



## ВВЕДЕНИЕ

Практика подготовки к государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования в форме основного государственного экзамена (ОГЭ) выпускников 9-го класса по химии и результаты её проведения побуждают нас искать новые, наиболее эффективные в современных условиях методики и приёмы обучения. Это касается как отдельных, наиболее трудных разделов программы, так и необычных форм постановки экзаменационных вопросов.

Содержание заданий разработано по основным темам курса химии, объединённым в шесть содержательных блоков: «Основные понятия химии (уровень атомно-молекулярных представлений)», «Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева», «Строение вещества», «Многообразие химических реакций», «Многообразие веществ», «Экспериментальная химия». Содержание КИМ определяется 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 (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. № 1/15).

Кроме того, в пособии имеются два варианта экзаменационной работы, идентичные демоверсии по структуре, количеству заданий с критериями оценивания.

Данное издание приведено в соответствие с новыми Федеральными компонентами государственного стандарта основного общего образования и с перспективной моделью измерительных материалов для государственной итоговой аттестации по программам основного общего образования. Наряду с заданиями стандарта ОГЭ приведены задания повышенного уровня сложности. В тексте они обозначены знаком \*. Решение этих заданий будет способствовать повышению уровня знаний учащихся.

Книга адресована учащимся 9-х классов для подготовки к ОГЭ, а также преподавателям химии, методистам и репетиторам.

Хочется подчеркнуть, что данное пособие не заменяет существующие учебники и учебные пособия, а лишь дополняет их, поэтому наряду с данной книгой рекомендую пользоваться литературой, список которой приведён в конце книги.

За постоянную каждодневную практическую помощь, поддержку и внимание огромное спасибо Т. В. Киселёвой.

Отдельная благодарность моим друзьям и коллегам: профессорам А. И. Кочергину, А. С. Шестакову, С. А. Лермонтову, К. В. Тугушову, И. В. Рыбальченко, доцентам Ю. Н. Рейхову, В. Ф. Таранченко.

Я буду признателен читателям за любые замечания и пожелания, которые можно присылать по электронной почте [antoshinandre@mail.ru](mailto:antoshinandre@mail.ru).

*А. Э. Антошин*

## Раздел 1. ВЕЩЕСТВО

В данном разделе контролируются следующие элементы.

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

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

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

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

1.3. Строение веществ. Химическая связь: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая.

1.4. Валентность химических элементов. Степень окисления химических элементов.

1.5. Чистые вещества и смеси.

1.6. Атомы и молекулы. Химический элемент. Простые и сложные вещества. Основные классы неорганических веществ. Номенклатура неорганических соединений.

1.7. Классификация и номенклатура неорганических веществ.

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

### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

**Атомно-молекулярное учение в своей классической формулировке** исходит из следующих основных положений.

1. Вещества состоят из молекул; молекулы различных веществ отличаются между собой химическим составом, размерами и свойствами.

2. Молекулы состоят из атомов. Атомы имеют определённые размеры и массу. Свойства атомов одного и того же элемента одинаковы и отличаются от свойств атомов других элементов.

3. Молекулы находятся в непрерывном движении; между ними существует взаимное притяжение и отталкивание. Скорость движения молекул зависит от агрегатного состояния веществ.

4. При физических явлениях состав молекул остаётся неизменным, при химических они претерпевают качественные и количественные изменения, из одних молекул образуются другие.

**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 орбитальям вращаются электроны.

**Протон ( $p$ )** — элементарная частица с относительной массой 1,00728 атомной единицы массы (а. е. м.) 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.

**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).

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

Химические элементы, в атомах которых  $s$ -подуровень внешнего уровня заполняется одним или двумя электронами, называют  $s$ -элементами. Химические элементы, в ато-

мах которых заполняется  $p$ -подуровень (от одного до шести электронов), называют  $p$ -элементами.

**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 группе, главной подгруппе. Этот элемент — калий. Правильный 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. Правильный ответ: 43.

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

### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

#### **1.2.1. Группы и периоды Периодической системы. Физический смысл порядкового номера химического элемента**

Современная формулировка Периодического закона Д. И. Менделеева:

*Свойства элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов (порядкового номера).*

**Периодом** называют горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания порядковых (атомных) номеров.

**Группами** называют вертикальные ряды в Периодической системе. В группах элементы объединены по признаку возможной высшей степени окисления в оксидах. Каждая группа состоит из главной и побочной подгруппы. Главные подгруппы включают в себя элементы малых периодов и одинаковые с ними по свойствам элементы больших периодов. Побочные подгруппы состоят только из элементов больших периодов.

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

Свойства элементов в подгруппах закономерно изменяются с увеличением порядкового номера:

— усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические;

— возрастает атомный радиус;

— возрастает сила образованных элементом оснований и бескислородных кислот;

— электроотрицательность падает.

В пределах периода с увеличением порядкового номера элемента:

— электроотрицательность возрастает;

— металлические свойства убывают, неметаллические возрастают;

— атомный радиус уменьшается.

Проверку знаний материала вышеперечисленных разделов проводят с помощью заданий базового уровня сложности. Как правило, у экзаменуемых ответы на данные вопросы затруднений не вызывают.

**Пример 1.** Среди перечисленных химические элементы с минимальным и максимальным радиусом атома — это

- 1) натрий
- 3) калий
- 2) углерод
- 4) гелий
- 5) хлор

Ответ:

Атомный радиус возрастает с увеличением порядкового номера элемента в подгруппах, а также с увеличением числа электронных слоёв и убывает в пределах периода.

Следовательно, элемент с минимальным атомным радиусом — гелий (один слой, завершает период), а элемент с максимальным радиусом — калий (четыре слоя, начинает период). Правильный ответ: 42.

**Пример 2.** Наиболее ярко металлические и неметаллические свойства выражены у веществ

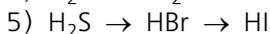
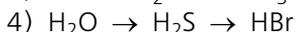
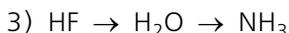
- 1)  $F_2$
- 2) Rb
- 3)  $N_2$
- 4) Ca
- 5) K

Ответ:

Металлические свойства элементов возрастают с увеличением порядкового номера элемента в пределах подгруппы. Неметаллические свойства элементов возрастают с увеличением порядкового номера элемента в пределах периода. Обратимся к Периодической таблице. Из неё усматривается, что наиболее ярко металлические свойства выражены у рубидия, а неметаллические — у фтора. Правильный ответ: 21.

**Пример 3.** В каких рядах летучих водородных соединений происходит ослабление их кислотных свойств

- 1)  $HF \rightarrow NH_3 \rightarrow HBr$
- 2)  $HBr \rightarrow HF \rightarrow H_2O$

Ответ:  

Элементы главных подгрупп, начиная с IV группы, образуют газообразные водородные соединения. Существуют четыре формы таких соединений. Соединения  $\text{RH}_4$  имеют нейтральный характер;  $\text{RH}_3$  — слабоосновный;  $\text{RH}_2$  — слабокислый;  $\text{RH}$  — сильнокислый характер.

В пределах главных подгрупп с увеличением порядкового номера элемента кислотные свойства летучих водородных соединений возрастают. Следовательно, условиям задания отвечают наборы 2 и 3.  $\text{HBr}$  — сильная кислота;  $\text{HF}$  — кислота средней силы;  $\text{H}_2\text{O}$  — нейтральное вещество;  $\text{H}_2\text{S}$  — кислота средней силы;  $\text{H}_2\text{O}$  — нейтральное вещество;  $\text{NH}_3$  — обладает слабоосновными свойствами. Правильный ответ: 23.

### **1.3. Строение веществ. Химическая связь: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая**

#### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

**Химическая связь** — электростатическое взаимодействие между электронами и ядрами, приводящее к образованию молекул.

Химическую связь образуют валентные электроны. У  $s$ - и  $p$ -элементов валентными являются электроны внешнего слоя, у  $d$ -элементов —  $s$ -электроны внешнего слоя и  $d$ -электроны предвнешнего слоя. При образовании химической связи атомы достраивают свою внешнюю электронную оболочку до оболочки соответствующего благородного газа.

