

# **ОБЩАЯ ХИМИЯ**

## **УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Минск БГМУ 2021

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

# ОБЩАЯ ХИМИЯ

## УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Учебно-методическое пособие

*15-е издание*



Минск БГМУ 2021

УДК 54(075.8)  
ББК 24я73  
О-28

Рекомендовано Научно-методическим советом университета  
в качестве учебно-методического пособия 21.04.2021 г., протокол № 4

Авторы: Г. Э. Атрахимович (темы 2, 4, 5); О. В. Ачинович (тема 2); С. В. Барченко (тема 2); О. П. Болбас (тема 5); А. Р. Козел (тема 2); С. Р. Казюлевич (тема 1)

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. В. К. Кухта; канд. мед. наук, доц. О. Н. Ринейская

**Общая химия** : учебно-тренировочные материалы : учебно-методическое пособие / Г. Э. Атрахимович [и др.]. – 15-е изд. – Минск : БГМУ, 2021. – 154 с.

ISBN 978-985-21-0803-4.

Включает в себя обучающий и контролирующий материал по каждой из пяти тем общей химии, который представляет все типы упражнений и задач, предлагаемых в ходе централизованного тестирования. Помимо теоретических и расчетных заданий, представлено более 560 типовых задач, такое же количество тестовых заданий для самоконтроля и более 140 цепочек химических превращений. Первое издание вышло в 2007 году.

Предназначено для слушателей подготовительного отделения и преподавателей химии.

УДК 54(075.8)  
ББК 24я73

ISBN 978-985-21-0803-4

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2021

## ОТ СОСТАВИТЕЛЕЙ

Это учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой по химии для слушателей подготовительного отделения и имеет целью унификацию процесса обучения химии.

Издание включает в себя теоретические, тестовые и расчетные задания по всем темам общей химии:

- основные законы и понятия химии;
- строение вещества (строение атома, химическая связь);
- основные классы неорганических соединений;
- растворы;
- химические реакции (окислительно-восстановительные процессы, химическая кинетика и равновесие, энергетика химических процессов).

Предполагается, что приведенные задания слушатели подготовительного отделения выполняют на практических занятиях под руководством преподавателя, а также используют для самостоятельной работы.

Приступая к работе над каждой темой, следует внимательно ознакомиться с перечнем знаний, навыков и умений, которыми должен обладать будущий абитуриент по результатам ее изучения. Именно этот перечень предваряет учебные материалы по каждой теме. Затем следует изучить соответствующий раздел по теоретическим учебным пособиям, рекомендованным для использования на подготовительном отделении. И, только после этого, следует приступать к выполнению практических учебных заданий.

Помимо теоретических и расчетных заданий, выполнение которых будет способствовать формированию навыков практического использования знаний по общей химии, издание включает в себя более 560 типовых задач различного уровня сложности по соответствующим разделам и такое же количество тестовых заданий с одним или множественными ответами для самоконтроля.

Составители выражают глубокую благодарность заведующему кафедрой общей химии профессору Е. В. Барковскому за инициативу создания учебно-методического пособия, доценту кафедры общей химии Л. И. Паневич за ценные критические замечания по содержанию издания, а также О. И. Смирновой за помощь в компьютерном наборе.

# Тема 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ПОНЯТИЯ ХИМИИ

## Основной объем учебного материала:

Предмет изучения химии. Явления физические и химические. Химический смысл понятия вещества. Химическая реакция. Признаки и условия протекания химических реакций. Закон сохранения массы веществ. Химическое уравнение — символическое представление химической реакции. Химическое уравнение как количественное выражение закона сохранения массы. Типы химических реакций (обмена, замещения, соединения, разложения). Физические и химические свойства веществ.

Атом. Химический элемент. Молекула. Кристалл. Простые и сложные вещества. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Химическая формула вещества. Формульная единица.

Количественные характеристики вещества. Относительная атомная, молекулярная и формульная массы. Моль — мера химического количества вещества. Молярная масса.

