку основу химии составляют знания химических свойств веществ различных классов. Решение заданий вышеперечисленных типов способствует углублённому изучению химии, развивает навыки использования учебной и справочной литературы.

Кроме учащихся, эта книга может оказаться полезной преподавателям химии, методистам и репетиторам.

Хочется подчеркнуть, что данное пособие не подменяет существующие учебники и учебные пособия (в первую очередь входящие в Федеральный перечень учебников, рекомендованных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования), а лишь дополняет их, поэтому наряду с данной книгой рекомендую пользоваться литературой, список которой приведён в конце книги.

За постоянную практическую помощь, поддержку и внимание огромное спасибо Т.В. Киселёвой. Отдельная благодарность моим друзьям и коллегам: профессорам А.И. Кочергину, А.С. Шестакову, И.В. Рыбальченко, С.А. Лермонтову, К.В. Тугушову, М.В. Кузнецову, доцентам Ю.Н. Рейхову, В.Ф. Таранченко, а также В.Ф. Нещиц.

Я буду признателен читателям за любые замечания и пожелания, которые можно присылать по электронной почте antoshinandre@mail.ru.

А.Э. Антошин

Раздел 1

ВЕЩЕСТВО

1.1. СТРОЕНИЕ АТОМА. СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМОВ ПЕРВЫХ 20 ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Атом — электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. В центре атома находится положительно заряженное ядро. Оно занимает ничтожную часть пространства внутри атома, в нём сосредоточены весь положительный заряд и почти вся масса атома.

Ядро состоит из элементарных частиц — протона и нейтрона; вокруг атомного ядра по замкнутым орбитам движутся электроны.

Протон (p) — элементарная частица с относительной массой 1,00728 атомной единицы массы и зарядом +1 условную единицу. Число протонов в атомном ядре равно порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева.

Нейтрон (n) — элементарная нейтральная частица с относительной массой 1,00866 атомной единицы массы (а. е. м.).

Число нейтронов в ядре N определяют по формуле:

$$N = A - Z,$$

где A — массовое число, Z — заряд ядра, равный числу протонов (порядковому номеру).

Обычно параметры ядра атома записывают следующим образом: слева внизу от символа элемента ставят заряд ядра, а сверху — массовое число, например: ${}_{15}^{31}\text{P}$. Эта за-

пись показывает, что заряд ядра (следовательно, и число протонов) для атома фосфора равен 15, массовое число равно 31, а число нейтронов равно $31 - 15 = 16$. Так как массы протона и нейтрона очень мало отличаются друг от друга, то массовое число приблизительно равно относительной атомной массе ядра.

Электрон (e^-) — элементарная частица с массой 0,00055 а. е. м. и условным зарядом -1 . Число электронов в атоме равно заряду ядра атома (порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева).

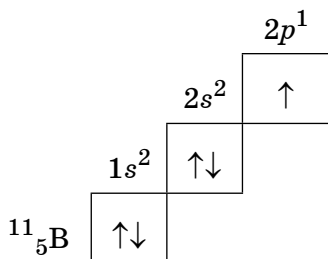
Электроны движутся вокруг ядра по строго определённым орбиталиям, образуя так называемое электронное облако.

Область пространства вокруг атомного ядра, где наиболее (90 и более %) вероятно нахождение электрона, определяет форму электронного облака.

Электронное облако s -электрона имеет сферическую форму; на s -энергетическом подуровне может максимально находиться два электрона.

Электронное облако p -электрона имеет гантелеобразную форму; на трёх p -орбиталях максимально может находиться шесть электронов.

Орбитали изображают в виде квадрата, сверху или снизу которого пишут значения главного и побочного квантовых чисел, описывающих данную орбиталь. Такую запись называют графической электронной формулой, например:



В этой формуле стрелками обозначают электрон, а направление стрелки соответствует направлению спина — собственного магнитного момента электрона. Электроны с противоположными спинами $\uparrow\downarrow$ называют спаренными.

Электронные конфигурации атомов элементов можно представить в виде электронных формул, в которых указывают символы подуровня, коэффициент перед символом подуровня показывает его принадлежность к данному уровню, а степень у символа — число электронов данного подуровня.