**Длина связи** — среднее расстояние между ядрами двух химических связанных между собой атомов.

**Энергия химической связи** — количество энергии, необходимое для того, чтобы разорвать связь и отбросить фрагменты молекулы на бесконечно большое расстояние.

**Валентный угол** — угол между условными линиями, соединяющими химически связанные атомы.

Известны следующие основные типы химической связи: *ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая и водородная.*

**Ковалентной** называют химическую связь, образованную за счёт общей для двух элементов электронной пары.

Если связь образует пара общих электронов, в равной мере принадлежащая обоим соединяющимся атомам, то её называют **ковалентной неполярной связью**. Эта связь существует, например, в молекулах  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ . Ковалентная неполярная связь возникает между одинаковыми атомами, а связующее их электронное облако равномерно распределено между ними.

В молекулах между двумя атомами может формироваться различное число ковалентных связей (например, одна в молекулах галогенов  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ , три — в молекуле азота  $N_2$ ).

**Ковалентная полярная связь** возникает между атомами с разной электроотрицательностью. Образующая её электронная пара смещается в сторону более электроотрицательного атома, но остаётся связанной с обоими ядрами. Примеры соединений с ковалентной полярной связью:  $HBr$ ,  $HI$ ,  $H_2S$ ,  $N_2O$  и т. д.

**Ионной** называют предельный случай полярной связи, при которой электронная пара полностью переходит от одного атома к другому и связанные частицы превращаются в ионы.

Строго говоря, к соединениям с ионной связью можно отнести лишь соединения, для которых разность в электроотрицательности больше 3, но таких соединений известно очень мало. К ним относят фториды щелочных и щелочноземельных металлов. *Условно считают, что ионная связь возникает между атомами элементов, разность электроотрицательности которых составляет величину больше 1,7 по шкале Полинга.* В рамках ОГЭ считают, что ионная связь существует в соединениях, состоящих из катиона металла или иона аммония и аниона кислотного остатка или атома кислорода. Примеры соединений с ионной связью:  $NaCl$ ,  $KBr$ ,  $Na_2O$ ,  $NH_4Cl$ .

**1.4. Валентность химических элементов.  
Степень окисления химических элементов**

**МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

Согласно классическому определению, **валентность** — способность атома присоединять или замещать определённое число других атомов или атомных групп с образованием химической связи.

Количественной мерой валентности атома элемента считают число атомов водорода или кислорода (данные элементы считаются соответственно одно- и двухвалентными), которые элемент присоединяет, образуя гидрид формулы  $\text{ЭH}_x$  или оксид формулы  $\text{Э}_n\text{O}_m$ .

Так, валентность атома фосфора в молекуле фосфина  $\text{PH}_3$  равна трём, а атома серы в молекуле  $\text{H}_2\text{S}$  равна двум, поскольку валентность атома водорода равна одному.

В соединениях  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$  валентности калия, кальция, хрома и углерода соответственно равны 1, 2, 3 и 4.

В электронной теории ковалентной связи считают, что **валентность атома** определяется числом его неспаренных электронов в основном или возбуждённом состоянии, участвующих в образовании общих электронных пар с электронами других атомов.

Для некоторых элементов валентность является величиной постоянной. Так, щелочные металлы во всех соединениях одновалентны, щелочноземельные металлы и цинк — двухвалентны, алюминий — трёхвалентен и т. д. Но большинство химических элементов проявляют переменную валентность, которая зависит от природы элемента-партнёра и условий протекания процесса. Так, железо может образовывать с хлором два соединения —  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ , — в которых валентность железа равна соответственно 2 и 3.

**Пример 1.** Соединениями только с ионной и только с ковалентной полярной связью являются соответственно

- 1)  $\text{HCl}$  и  $\text{Na}_2\text{S}$
- 2)  $\text{Cr}$  и  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 3)  $\text{NaBr}$  и  $\text{SO}_2$
- 4)  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{CO}_2$
- 5)  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{HI}$

Ответ:

--	--

Ионная связь существует в соединениях, состоящих из катиона металла или иона аммония и аниона кислотного остатка. Ковалентная полярная связь возникает в соединениях, состоящих из двух разных неметаллов. Таким образом, правильными ответами будут 3 и 5. Атомы водорода и хлора в молекуле  $\text{HCl}$  связаны ковалентной полярной связью, а атомы натрия и серы в молекуле  $\text{Na}_2\text{S}$  — ионной связью. Однако эти соединения перечислены в последовательности, не соответствующей заданию. Правильный ответ: 35.

**Пример 2.** Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{SF}_2$	1) $-2$
Б) $\text{SOCl}_2$	2) $+6$
В) $\text{Na}_2\text{S}$	3) $+4$
	4) $+2$

Ответ:

А	Б	В

В целом молекула любого химического вещества электронейтральна. Фтор в своих соединениях проявляет единственную степень окисления  $-1$ . Следовательно, в соединении  $\text{SF}_2$  степень окисления серы равна  $+2$ . Среди химических элементов: сера, хлор, кислород — электроотрицательность увеличивается. Сера отдаёт все свои электроны хлору и кислороду. Степень окисления хлора  $-1$ , а кислорода  $-2$ . Тогда общий отрицательный заряд кислорода и хлора равен:  $-2 + 2 \times -1 = -4$ . Таким образом, степень окисления серы равна  $+4$ . В своих соединениях натрий проявляет постоянную степень окисления  $+1$ . Тогда общий положительный заряд двух катионов натрия равен  $2x + 1 = +2$ . Чтобы уравновесить его на анионе серы, заряд равен  $-2$ . Правильный ответ: 431.

### 1.5. Чистые вещества и смеси

#### МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ

Одним из основных законов химии является закон постоянства состава вещества. Согласно классической форму-

лировке этого закона, состав индивидуального сложного вещества не зависит от способа его получения. В настоящее время установлено, что этот закон применим главным образом к газам и жидкостям. В процессе развития химии было выявлено, что наряду с соединениями постоянного состава, или дальтонидами, существуют соединения переменного состава, или бертоллиды. Если состав дальтонидов выражается простыми формулами с целочисленными стехиометрическими индексами, то состав бертоллидов не отвечает стехиометрическим отношениям. Примеры дальтонидов:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CO}_2$ . Примеры бертоллидов:  $\text{VO}_{0,9}$  –  $\text{VO}_{1,3}$ ,  $\text{Fe}_{1,05}$  –  $\text{FeO}_{1,2}$ . Бертоллиды встречаются среди неорганических веществ, имеющих кристаллическую структуру, например оксидов, сульфидов, нитридов, карбидов и т. д. Современная формулировка закона постоянства состава вещества следующая: **состав соединений молекулярной структуры является постоянным независимо от способа их получения.**

Состав соединений с немолекулярной структурой (атомной, ионной, металлической) не является постоянным и зависит от условий их получения. Смеси веществ состоят из двух и более компонентов, причём количественный состав смеси не является постоянным и зависит от точки отбора пробы. Примеры смесей: песок и древесные опилки; сахарный песок и поваренная соль. Часто смеси можно разделить механическим путём с помощью различных технологических приёмов.

**Пример 1.** Только смеси веществ перечислены в наборах

- 1) хлорид натрия, железо, песок
- 2) квас, молоко, уксус
- 3) воздух, пирит, магний
- 4) воздух, кефир, песок
- 5) фтор, кальций, железняк

Ответ:

Из смеси веществ состоят квас, молоко, уксус, а также воздух, кефир, песок. Правильный ответ: 24.

**1.6. Атомы и молекулы. Химический элемент.  
Простые и сложные вещества. Основные  
классы неорганических веществ. Номенклатура  
неорганических соединений**

**МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

В рамках подготовки к ОГЭ необходимо твёрдо знать все основные классы неорганических веществ, уметь их классифицировать и помнить свойства этих веществ. В этом помогут любые школьные учебники химии, а также дополнительная литература, в том числе и та, что приведена в конце данной книги.