Понятие о стехиометрии. Основные стехиометрические законы химии: закон постоянства состава и закон сохранения массы веществ. Стехиометрические расчеты по формулам и уравнениям химических реакций. Уравнение состояния идеального газа.

Законы газового состояния вещества: объемных отношений Гей-Люссака, Авогадро, объединенный газовый закон. Молярный объем газа. Относительная плотность газов.

## Перечень основных типовых расчетов:

- вычисление относительной молекулярной массы вещества по его формуле;
- вычисление массовых долей (процентного содержания) элементов в сложном веществе по его формуле;
- вычисление количества вещества (моль) по известной массе вещества, объему и числу структурных единиц;
- вычисление массы, объема и числа структурных единиц определенного количества вещества;
- вычисление относительной плотности газообразных веществ;
- вычисление объема определенного количества газообразного вещества при нормальных условиях, а также при других давлении и температуре;
- вычисление объема определенной массы газообразного вещества при н.у.;
- вычисление массы газообразного вещества, занимающего определенный, объем при н.у.;
- нахождение простейшей химической формулы вещества по массовым долям элементов;

- установление молекулярной формулы вещества по качественному и количественному составу продуктов сгорания.

***В результате изучения темы учащиеся должны знать:***

- определения базовых понятий («атом», «химический элемент», «моль», «молекула» и др.);
- единицы измерения и размерности основных количественных характеристик атомов, молекул, вещества (относительная, абсолютная и молярная массы, молярный объем, радиус атома и др.);
- что показывает химический символ, химическая формула;
- деление веществ на простые и сложные;
- понятия «аллотропия» и «аллотропные модификации»;
- различия между химическими соединениями и смесями и способы разделения смесей;
- признаки протекания химических реакций.

***В результате изучения темы учащиеся должны уметь:***

- различать физические и химические явления;
- составлять молекулярные и графические формулы веществ по валентностям образующих их элементов;
- формулировать основные законы, используемые в химии (закон сохранения массы, постоянства состава, Авогадро, объединенный газовый закон) и применять их при решении задач;
- составлять уравнения химических реакций;
- классифицировать химические реакции;
- производить основные типовые расчеты.

***Изучив тему, учащиеся должны запомнить:***

- элементы с постоянной валентностью;
- числовые значения и размерность числа Авогадро и молярного объема газов при н.у.;
- нормальную температуру по шкале Цельсия и по шкале Кельвина, нормальное давление в различных единицах;
- уравнение состояния идеального газа;
- среднюю молекулярную массу воздуха.

## **Раздел 1. Явления химические и физические**

**Задание 1.** Укажите процессы, которые сопровождаются протеканием химических явлений:

- таяние льда;
- вздутие крышки различных консервов при хранении;
- квашение капусты;
- пожелтение зеленых листьев осенью;
- образование углекислого газа при горении угля;

- кипение воды;
- гниение древесины;
- шипение минеральной воды при открывании бутылки;
- образование росы на рассвете;
- горение серы;
- ржавление железа;
- образование инея на деревьях;
- выделение водорода при добавлении цинка к раствору серной кислоты;
- выделение бурого газа при растворении меди в азотной кислоте;
- разложение воды на кислород и водород под действием электрического тока;

*Задание 2.* Укажите, имеет ли место химическое превращение при получении:

а) кислорода

- из жидкого воздуха;
- пероксида водорода;
- из дихромата калия;

б) азота

- из жидкого воздуха;
- нитрита аммония;
- из дихромата аммония.

## **Раздел 2. Химический смысл понятия «вещество», «простое вещество», «сложное вещество».**

*Задание 1.* Расположите следующие объекты в порядке усложнения их организации: а) кристаллы; б) атомы; в) молекулы; г) протоны.

*Задание 2.* Укажите, что из перечисленного является веществом в физическом, а что — в химическом смысле: а) протон; б) нейтрон; в) атом; г) молекула воды; д) кристалл хлорида натрия.