В таблице 1 приведено строение электронных оболочек атомов первых 20 элементов Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

Таблица 1

Строение электронных оболочек атомов первых 20 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева

Период	Элемент	Строение электронной оболочки	Период	Элемент	Строение электронной оболочки
1	${}_1\text{H}$	$1s^1$	3	${}_{11}\text{Na}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
1	${}_2\text{He}$	$1s^2$	3	${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
2	${}_3\text{Li}$	$1s^2 2s^1$	3	${}_{13}\text{Al}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
2	${}_4\text{Be}$	$1s^2 2s^2$	3	${}_{14}\text{Si}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
2	${}_5\text{B}$	$1s^2 2s^2 2p^1$	3	${}_{15}\text{P}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
2	${}_6\text{C}$	$1s^2 2s^2 2p^2$	3	${}_{16}\text{S}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
2	${}_7\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$	3	${}_{17}\text{Cl}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
2	${}_8\text{O}$	$1s^2 2s^2 2p^4$	3	${}_{18}\text{Ar}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

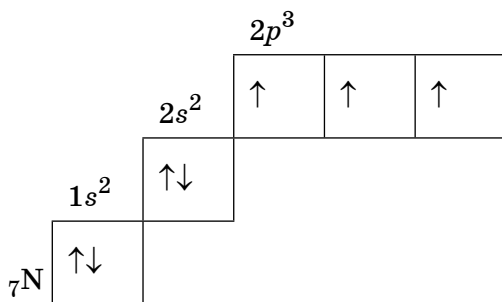
Окончание таблицы

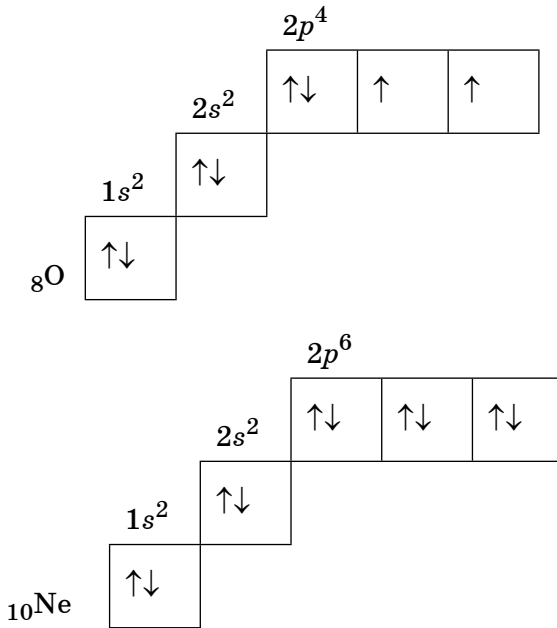
Период	Элемент	Строение электронной оболочки	Период	Элемент	Строение электронной оболочки
2	${}_{9}\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$	4	${}_{19}\text{K}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
2	${}_{10}\text{Ne}$	$1s^2 2s^2 2p^6$	4	${}_{20}\text{Ca}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Химические элементы, в атомах которых s -подуровень внешнего уровня заполняется одним или двумя электронами, называют s -элементами. Химические элементы, в атомах которых заполняется p -подуровень (от одного до шести электронов), называют p -элементами.

Число электронных слоёв в атоме химического элемента равно номеру периода.

В соответствии с *правилом Хунда* электроны располагаются на однотипных орбиталях одного энергетического уровня таким образом, чтобы суммарный спин был максимален. Следовательно, при заполнении энергетического подуровня каждый электрон прежде всего занимает отдельную ячейку, а только после этого начинается их спаривание. Например, у атома азота все p -электроны будут находиться в отдельных ячейках, а у кислорода начнётся их спаривание, которое полностью закончится у неона.





Изотопами называют атомы одного и того же элемента, содержащие в своих ядрах одинаковое число протонов, но различное число нейтронов.

Изотопы известны для всех элементов. Поэтому атомные массы элементов в периодической системе являются средним значением из массовых чисел природных смесей изотопов и отличаются от целочисленных значений. Таким образом, атомная масса природной смеси изотопов не может служить главной характеристикой атома, а следовательно, и элемента. Такой характеристикой атома является заряд ядра, определяющий число электронов в электронной оболочке атома и её строение.

Рассмотрим несколько типовых заданий по этому разделу.

Пример 1. Атом химического элемента имеет электронную конфигурацию $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$. Запишите

в поле ответа номер периода и номер группы, в которой расположен этот химический элемент.

Ответ:

На внешнем энергетическом уровне у данного элемента находится один $4s$ -электрон. Следовательно, этот химический элемент находится в четвёртом периоде первой группы главной подгруппы. Этот элемент — калий. Ответ: 41.

К этому ответу можно прийти по-другому. Сложив общее количество всех электронов, получим 19. Общее число электронов равно порядковому номеру элемента. Под номером 19 в периодической системе находится калий.

Пример 2. Общее число s -электронов и число неспаренных p -электронов в атоме азота равно

Ответ:

Электронная формула атома азота $1s^2 2s^2 2p^3$. Из неё следует, что общее число s -электронов равно 4, а число неспаренных p -электронов равно 3. Ответ: 43.

Тренировочные задания к разделу 1.1

1. Число электронных слоёв и число электронов во внешнем слое атома кальция равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5

Ответ:

2. Электронная формула химического элемента $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$. Укажите номер периода и номер группы, в которой он находится.