По химическому составу неорганические вещества делят на простые и сложные.

**Простыми** называют вещества, которые образуют атомы одного и того же химического элемента (например  $H_2$ ,  $O_2$ ).

Простые вещества делят на металлы и неметаллы.

**Металлами** называют простые вещества, которые обладают характерными металлическими свойствами, а именно: высокой электро- и теплопроводностью и металлическим блеском.

Простые вещества, которые образуют **атомы элементов-неметаллов**, при нормальных условиях такими свойствами не обладают.

В Периодической таблице Д. И. Менделеева неметаллы расположены в главных подгруппах справа вверху от условной диагонали, проведенной через бор и астат. В главных подгруппах, слева от этой диагонали, и во всех побочных подгруппах располагаются металлы.

**Сложными** называют вещества, которые состоят из атомов двух и более элементов (например  $H_2S$ ,  $NO_2$ ).

**Сложные вещества** разделяют на условно электроположительную (катион) и условно электроотрицательную (анион) составляющие. В формуле сложного вещества вначале ставят катион, а затем — анион, например  $KBr$ ,  $CuSO_4$ .

**Оксидами** называют класс химических соединений, состоящий из какого-либо элемента и атома кислорода со степенью окисления  $-2$ .

Оксиды классифицируют так.

**Низшими** называют оксиды, в которых элемент проявляет низшую степень окисления, например  $MnO$  — оксид марганца(II).

**Выщими** называют оксиды, в которых элемент проявляет высшую степень окисления, например  $Mn_2O_7$  — оксид марганца(VII).

**Несолеобразующими**, или **безразличными**, называют оксиды, не проявляющие ни основные, ни кислотные свойства, например  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $CO$ .

**Солеобразующими** называют группу кислотных, основных и амфотерных оксидов.

**Кислотные оксиды** образуют неметаллы и некоторые металлы в высших степенях окисления. Примеры кислотных оксидов:  $CO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $P_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $Cl_2O_5$ ,  $Cl_2O_7$ ,  $CrO_3$ ,  $Mn_2O_7$ .

**Основные оксиды** образуют металлы в низших степенях окисления. Наиболее известные из них:  $Li_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $Rb_2O$ ,  $Cs_2O$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$ ,  $BaO$ ,  $Cu_2O$ ,  $Ag_2O$ ,  $HgO$ ,  $PbO$ ,  $CrO$ ,  $FeO$ .

**Амфотерными** называют оксиды, которые проявляют как основные, так и кислотные свойства в зависимости от другого реагента. Наиболее известные амфотерные оксиды  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $ZnO$ ,  $BeO$ ,  $PbO$ ,  $SnO$ . Ряд оксидов, например  $CuO$ ,  $Fe_2O_3$ , проявляет амфотерные свойства с преобладанием основных.

**Основаниями** называют класс химических соединений, которые состоят из катиона металла или иона аммония и одной или нескольких гидроксильных групп, способных к замещению на анионы.

Число гидроксильных групп определяет кислотность основания, например,  $NaOH$  — однокислотное,  $Mg(OH)_2$  — двухкислотное и т. д.

**Щелочами** называют растворимые в воде основания.

Сильные основания: гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов  $LiOH$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $RbOH$ ,  $CsOH$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ . Слабые основания: все нерастворимые в воде гидроксиды металлов и гидрат аммиака.

**Кислотами** называют класс химических соединений, которые содержат в своём составе один или несколько

катионов водорода, способных замещаться на атомы металлов, и анионов кислотных остатков.

**Основностью** кислоты называют число способных замещаться на металл атомов водорода в её молекуле. По основности кислоты делят на одно-, двух- и трёхосновные, например  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  соответственно.

В зависимости от элементного состава кислоты делят на бескислородные и кислородсодержащие, например  $\text{HBr}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Кислотный остаток — это структурный элемент молекулы кислоты, который выступает как единое целое в ходе химических реакций.

Формулы и названия наиболее распространённых кислот и их солей приведены в таблице 3 приложения.

**Сильные кислоты:**  $\text{HI}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ .

**Кислоты средней силы:**  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HNO}_2$ .

**Слабые кислоты:**  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

Кислородсодержащие кислоты и основания объединяют в общий класс **гидроксидов**.

**Амфотерными** называют гидроксиды, способные реагировать как с кислотами, так и с основаниями. Амфотерные гидроксиды:  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ . Некоторые гидроксиды, например  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , проявляют амфотерные свойства с преобладанием основных.

**Солями** называют класс химических соединений, которые представляют собой продукты взаимодействия кислот с основаниями.

По составу соли классифицируют на средние, кислые и основные.

**Средними** называют соли, которые состоят только из катиона металла или иона аммония и аниона кислотного остатка, например  $\text{CsBr}$ ,  $\text{MgSO}_4$ .

**Кислыми** называют соли, которые наряду с катионом металла содержат катионы водорода, способные замещаться на другие катионы в ходе обменных реакций, например  $\text{LiHCO}_3$  (гидрокарбонат лития),  $\text{CaHPO}_4$  (гидрофосфат кальция).

**Основными** называют соли, которые наряду с анионом кислотного остатка содержат одну или несколько гидроксильных групп, способных замещаться на

анионы в ходе реакций обмена, например  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Br}$  (дигидроксобромид алюминия),  $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$  (гидроксохлорид кальция).

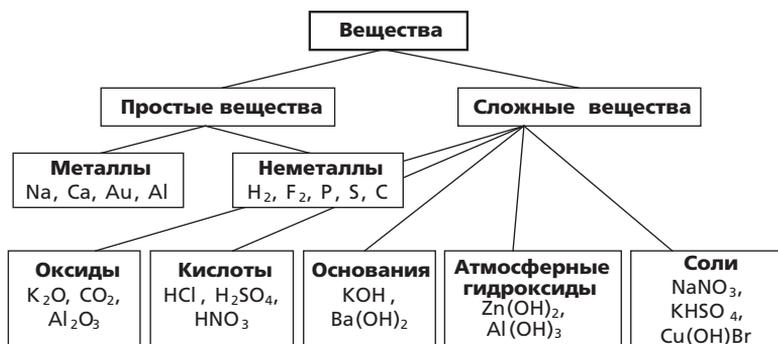
**Пример 1.** Кислотой и амфотерным гидроксидом соответственно являются

- 1)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{Sn}(\text{OH})_2$
- 2)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- 3)  $\text{HCl}$  и  $\text{CrO}$
- 4)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{HNO}_3$
- 5)  $\text{HCl}$  и  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

Ответ:

Кислотами называют класс химических соединений, которые содержат в своём составе один или несколько катионов водорода, способных замещаться на атомы металлов, и анионов кислотных остатков. В представленных перечнях к кислотам относятся вещества, формулы которых  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HCl}$ . К амфотерным гидроксидам в задании относятся  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  и  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ . Правильный ответ: 15. Вариант 4 не соответствует условиям задания, поскольку вещества в нём перечислены в обратном порядке: сначала амфотерный гидроксид, а затем — кислота.

Классификация неорганических веществ приведена на схеме:



## Тематические тренировочные задания к разделу 1

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

1) Число электронных слоёв и число электронов во внешнем слое атома кремния равно

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

Ответ:

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

Ответ:

3) Число электронов во внешнем и предвнешнем электронных слоях атома бора равно

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

Ответ:

4) Число электронных слоёв и число электронов во внешнем слое в атоме хлора соответственно равно

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

Ответ:

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

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

Ответ:

6 Атомы кислорода и серы 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:

7 Атомы кремния и хлора имеют

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

Ответ:

8 Одинаковое число валентных электронов имеют атомы магния и

- 1) натрия
- 2) бериллия
- 3) стронция
- 4) гелия
- 5) алюминия

Ответ:

9 Число электронов во внешнем и предвнешнем электронных слоях атома аргона равно

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

Ответ:

10 Определите, какие из химических элементов образуют устойчивый анион, содержащий 10 электронов.