*Задание 3.* Выпишите формулы веществ, которые имеют молекулярное строение: вода, водород, медь, кальций гидроксид, азотная кислота, аммоний хлорид, железо (III) сульфат, белый фосфор, калий, натрий оксид, серебро хлорид, сера (IV) хлорид, озон, метан, этилен, питьевая сода, ромбическая сера, графит.

### **ТЕСТ 1.**

<b>1.</b>	<b>Физические явления НЕ сопровождаются:</b> а) выделением теплоты и света; б) образованием осадка в жидкости; в) выделением газа из раствора; г) изменением окраски вещества при действии воздуха.
<b>2.</b>	<b>Какое явление НЕ является химическим?</b> а) превращение кислорода в озон;

	б) термический крекинг; в) выделение из жидкого воздуха кислорода; г) обжиг пирита.
<b>3.</b>	<b>При переходе жидкой воды в пар НЕ изменяется:</b> а) природа связей в молекуле;      б) количество вещества; в) объем воды;                              г) плотность.
<b>4.</b>	<b>К химическим явлениям относится:</b> а) таяние снега; б) образование накипи в чайнике; в) растирание кусочка сахара в ступке; г) смешивание холодной и горячей воды.
<b>5.</b>	<b>Веществом немолекулярного строения является:</b> а) $\text{CO}_2$ ;                      б) $\text{NO}$ ;                      в) $\text{SO}_2$ ;                      г) $\text{SiO}_2$ .
<b>6.</b>	<b>Какие вещества имеют молекулярное строение при н.у.?</b> а) $\text{HCl}$ ;                      б) $\text{NH}_3$ ;                      в) $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;      г) $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
<b>7.</b>	<b>В каком случае речь идет о натрии как о простом веществе?</b> а) входит в состав поваренной соли; б) всегда проявляет степень окисления +1; в) бурно реагирует с водой; г) имеет низкую электроотрицательность.
<b>8.</b>	<b>Среди перечисленных характеристик простого вещества неверной является:</b> а) агрегатное состояние при $25\text{ }^\circ\text{C}$ ;      б) растворимость в воде; в) валентность;                              г) химическая активность.
<b>9.</b>	<b>К простому веществу, а не к химическому элементу, относится утверждение:</b> а) кислород входит в состав воды; б) в организме человека содержится приблизительно 65 % кислорода; в) кислород входит в состав воздуха; г) кислород существует в виде двух аллотропных модификаций.
<b>10.</b>	<b>Аллотропными формами одного и того же элемента являются:</b> а) вода и лед;                              б) сталь и чугун; в) алмаз и фуллерен;                      г) кислород и озон.
<b>11.</b>	<b>Число простых веществ в ряду: аммиак, водород, озон, кислород, угарный газ, алмаз равно:</b> а) 6;                              б) 5;                              в) 4;                              г) 3.

### Раздел 3. Смеси и химические соединения

*Задание 1.* Выберите, что из перечисленного является смесью, а что — химическим веществом: водопроводная вода, яблочный сок, сахар, дистиллированная вода, поваренная соль, натрий хлорид, глюкоза, кислород, железо, каменный уголь, медь, полиэтилен, молоко, воздух.



**Задание 2.** Укажите, какие из перечисленных смесей являются однородными, а какие — неоднородными: молоко, смесь воды и подсолнечного масла, бронза, бензин, нефть, смесь бензина с водой.

**Задание 3.** Предложите методы разделения следующих смесей:

- а) мел и сахар; г) сок и фруктовая мякоть;  
 б) железные, медные и древесные опилки; д) глина и вода.  
 в) сухое молоко и стекло;

**Задание 4.** Выберите свойства компонентов смеси, на которых основан метод отстаивания: а) различная плотность компонентов; б) разное агрегатное состояние; в) высокая растворимость одного компонента в другом; г) нерастворимость компонентов друг в друге.

#### **Раздел 4. Атом. Химический символ. Химический элемент. Молекула. Формульная единица. Химическая формула**

**Задание.** Запишите структурно-графические формулы для соединений:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ .

#### **ТЕСТ 2**

<b>1.</b>	<b>Какими свойствами обладает атом?</b> а) размер; б) запах; в) масса; г) цвет.
<b>2.</b>	<b>С помощью какой характеристики атома можно однозначно отнести его к определенному химическому элементу?</b> а) числа электронов на внешнем электронном слое; б) числа протонов в ядре; в) числа нейтронов в ядре; г) общего числа электронов.
<b>3.</b>	<b>Атом остается тем же химическим элементом:</b> а) при удалении из ядра одного протона; б) удалении из ядра одного нейтрона; в) добавлении в ядро одного нейтрона; г) при удалении из внешней электронной оболочки одного электрона.
<b>4.</b>	<b>Атомы разных химических элементов могут иметь одинаковые:</b> а) массу; б) число нейтронов; в) заряд ядра; г) число протонов.
<b>5.</b>	<b>В атоме фосфора-31 число элементарных частиц равно:</b> а) 15; б) 16; в) 31; г) 46.
<b>6.</b>	<b>Тридцать атомов содержатся:</b> а) в трех молекулах серной кислоты; б) пяти молекулах азотной кислоты; в) двух молекулах оксида азота (V); г) в шести молекулах хлорида серы (IV).

<b>7.</b>	<b>В каком случае речь идет о химическом элементе кислороде?</b> а) содержащийся в воде кислород необходим рыбам для дыхания; б) кислород входит в состав воздуха; в) массовая доля кислорода в воде равна 88,9 %; г) кислород можно получать из некоторых сложных веществ.
<b>8.</b>	<b>В каком случае речь идет о химическом элементе алюминии?</b> а) хорошо проводит ток; б) относится к легкоплавким металлам; в) входит в состав горных пород; г) входит в состав сплавов.
<b>9.</b>	<b>Характеристикой химического элемента НЕ является:</b> а) относительная атомная масса; б) абсолютная масса атома; в) валентность; г) агрегатное состояние при обычных условиях.
<b>10.</b>	<b>Что показывает порядковый номер химического элемента?</b> а) заряд ядра; б) общее число электронов; в) число протонов; г) число нейтронов.
<b>11.</b>	<b>В каком случае понятие «молекула» не применимо?</b> а) $C_6H_6$ ; б) $O_2$ ; в) $P_4$ ; г) $Al_2(SO_4)_3$ .
<b>12.</b>	<b>Какие свойства присущи молекуле и веществу, состоящему из этих молекул?</b> а) агрегатное состояние; б) качественный состав; в) химические свойства; г) количественный состав.
<b>13.</b>	<b>Простейшая (эмпирическая) формула указывает:</b> а) число атомов в молекуле; б) соотношение между числом атомов в веществе; в) порядок соединения атомов в молекуле; г) относительную молекулярную массу вещества.
<b>14.</b>	<b>У какого из веществ простейшая формула не совпадает с молекулярной?</b> а) уксусная кислота; б) метан; в) углерод (IV) оксид; г) аммиак.
<b>15.</b>	<b>На основании молекулярной химической формулы вещества нельзя установить:</b> а) относительную молекулярную массу; б) количественный элементный состав; в) валентность элементов; г) порядок соединения атомов.
<b>16.</b>	<b>Формула <math>Na_2SO_4</math> показывает:</b> а) количество атомов в молекуле; б) соотношение между числом атомов в веществе; в) химическое строение вещества; г) пространственное строение вещества.

**17. Структурно-графическая формула в отличие от молекулярной показывает:**

- а) пространственное строение вещества;
- б) кратность химических связей;
- в) последовательность соединения атомов;
- г) соотношение между числом атомов в веществе.

**Раздел 5. Валентность и степень окисления**

*Задание.* Укажите степень окисления для выделенных атомов в соединениях:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{NaH}$ ;  $\text{NH}_3$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{HNO}_2$ . Есть ли среди элементов, образующих данные соединения, элементы, проявляющие постоянную степень окисления? Укажите соединения, в которых численные значения степени окисления и валентности не совпадают.