Ответ:

3. Число электронов во внешнем и предвнешнем электронных слоях атома лития равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5

Ответ:

4. Число электронных слоёв и число электронов во внешнем слое в атоме серы соответственно равно

- 1) 3
- 2) 8
- 3) 6
- 4) 4
- 5) 7

Ответ:

5. Два электрона находятся во внешнем электронном слое атомов каждого из химических элементов в рядах

- 1) He, Be, Ba
- 2) C, Mg, Ca
- 3) Mg, Si, O
- 4) Ba, Sr, B
- 5) Be, Ba, Sr

Ответ:

6. Атомы кислорода и серы имеют

- 1) одинаковое число электронных слоёв
- 2) одинаковую конфигурацию внешнего электронного слоя
- 3) разное число валентных электронов
- 4) одинаковое число протонов
- 5) одинаковое число нейтронов

Ответ:

7. Атомы фтора и хлора имеют

- 1) разное число электронных слоёв
- 2) одинаковую конфигурацию внешнего электронного слоя
- 3) одинаковое число валентных электронов
- 4) одинаковое число протонов
- 5) одинаковое число нейтронов

Ответ:

8. Одинаковое число валентных электронов имеют атомы кальция и

- 1) калия
- 2) бериллия
- 3) бария
- 4) бора
- 5) алюминия

Ответ:

9. Число электронов во внешнем и предвнешнем электронных слоях атома хлора равно

- | | |
|------|------|
| 1) 8 | 4) 4 |
| 2) 7 | 5) 5 |
| 3) 6 | |

Ответ:

10. Определите, какой из химических элементов образует устойчивый анион, содержащий 10 электронов.

- 1) алюминий
- 2) азот
- 3) фосфор
- 4) фтор
- 5) хлор

О т в е т :

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

Существуют две формулировки периодического закона химических элементов: классическая и современная.

Классическая, в изложении его первооткрывателя Д.И. Менделеева: *свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов.*

Современная: *свойства простых веществ, а также свойства и формы соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов (порядкового номера).*

Графическим изображением периодического закона является периодическая система элементов, которая представляет собой естественную классификацию химических элементов, основанную на закономерных изменениях свойств элементов от зарядов их атомов. Наиболее распространёнными изображениями Периодической системы элементов Д.И. Менделеева являются короткая и длинная формы.

1.2.1. Группы и периоды Периодической системы Д.И. Менделеева. Физический смысл порядкового номера химического элемента

Группами называют вертикальные ряды в периодической системе. В группах элементы объединены по признаку высшей степени окисления в оксидах. Каждая группа состоит из главной (А) и побочной (Б) подгрупп. Главные подгруппы включают в себя элементы малых периодов и одинаковые с ним по свойствам элементы больших периодов. Побочные подгруппы состоят только из элементов больших периодов. Химические свойства элементов главных и побочных подгрупп значительно различаются.

Периодом называют горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания порядковых (атомных) номеров. В периодической системе имеются семь периодов: первый, второй и третий периоды называют малыми, в них содержится соответственно 2, 8 и 8 элементов; остальные периоды называют большими: в четвёртом и пятом периодах расположены по 18 элементов, в шестом и седьмом — по 32 элемента. Каждый период, кроме первого, начинается щелочным металлом, а заканчивается благородным газом.

Физический смысл порядкового номера химического элемента: число протонов в атомном ядре и число электронов, вращающихся вокруг атомного ядра, равны порядковому номеру элемента.

1.2.2. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений в связи с положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева

Напомним, что *группами* называют вертикальные ряды в периодической системе и химические свойства элементов главных и побочных подгрупп значительно различаются.

Свойства элементов в подгруппах закономерно изменяются сверху вниз:

- усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические;
- возрастает атомный радиус;
- возрастает сила образованных элементом оснований и бескислородных кислот;
- электроотрицательность падает.

Все элементы, кроме гелия, неона и аргона, образуют кислородные соединения, существует всего восемь форм кислородных соединений. В периодической системе их часто изображают общими формулами, расположенными под каждой группой в порядке возрастания степени окисления элементов: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7 , RO_4 , где символом R обозначают элемент данной группы. Формулы высших оксидов относятся ко всем элементам группы, кроме исключительных случаев, когда элементы не проявляют степени окисления, равной номеру группы (например, фтор).

Оксиды состава R_2O проявляют сильные основные свойства, причём их основность возрастает с увеличением порядкового номера. Оксиды состава RO (за исключением BeO , ZnO , PbO , SnO) проявляют основные свойства.

Оксиды состава RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7 проявляют кислотные свойства, причём их кислотность возрастает с увеличением порядкового номера. Оксиды состава RO_4 образуют только ксенон и осмий.

Элементы главных подгрупп, начиная с IV группы, образуют газообразные водородные соединения. Существуют четыре формы таких соединений. Их располагают под элементами главных подгрупп и изображают общими формулами в последовательности RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH .

Соединения RH_4 имеют нейтральный характер; RH_3 — слабоосновный; RH_2 — слабокислый; RH — сильнокислый характер.