- 1) кислород
- 2) бор
- 3) фосфор
- 4) фтор
- 5) хлор

Ответ:

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

### **1.2.1. Группы и периоды Периодической системы. Физический смысл порядкового номера химического элемента**

1 Среди перечисленных химические элементы с максимальным и минимальным радиусом атома — это

- 1) неон
- 2) бор
- 3) углерод
- 4) кальций
- 5) водород

Ответ:

2 Среди перечисленных химические элементы с минимальным и максимальным радиусом атома — это

- 1) алюминий
- 2) калий
- 3) азот
- 4) гелий
- 5) сера

Ответ:

3 Наиболее ярко металлические и неметаллические свойства выражены у элементов

- 1)  $N_2$
- 2)  $H_2$
- 3)  $O_2$
- 4) Li
- 5) K

Ответ:

4 Наиболее ярко неметаллические и металлические свойства выражены у веществ

- 1)  $N_2$
- 2)  $O_2$
- 3)  $S_8$
- 4) Mg
- 5) Al

Ответ:

5 Наибольшее и наименьшее число валентных электронов содержат элементы

- 1) фтор
- 2) натрий
- 3) хлор
- 4) сера
- 5) азот

Ответ:

6) Наименьшее и наибольшее число валентных электронов содержат элементы

- 1) кислород
- 2) водород
- 3) углерод
- 4) бор
- 5) сера

Ответ:

7) Металлические свойства элементов возрастают в рядах

- 1) Ba, Fe, Cs, Mg
- 2) Li, Cs, Ca, Ba
- 3) Al, Na, K, Cs
- 4) Mg, Ca, K, Rb
- 5) Na, K, Li, Al

Ответ:

8) Неметаллические свойства элементов ослабевают в рядах

- 1) N, O, S, Te
- 2) Se, I, S, O
- 3) O, S, Se, Te
- 4) N, P, O, F
- 5) F, Cl, Se, Te

Ответ:

9) Химические элементы перечислены в порядке возрастания атомного радиуса в рядах

- 1) азот, алюминий, магний
- 2) алюминий, кальций, литий
- 3) хлор, натрий, водород
- 4) азот, литий, кремний
- 5) азот, фосфор, фтор

Ответ:

**10** Химические элементы перечислены в порядке убывания атомного радиуса в рядах

- 1) водород, бром, алюминий
- 2) магний, хлор, бор
- 3) фтор, кремний, калий
- 4) хлор, кремний, калий
- 5) кальций, алюминий, азот

Ответ:

**11** Среди перечисленных химические элементы с максимальным и минимальным радиусом атома — это

- 1) неон
- 2) калий
- 3) алюминий
- 4) кальций
- 5) водород

Ответ:

**12** Среди перечисленных химические элементы с минимальным и максимальным радиусом атома — это

- 1) алюминий
- 2) кальций
- 3) бор
- 4) гелий
- 5) хлор

Ответ:

**13** Наиболее ярко металлические и неметаллические свойства выражены у элементов

- 1)  $I_2$
- 2) Mg
- 3)  $O_2$
- 4) Ca
- 5) K

Ответ:



- 3)  $\text{MgO} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{BeO}$   
4)  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$   
5)  $\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgO}$

Ответ:

**2** Изменение свойств оксидов от кислотных через амфотерные к основным происходит в рядах

- 1)  $\text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$   
2)  $\text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2$   
3)  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{K}_2\text{O}$   
4)  $\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{NO}$   
5)  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{CaO}$

Ответ:

**3** В ряду элементов  $\text{S} \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{Mg}$

- 1) уменьшается число электронов во внешнем слое  
2) ослабевают неметаллические свойства  
3) уменьшается атомный радиус  
4) увеличивается число протонов в атомном ядре  
5) возрастает атомная масса

Ответ:

**4** В ряду элементов  $\text{Mg} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{S}$

- 1) возрастает число электронных слоёв в атомах  
2) возрастает электроотрицательность  
3) уменьшается степень окисления элементов в их высших оксидах  
4) увеличивается число протонов в атомном ядре  
5) возрастает атомный радиус

Ответ:

5 С увеличением порядкового номера элементов в главных подгруппах Периодической системы

- 1) возрастает электроотрицательность
- 2) уменьшается число электронных слоёв
- 3) электронная конфигурация внешнего электронного слоя остаётся неизменной
- 4) неметаллические свойства возрастают
- 5) металлические свойства возрастают

Ответ:

6 В пределах малых периодов Периодической системы с увеличением порядкового номера элемента

- 1) уменьшается атомный радиус
- 2) возрастают металлические свойства
- 3) электроотрицательность падает
- 4) электроотрицательность возрастает
- 5) возрастает атомный радиус

Ответ:

7 В ряду химических элементов  $\text{Be} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{K}$

- 1) возрастает число электронных слоёв
- 2) увеличивается атомный радиус
- 3) уменьшается число протонов
- 4) уменьшается атомный радиус
- 5) уменьшается сила образуемых элементов оснований

Ответ:

8 В ряду химических элементов  $\text{Li} \rightarrow \text{Be} \rightarrow \text{B}$

- 1) усиливаются металлические свойства
- 2) ослабевают металлические свойства
- 3) уменьшается заряд атомного ядра
- 4) возрастает атомный радиус
- 5) возрастает электроотрицательность

Ответ:

9 В каких рядах летучих водородных соединений происходит усиление их кислотных свойств?

- 1)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF}$
- 2)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HI}$
- 3)  $\text{PH}_3 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- 4)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{HI}$
- 5)  $\text{HBr} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$

Ответ:

10 В каких рядах летучих водородных соединений происходит ослабление их кислотных свойств?

- 1)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr}$
- 2)  $\text{HI} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$
- 4)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PH}_3$
- 5)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr}$

Ответ:

11 Металлические свойства элементов возрастают в рядах

- 1) Ba, Li, Cs, Mg
- 2) Li, Cs, Mg, Ba
- 3) Al, Mg, Ca, K
- 4) Mg, Ca, Rb, Cs
- 5) Na, Mg, Li, Al

Ответ:

12 Неметаллические свойства элементов ослабевают в рядах

- 1) N, S, Br, Cl
- 2) Se, I, S, O
- 3) O, S, Se, Te
- 4) N, P, O, F
- 5) F, Cl, Se, Te

Ответ:

**13** Химические элементы перечислены в порядке возрастания атомного радиуса в рядах

- 1) углерод, бериллий, магний
- 2) алюминий, кальций, калий
- 3) хлор, натрий, фтор
- 4) калий, магний, алюминий
- 5) азот, фосфор, фтор

Ответ:

**14** Химические элементы перечислены в порядке убывания атомного радиуса в рядах

- 1) водород, бор, алюминий
- 2) натрий, хлор, фтор
- 3) углерод, кремний, калий
- 4) сера, кремний, магний
- 5) калий, натрий, магний

Ответ:

**15** Изменение свойств оксидов от основных к кислотным происходит в рядах

- 1)  $\text{MgO} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$
- 2)  $\text{MgO} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{K}_2\text{O}$
- 3)  $\text{MgO} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7$
- 4)  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- 5)  $\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgO}$

Ответ:

**16** Изменение свойств оксидов от кислотных к основным происходит в рядах

- 1)  $\text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$
- 2)  $\text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2$
- 3)  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{K}_2\text{O}$
- 4)  $\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{NO}$
- 5)  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{O}$

Ответ:

17) В ряду элементов  $\text{Cl} \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{Al}$

- 1) уменьшается число электронов во внешнем слое
- 2) ослабевают неметаллические свойства
- 3) уменьшается атомный радиус
- 4) увеличивается число протонов в атомном ядре
- 5) возрастает атомная масса

Ответ:

18) В ряду элементов  $\text{Na} \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{Cl}$

- 1) возрастает число электронных слоёв в атомах
- 2) возрастает электроотрицательность
- 3) уменьшается степень окисления элементов в их высших оксидах
- 4) увеличивается число протонов в атомном ядре
- 5) возрастает атомный радиус

Ответ:

19) С увеличением порядкового номера элементов в главных подгруппах Периодической системы

- 1) возрастает электроотрицательность
- 2) уменьшается число электронных слоёв
- 3) электронная конфигурация внешнего электронного слоя остаётся неизменной
- 4) металлические свойства возрастают
- 5) металлические свойства ослабевают

Ответ:

20) В пределах малых периодов Периодической системы с увеличением порядкового номера элемента

- 1) увеличивается атомный радиус
- 2) возрастают металлические свойства
- 3) электроотрицательность падает
- 4) электроотрицательность возрастает
- 5) уменьшается атомный радиус

Ответ:

**21** В ряду химических элементов  $\text{Li} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Ca}$

- 1) возрастает число электронных слоёв
- 2) увеличивается атомный радиус
- 3) уменьшается число протонов
- 4) уменьшается атомный радиус
- 5) увеличивается сила образуемых элементов оснований

Ответ:

**22** В ряду химических элементов  $\text{Li} \rightarrow \text{Be} \rightarrow \text{B}$

- 1) усиливаются металлические свойства
- 2) ослабевают металлические свойства
- 3) уменьшается заряд атомного ядра
- 4) возрастает атомный радиус
- 5) возрастает электроотрицательность

Ответ:

**23** В каких рядах летучих водородных соединений происходит усиление их кислотных свойств?

- 1)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF}$
- 2)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{HBr}$
- 3)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- 4)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HI}$
- 5)  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$

Ответ:

**24** В каких рядах летучих водородных соединений происходит ослабление их кислотных свойств?

- 1)  $\text{HF} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr}$
- 2)  $\text{HBr} \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$
- 4)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HBr}$
- 5)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HI}$

Ответ:

**1.3. Строение веществ. Химическая связь: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая**

**1** Ковалентной неполярной связью образовано каждое из веществ, формулы которых

- 1)  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$
- 2)  $Al$ ,  $O_3$ ,  $H_2SO_4$
- 3)  $Ca$ ,  $H_2$ ,  $NaBr$
- 4)  $S_8$ ,  $O_3$ ,  $P_4$
- 5)  $HClO$ ,  $I_2$ ,  $N_2$

Ответ:

**2** Ковалентной полярной связью образовано каждое из веществ, формулы которых

- 1)  $N_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $S_8$
- 2)  $H_2S$ ,  $H_2O$ ,  $HNO_3$
- 3)  $HNO_2$ ,  $HF$ ,  $H_3PO_4$
- 4)  $NaBr$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HCl$
- 5)  $H_2O$ ,  $O_3$ ,  $Li_2SO_4$

Ответ:

**3** Только ионной связью образовано каждое из веществ, формулы которых

- 1)  $BaO$ ,  $H_2SO_4$ ,  $N_2$
- 2)  $BaSO_4$ ,  $BaCl_2$ ,  $Ba(NO_3)_2$
- 3)  $NaBr$ ,  $K_3PO_4$ ,  $HCl$
- 4)  $Na_2S$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$
- 5)  $CaO$ ,  $KI$ ,  $CaCl_2$

Ответ:

4) Металлическая связь характерна для элементов списка

- 1) Ba, Rb, Se
- 2) Cr, Ba, Si
- 3) Li, Fe, Sr
- 4) Ba, Na, Cs
- 5) NaCl,  $K_3PO_4$ , HI

Ответ:

5) Соединениями только с ионной и только с ковалентной полярной связью являются соответственно

- 1) HI и  $Na_2O$
- 2)  $CrCl_2$  и  $Al(OH)_3$
- 3) NaBr и  $N_2O_3$
- 4)  $P_2O_5$  и  $CO_2$
- 5) NaCl и HI

Ответ:

6) Ионная связь образуется между элементами

- 1) хлором и бромом
- 2) бромом и серой
- 3) литием и бромом
- 4) фосфором и серой
- 5) магнием и фтором

Ответ:

7) Ковалентная полярная связь образуется между элементами

- 1) кислородом и калием
- 2) серой и фтором
- 3) бромом и кальцием
- 4) рубидием и хлором
- 5) кислородом и азотом

Ответ:

8 Длина химической связи Э—Н увеличивается в ряду веществ

- 1) HI — PH<sub>3</sub> — HCl
- 2) PH<sub>3</sub> — HCl — H<sub>2</sub>S
- 3) HI — HCl — H<sub>2</sub>S
- 4) HCl — H<sub>2</sub>S — PH<sub>3</sub>
- 5) HCl — H<sub>2</sub>S — H<sub>2</sub>Se

Ответ:

9 Длина химической связи Э—Н уменьшается в ряду веществ

- 1) NH<sub>3</sub> — H<sub>2</sub>O — HF
- 2) PH<sub>3</sub> — HCl — H<sub>2</sub>S
- 3) HF — H<sub>2</sub>O — HCl
- 4) HBr — H<sub>2</sub>S — HCl
- 5) HCl — H<sub>2</sub>S — HI

Ответ:

10 Ковалентная полярная связь образуется между элементами, порядковые номера которых

- 1) 3 и 9
- 2) 16 и 17
- 3) 11 и 35
- 4) 20 и 9
- 5) 8 и 1

Ответ:

**1.4. Валентность химических элементов.  
Степень окисления химических элементов**

- 1 Установите соответствие между формулой частицы (вещества) и степенью окисления хлора в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ХЛОРА
А) $\text{ClO}_4^-$	1) -1
Б) $\text{Cl}_2$	2) 0
В) $\text{Cl}^-$	3) +1
	4) +7

Ответ: 

А	Б	В

- 2 Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) $\text{N}_2\text{O}_3$	1) -3
Б) $\text{NI}_3$	2) -2
В) $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$	3) +5
	4) +3

Ответ: 

А	Б	В

- 3 Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{SO}_3$	1) -2
Б) $\text{NaHSO}_3$	2) -1
В) $\text{SO}_2\text{Cl}_2$	3) +6
	4) +4

Ответ: 

А	Б	В

- 4 Установите соответствие между формулой частицы (вещества) и степенью окисления азота в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
АЗОТА



1) -3



2) -2



3) +3

4) +5

Ответ:

А	Б	В

- 5 Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления хлора в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

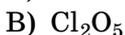
СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
ХЛОРА



1) -1



2) +7



3) +1

4) +5

Ответ:

А	Б	В

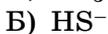
- 6 Установите соответствие между формулой частицы и степенью окисления серы в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
СЕРЫ



1) -2



2) +2



3) +4

4) +6

Ответ:

А	Б	В

- 7 Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$	1) -3
Б) $\text{NH}_4\text{Cl}$	2) +3
В) $\text{N}_2\text{O}_3$	3) 0
	4) +1

Ответ: 

А	Б	В

- 8\* Установите соответствие между формулой частицы и степенью окисления фосфора в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ФОСФОРА
А) $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1) -3
Б) $\text{HPO}_4^{2-}$	2) +3
В) $\text{PH}_4^+$	3) 0
	4) +5

Ответ: 

А	Б	В

- 9 Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{SO}_2$	1) -2
Б) $\text{SO}_3$	2) +6
В) $\text{Na}_2\text{S}$	3) +4
	4) +2

Ответ: 

А	Б	В

- 10** Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{BaSO}_3$	1) +2
Б) $\text{KHSO}_3$	2) +4
В) $\text{SO}_2\text{Cl}_2$	3) +1
	4) +6

Ответ:

А	Б	В

- 11** Укажите соответствие между формулой вещества или иона и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{HSO}_3^-$	1) +6
Б) $\text{FeS}_2$	2) +4
В) $\text{S}^{2-}$	3) -2
	4) -1

Ответ:

А	Б	В

- 12** Укажите соответствие между формулой вещества или иона и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ
А) $\text{KNH}_2$	1) +5
Б) $\text{NF}_3$	2) +4
В) $\text{NO}_3^-$	3) +3
	4) -3

Ответ:

А	Б	В

- 13 Укажите соответствие между формулой вещества или иона и степенью окисления углерода в нём.

ФОРМУЛА

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
УГЛЕРОДА

1) -4



2) -1



3) +1

4) +4

Ответ:

А	Б	В

- 14 Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
АЗОТА

1) -3



2) +2



3) +3

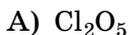
4) +5

Ответ:

А	Б	В

- 15 Установите соответствие между формулой частицы (вещества) и степенью окисления хлора в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
ХЛОРА

1) -1



2) +5



3) +1

4) +7

Ответ:

А	Б	В

- 16** Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) $\text{KNO}_3$	1) $-3$
Б) $\text{N}_2\text{O}_4$	2) $-2$
В) $\text{N}_2\text{H}_4$	3) $+5$
	4) $+4$

Ответ:

А	Б	В

- 17** Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{CaSO}_4$	1) $-2$
Б) $\text{K}_2\text{S}$	2) $-1$
В) $\text{SO}_2$	3) $+6$
	4) $+4$

Ответ:

А	Б	В

- 18\*** Установите соответствие между формулой частицы (вещества) и степенью окисления азота в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) $\text{NO}_2^-$	1) $-3$
Б) $\text{N}_2$	2) $-2$
В) $\text{NH}_4^+$	3) $0$
	4) $+3$

Ответ:

А	Б	В

- 19** Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления хлора в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ХЛОРА
А) $\text{BaCl}_2$	1) $-1$
Б) $\text{KCl}$	2) $+7$
В) $\text{Cl}_2\text{O}_5$	3) $+1$
	4) $+5$

Ответ: 

А	Б	В

- 20\*** Установите соответствие между формулой вещества (частицы) и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) $\text{SO}_3^{2-}$	1) $-2$
Б) $\text{H}_2\text{S}$	2) $+2$
В) $\text{H}_2\text{SO}_3$	3) $+4$
	4) $+6$

Ответ: 

А	Б	В

- 21** Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления азота в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	1) $-3$
Б) $\text{NH}_4\text{Cl}$	2) $+3$
В) $\text{N}_2\text{O}_3$	3) $0$
	4) $+5$

Ответ: 

А	Б	В

**22\*** Установите соответствие между формулой частицы и степенью окисления фосфора в ней.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
ФОСФОРА



1)  $-3$



2)  $+3$



3)  $0$

4)  $+5$

Ответ:

А	Б	В

**23** Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления серы в нём.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ  
СЕРЫ



1)  $-2$



2)  $+6$



3)  $+4$

4)  $+2$

Ответ:

А	Б	В

### 1.5. Чистые вещества и смеси

**1** Только чистые вещества перечислены в наборах

- 1) хлорид натрия, железо, песок
- 2) хлорид кальция, нитрат серебра, оксид цинка
- 3) воздух, пирит, магний
- 4) натрий, алюминий, гидроксид магния
- 5) фтор, кальций, чугун

Ответ:

--	--

2) Только сложные вещества перечислены в наборах

- 1) бромид калия, нитрат натрия, оксид цинка
- 2) сульфид алюминия, серная кислота, фосфат магния
- 3) кислород, магнетит, магний
- 4) воздух, оксид кремния, хлор
- 5) бром, натрий, ацетон

Ответ:

3) С помощью фильтрования можно разделить воду и

- 1) хлорид кальция
- 2) карбонат кальция
- 3) хлорид бария
- 4) карбонат бария
- 5) хлорид натрия

Ответ:

4) С помощью делительной воронки можно разделить воду и

- 1) этиловый спирт
- 2) растительное масло
- 3) нефть
- 4) ацетон
- 5) хлорид натрия

Ответ:

5) С помощью выпаривания можно разделить

- 1) этиловый спирт и хлорид натрия
- 2) метиловый спирт и этиловый спирт
- 3) воду и хлорид натрия
- 4) хлорид бария и сульфат натрия
- 5) песок и карбонат натрия

Ответ:

6 С помощью перегонки можно разделить

- 1) бензин и керосин
- 2) хлорид бария и нитрат калия
- 3) воду и сахар
- 4) гексан и толуол
- 5) гексан и хлорид калия

Ответ:

**1.6. Атомы и молекулы. Химический элемент.  
Простые и сложные вещества. Основные  
классы неорганических веществ. Классификация  
и номенклатура неорганических веществ**

1 Кислотой и амфотерным гидроксидом соответственно являются

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{HCl}$
- 3)  $\text{HF}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- 4)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{HNO}_3$
- 5)  $\text{HCl}$  и  $\text{Al}(\text{OH})_3$

Ответ:

2 Основанием и кислотным оксидом соответственно являются

- 1)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$
- 3)  $\text{NaOH}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- 4)  $\text{KOH}$  и  $\text{SO}_2$
- 5)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_3$

Ответ:

3) Кислой солью и несолеобразующим оксидом соответственно являются

- 1)  $\text{NaHSO}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{CO}$
- 3)  $\text{NaHS}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- 4)  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{NO}$
- 5)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{NO}$

Ответ:

4) Гидроксидом и щёлочью соответственно являются

- 1)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и  $\text{KOH}$
- 2)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{HBr}$
- 3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 4)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{CaO}$
- 5)  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{CrO}$

Ответ:

5) Гидроксидом и бескислородной кислотой являются

- 1)  $\text{KOH}$  и  $\text{HNO}_2$
- 2)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$
- 3)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{HBr}$
- 4)  $\text{SiO}_2$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- 5)  $\text{NaOH}$  и  $\text{HNO}_3$

Ответ:

6) Кислотой и средней солью являются

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- 3)  $\text{HBr}$  и  $\text{KI}$
- 4)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{K}_2\text{HPO}_4$
- 5)  $\text{KOH}$  и  $\text{HNO}_2$

Ответ:

7 Только основные оксиды приведены в рядах

- 1)  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$
- 2)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CuO}$
- 3)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$
- 4)  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$
- 5)  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$

Ответ:

8 Только солеобразующие оксиды приведены в рядах

- 1)  $\text{CrO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$
- 2)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$
- 3)  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$
- 4)  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$
- 5)  $\text{CrO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$

Ответ:

9 Формулы сильных кислот приведены в рядах

- 1)  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$
- 2)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$
- 3)  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$
- 4)  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HI}$
- 5)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$

Ответ:

10 Формулы средних солей приведены в ряду

- 1)  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- 2)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 3)  $\text{BaSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$
- 4)  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$
- 5)  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{BaSO}_3$ ,  $\text{LiCl}$

Ответ:

**11** Выберите из предложенных веществ формулы едкого кали и веселящего газа

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1) $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 4) $\text{KOH}$           |
| 2) $\text{N}_2\text{O}$     | 5) $\text{N}_2\text{O}_3$ |
| 3) $\text{NaOH}$            |                           |

Ответ:

**12** Выберите из предложенных веществ формулы гидрофосфата и дигидрофосфата калия соответственно

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{K}_3\text{PO}_4$  | 4) $\text{K}_2\text{HPO}_4$ |
| 2) $\text{KH}_2\text{PO}_4$ | 5) $\text{KOH}$             |
| 3) $\text{KI}$              |                             |

Ответ:

**13** Выберите из предложенных веществ формулы сернистого ангидрида и бертолетовой соли

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1) $\text{SO}_3$   | 4) $\text{KClO}_3$ |
| 2) $\text{BaCl}_2$ | 5) $\text{KCl}$    |
| 3) $\text{SO}_2$   |                    |

Запишите в поле ответа сначала номер кислотного оксида, а затем номер основания.

Ответ:

**14** Выберите из предложенных веществ формулы гашёной извести и питьевой соды

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{NH}_4\text{Cl}$   | 4) $\text{NaHCO}_3$         |
| 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | 5) $\text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| 3) $\text{NO}_2$            |                             |

Ответ:

## Раздел 2. ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

В данном разделе контролируются следующие элементы.

2.1. Химическая реакция. Условия и признаки протекания химических реакций. Химические уравнения. Сохранение массы веществ при химических реакциях.

2.2. Классификация химических реакций по различным признакам: количеству и составу исходных и полученных веществ, изменению степеней окисления химических элементов, поглощению и выделению энергии.

2.3. Электролитическая диссоциация. Электролиты и неэлектролиты.

2.4. Ионы. Катионы и анионы. Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей.

2.5. Реакции ионного обмена и условия их осуществления.

2.6. Окислительно-восстановительные реакции. Окислитель и восстановитель.

### **2.1. Физические и химические явления.**

**Химические уравнения. Коэффициенты.**

**Условия и признаки протекания химических реакций.**

**Закон сохранения массы веществ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

При физических явлениях состав вещества остаётся неизменным.

**Химической реакцией** называют взаимодействия, приводящие к изменению химической природы участвующих в них частиц. При этом происходит изменение их состава и (или) строения. В химических реакциях могут участвовать атомы, молекулы, ионы и радикалы.

В ходе химических реакций атомные ядра не затрагиваются и число атомов каждого химического элемента сохраняется.

Для описания химических реакций используют **химические уравнения**, в левой части которых указывают исходные вещества, а в правой — продукты реакции. Обе части химического уравнения соединяют стрелкой (в случае необратимых химических превращений), а если химическая реакция является обратимой, то это показывают с помощью прямой и обратной стрелок.

В неорганической химии, если количество атомов химических элементов в левой и правой частях уравнено с помощью стехиометрических коэффициентов, части уравнения часто соединяют знаком равенства.

Основой для проведения количественных расчётов в химии является закон сохранения массы. Он формулируется следующим образом:

**Масса реагентов равна массе продуктов реакции.**

С точки зрения современной химии на атомно-молекулярном уровне закон сохранения массы объясняют тем, что в ходе химической реакции происходит только перегруппировка атомов (при переходе исходных реагентов в продукты), а число атомов каждого элемента и масса каждого атома остаются неизменными до и после реакции.

В таблице 2 приложения в этой книге представлены сведения о внешнем виде и свойствах некоторых распространённых веществ и соединений, используемых при описании внешних признаков протекания химической реакции.

**Пример 1.** Установите соответствие между реагирующими веществами и признаками протекающей между ними реакции

ВЕЩЕСТВА

- А)  $KI$  и  $AgNO_3$
- Б)  $Cu$  и  $HNO_3$  (конц.)
- В)  $Ag$  и  $H_2SO_4$  (конц.)

ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ

- 1) выделение бурого газа
- 2) выделение газа с характерным запахом
- 3) выделение белого осадка
- 4) выделение жёлтого осадка

Ответ:

А	Б	В

Взаимодействие йодида калия с нитратом серебра приведёт к образованию осадка йодида серебра. Он имеет жёлтую окраску. При взаимодействии меди с концентрированной азотной кислотой выделится оксид азота(IV), который представляет собой газ бурого цвета. Реакция серебра с концентрированной серной кислотой протекает с образованием  $\text{SO}_2$ . Это бесцветный газ с резким запахом. Правильный ответ: 412.

Умение проводить комбинированные расчёты по химическим уравнениям предполагает выполнение двух видов расчётов: вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе и вычисление количества вещества, массы или объёма вещества по количеству вещества, массе или объёму одного из реагентов или продуктов реакции.

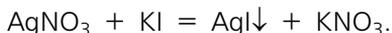
Для решения такого рода задач необходимо составить уравнение реакции, по которому в ней осуществляются расчёты, определить массу и количество известного растворённого вещества и ответить на вопрос задачи, найдя массу или объём искомого вещества.

**Пример 1.** 250 г раствора нитрата серебра смешали с избытком раствора йодида калия. Выпал осадок массой 11,75 г. Вычислите массовую долю нитрата серебра в исходном растворе.

При оценивании правильности решения задачи эксперты руководствуются следующими критериями.

**Элементы ответа** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)

1) Составлено уравнение химической реакции:



2) По массе осадка йодида серебра рассчитано его количество вещества, а затем в соответствии с уравнением реакции — количество вещества и масса нитрата серебра, содержащегося в исходном растворе:

$$n(\text{AgI}) = 11,75/235 = 0,05 \text{ моль.}$$

Окончание табл.

<b>Элементы ответа</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
<p>Из уравнения реакции следует, что <math>n(\text{AgI}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,05</math> моль, тогда</p> $m(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) \times M(\text{AgNO}_3) = 0,05 \times 170 = 8,5 \text{ г.}$ <p>3) Вычислена массовая доля нитрата серебра в исходном растворе:</p> $\omega(\text{AgNO}_3) = m(\text{AgNO}_3) / M(\text{р-ра}) = 8,5/250 = 0,034, \text{ или } 3,4\%$	
<b>Критерии оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	3
Правильно записаны два первых элемента из названных выше	2
Правильно записан один из названных выше элементов (1-й или 2-й)	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В целях объективной оценки предложенного способа решения задачи эксперту необходимо проверить правильность промежуточных действий, расчётов, результатов, которые использовались для получения итогового ответа. Существенным моментом при оценивании расчётных задач является то обстоятельство, что некоторые задачи могут быть решены нестандартным способом, например, предполагающим использование одной формулы, в которую подставляются соответствующие числа.

В Методических материалах для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ОГЭ (обновляются ежегодно) неоднократно подчёр-

кивалось следующее: решение задачи способом, не соответствующим критериям, не может служить основанием для снижения оценки. На это указывает фраза, включённая в критерии оценивания: «допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла».

Данная фраза ещё раз напоминает экспертам, что предложенный образец решения является лишь одним из возможных вариантов решения и не отрицает возможности вариаций.

**2.2. Классификация химических реакций по различным признакам: количеству и составу исходных и полученных веществ, изменению степеней окисления атомов химических элементов, поглощению или выделению энергии**

**МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

Классификацию химических реакций в неорганической химии осуществляют на основании различных классификационных признаков, сведения о которых приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Классификация химических реакций**

Классификационный признак	Классы реакций	Примеры
Изменение степени окисления	окислительно-восстановительные	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
	неокислительно-восстановительные	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HBr} = \text{BaBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Характер процесса	соединение	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$
	разложение	$2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
	замещение	$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$
	обмен	$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Окончание табл.

Классификационный признак	Классы реакций	Примеры
Обратимость	обратимые	$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
	необратимые	$BaBr_2 + K_2SO_4 = BaSO_4 + 2KBr$
Тепловой эффект	экзотермические	$C + O_2 = CO_2 + Q$
	эндотермические	$CaCO_3 = CaO + CO_2 - Q$
Агрегатное состояние фаз	гомогенные	$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$ (все вещества находятся в водном растворе)
	гетерогенные	$4FeS_2 (тв.) + 11O_2 (газ) = 2Fe_2O_3 (тв.) + 8SO_2 (газ)$
Наличие или отсутствие катализатора	некаталитические	$H_2 + S = H_2S$
	каталитические	$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3$

**Реакциями соединения** (иначе реакциями синтеза) называют химические реакции, в результате которых сложные молекулы получаются из нескольких более простых.

**Реакциями разложения** называют химические реакции, в результате которых простые молекулы получаются из более сложных.

**Реакциями замещения** называют химические реакции, в результате которых атом или группа атомов в молекуле вещества замещается на другой атом или группу атомов.

**Реакциями обмена** называют химические реакции, протекающие без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов.

**Необратимыми** называют протекающие только в одном направлении химические реакции, в результате которых образуются продукты, не взаимодействующие между собой. К необратимым относят химические реакции,

в результате которых образуются малодиссоциированные соединения, происходит выделение большого количества энергии, а также те, в которых конечные продукты уходят из сферы реакции в газообразном виде или в виде осадка.

**Обратимыми** называют химические реакции, протекающие при данной температуре одновременно в двух противоположных направлениях с соизмеримыми скоростями. При записи уравнений таких реакций знак равенства заменяют противоположно направленными стрелками.

**Ионными** называют химические реакции, протекающие с участием ионов.

По тепловому эффекту, сопровождающему химические реакции, их разделяют на экзотермические и эндотермические.

**Экзотермическими** называют химические реакции, идущие с выделением теплоты. Условное обозначение изменения энтальпии —  $\Delta H$ , а теплового эффекта реакции —  $Q$ . Для экзотермических реакций —  $Q > 0$ , а  $\Delta H < 0$ .

**Эндотермическими** называют химические реакции, идущие с поглощением теплоты. Для эндотермических реакций  $Q < 0$ , а  $\Delta H > 0$ .

**Гомогенными** называют реакции, протекающие в однородной среде.

**Гетерогенными** называют реакции, протекающие в неоднородной среде, на поверхности соприкосновения реагирующих веществ, находящихся в разных фазах, например твёрдой и газообразной, жидкой и газообразной, в двух несмешивающихся жидкостях.

**Каталитические реакции** протекают только в присутствии катализатора.

**Некаталитические реакции** идут в отсутствие катализатора.

**Пример 1.** К окислительно-восстановительным реакциям **не относится** взаимодействие

- 1) калия и брома
- 2) калия и кислорода
- 3) оксида калия и воды
- 4) калия и соляной кислоты
- 5) бромида калия и нитрата серебра

Ответ:

Взаимодействие калия и брома приведёт к образованию бромида калия; в результате реакции калия с кислородом образуется надпероксид калия  $\text{KO}_2$ , а продуктами взаимодействия калия и соляной кислоты будут хлорид калия и водород. Во всех этих случаях происходит изменение степени окисления элементов, входящих в состав реагирующих веществ. При взаимодействии оксида калия и воды образуется гидроксид калия, а в результате реакции бромида калия и нитрата серебра образуется бромид серебра и нитрат калия. При этом степени окисления химических элементов, входящих в состав реагирующих веществ, не изменяются. Правильный ответ: 35.

### **2.3. Электролитическая диссоциация.**

#### **Электролиты и неэлектролиты**

#### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

Электролитами называют вещества, водные растворы или расплавы которых проводят электрический ток. Электролитической диссоциацией называют распад электролитов в растворах или расплавах на ионы.

Степень диссоциации называют отношение числа распавшихся на ионы молекул  $N_1$  к общему числу растворённых молекул  $N$ . Её обозначают символом  $\alpha$ , определяют экспериментально и выражают в долях единицы или в процентах:

$$\alpha = N_1/N.$$

Степень диссоциации электролитов в общем случае зависит от природы электролита и растворителя, от концентрации и температуры раствора. С понижением концентрации уменьшается взаимодействие ионов в растворе, приводящее к образованию молекул, и степень диссоциации возрастает. Как правило, степень диссоциации возрастает при повышении температуры.

По степени диссоциации электролиты делят на сильные, слабые и электролиты средней силы.

К сильным электролитам относят вещества, которые практически полностью диссоциируют на ионы ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ) и многие растворимые в воде

соли ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Степень диссоциации таких электролитов  $> 0,3$ .

К слабым электролитам относят вещества, диссоциирующие на ионы в незначительной степени, например  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Степень диссоциации таких электролитов  $< 0,03$ .

К электролитам средней силы относят вещества, в растворах которых степень диссоциации лежит в пределах от 0,03 до 0,3, например  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Данная классификация весьма условна и относится к растворам электролитов с концентрацией 5–10%. Следует подчеркнуть, что в бесконечно разбавленных растворах степень диссоциации любого (даже слабого!) электролита близка к 1. Неэлектролиты, а также их растворы электрический ток не проводят.

#### **2.4. Ионы. Катионы и анионы. Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей**

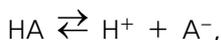
##### **МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ**

**Катионами** называют положительно заряженные ионы.

**Анионами** называют отрицательно заряженные ионы.

В процессе развития химии понятия «кислота» и «основание» претерпели серьёзные изменения. С точки зрения теории электролитической диссоциации, кислотами называют электролиты, при диссоциации которых образуются ионы водорода  $\text{H}^+$ , а основаниями — электролиты, при диссоциации которых образуются гидроксид-ионы  $\text{OH}^-$ . Эти определения в химической литературе известны как определения кислот и оснований по Аррениусу.

В общем виде диссоциацию кислот представляют так:

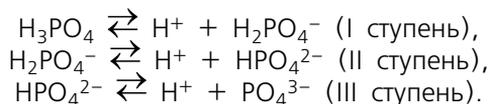


где  $\text{A}^-$  — кислотный остаток.

Такие свойства кислот, как взаимодействие с металлами, основаниями, основными и амфотерными оксидами, способность изменять окраску индикаторов, кислый вкус и т. д., обусловлены наличием в растворах кислот ионов  $\text{H}^+$ . Число катионов водорода, которые образуются при диссоциации кислоты, называют её основностью. Так, например,

HCl является одноосновной кислотой,  $H_2SO_4$  — двухосновной, а  $H_3PO_4$  — трёхосновной.

Многоосновные кислоты диссоциируют ступенчато, например:



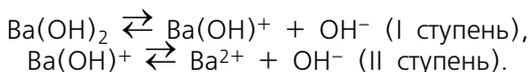
От образовавшегося на первой ступени кислотного остатка  $H_2PO_4^-$  последующий отрыв иона  $H^+$  происходит гораздо труднее из-за наличия отрицательного заряда на анионе, поэтому вторая ступень диссоциации протекает гораздо труднее, чем первая. На третьей ступени протон должен отщепляться от аниона  $HPO_4^{2-}$ , поэтому третья ступень протекает лишь на 0,001%.

В общем виде диссоциацию основания можно представить так:



где  $M^+$  — некий катион.

Такие свойства оснований, как взаимодействие с кислотами, кислотными оксидами, амфотерными гидроксидами и способность изменять окраску индикаторов, обусловлены наличием в растворах  $OH^-$ -ионов. Число гидроксильных групп, которые образуются при диссоциации основания, называют его кислотностью. Например, NaOH — однокислотное основание,  $Ba(OH)_2$  — двухкислотное и т. д. Многокислотные основания диссоциируют ступенчато, например:



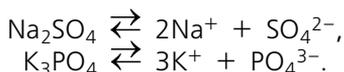
Большинство оснований в воде растворимо мало. Растворимые в воде основания называют **щелочами**.

Прочность связи  $M-OH$  возрастает с увеличением заряда иона металла и увеличением его радиуса. Поэтому сила оснований, образуемых элементами в пределах одного и того же периода, уменьшается с возрастанием порядкового номера.

Если один и тот же элемент образует несколько оснований, то степень диссоциации уменьшается с увеличением степени окисления металла. Поэтому, например, у  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  степень основной диссоциации больше, чем у  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Электролиты, при диссоциации которых одновременно могут образовываться катионы водорода и гидроксид-ионы, называют **амфотерными**. К ним относят воду, гидроксиды цинка, алюминия и некоторые другие вещества.

**Солями** называют электролиты, при диссоциации которых образуются катионы металлов (а также катион аммония  $\text{NH}_4^+$ ) и анионы кислотных остатков. Средние соли, образованные сильными кислотами и сильными основаниями, диссоциируют в одну степень, например:



## 2.5. Реакции ионного обмена.

### Условия протекания реакций ионного обмена

#### МЕТОДИЧЕСКИЙ КОММЕНТАРИЙ

Реакциями ионного обмена называют химические реакции, которые протекают между ионами без изменения степеней окисления элементов и приводят к обмену составных частей реагентов.

Уравнения обменных реакций записывают в молекулярной форме (с указанием формул всех реагирующих веществ со стехиометрическими коэффициентами); в полной ионной форме (с указанием всех существующих в растворе ионов) и в сокращённой ионной форме (с указанием только тех ионов, которые непосредственно взаимодействуют между собой). При написании уравнений реакций в ионной форме формулы малодиссоциирующих веществ (слабых электролитов) записывают в молекулярной форме.

Ниже приведён способ составления уравнения реакции обмена в водных растворах электролитов.

1. Записывают в левой части уравнения все формулы веществ, вступивших в реакцию в молекулярной или ионной форме.