**Раздел 6. Масса атома, молекулы, иона. Химическое количество вещества. Число формульных единиц. Молярная масса**

*Задачи.*

**1.** Определите, какое число молекул или формульных единиц (условных молекул) содержат:

- а) 1,25 моль  $\text{O}_2$ ; б) 0,055 моль  $\text{H}_2\text{O}$ ; в) 0,17 моль  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; г) 20 моль  $\text{Na}_2\text{S}$ .

**2.** Определите, какое количество вещества (моль) содержит указанное число молекул или формульных единиц:

- а)  $1,5 \times 10^{23}$  молекул  $\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $1,2 \times 10^{25}$  молекул  $\text{HCl}$ ;  
в)  $2,5 \times 10^{24}$   $\text{BaSO}_4$ ; г)  $4,8 \times 10^{22}$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

**3.** Рассчитайте массу (г) порций веществ:

- а) 0,14 моль  $\text{NH}_3$ ; б) 10,2 моль  $\text{CH}_4$ ;  
в) 0,54 моль  $\text{CuSO}_4$ ; г) 1,3 моль  $\text{BaS}$ .

**4.** Определите количество вещества (моль):

- а) для 710 г  $\text{HCl}$ ; в) 60 г  $\text{Cl}_2$ ;  
б) 12,9 г  $\text{HNO}_3$ ; г) для 200 г  $\text{MnO}_2$ .

**5.** Определите, какое число молекул или формульных единиц содержат порции веществ:

- а) 680 г  $\text{NH}_3$ ; б) 0,26 кг  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; в) 0,55 г  $\text{BaCl}_2$ ; г) 40 г  $\text{CaCO}_3$ .

**6.** Одинаковое ли число молекул содержат: 1 г  $\text{O}_2$ , 1 г  $\text{H}_2$  и 1 г  $\text{CO}_2$ ? Ответ подтвердить расчетами.

**7.** Рассчитайте массу (г) порций веществ, содержащих указанное число молекул:

- а)  $2,24 \times 10^{23}$   $\text{I}_2$ ; в)  $7,5 \times 10^{22}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ;  
б)  $1,6 \times 10^{24}$   $\text{HNO}_3$ ; г)  $4,5 \times 10^{25}$   $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

8. Рассчитайте молярную массу (г/моль) некоторого вещества В, если абсолютная масса одной формульной единицы этого вещества составляет:

- а)  $5,32 \times 10^{-23}$  г;                      б)  $7,31 \times 10^{-23}$  г;                      в)  $1,66 \times 10^{-22}$  г.

9. Рассчитайте абсолютную массу (г) одной молекулы для следующих веществ:

- а) Br<sub>2</sub>;                      б) NH<sub>3</sub>;                      в) H<sub>2</sub>O;                      г) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

10. Определите количество вещества (моль) и число молекул для следующих порций:

- а) 3,55 г Cl<sub>2</sub>;                      в) 243 г HBr;  
б) 31,1 г HNO<sub>3</sub>;                      г) 17,5 г SiCl<sub>4</sub>.

11. Определите массу (г) и число молекул для следующих порций:

- а) 4,3 моль F<sub>2</sub>;                      в) 2,4 моль C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>;  
б) 0,77 моль PCl<sub>5</sub>;                      г) 14,8 моль CCl<sub>4</sub>.

12. Определите количество вещества (моль) и массу (г) следующего числа молекул газов:

- а)  $3 \times 10^{22}$  O<sub>2</sub>;                      в)  $6 \times 10^{21}$  NH<sub>3</sub>;  
б)  $4 \times 10^{23}$  CO<sub>2</sub>;                      г)  $1,2 \times 10^{24}$  N<sub>2</sub>.

**Ответы:**

1. а)  $7,5 \times 10^{23}$ ;    б)  $3,3 \times 10^{22}$ ;    в)  $1 \times 10^{23}$ ;    г)  $1,2 \times 10^{25}$ .  
2. а) 0,2;    б) 19,9;    в) 4,2;    г) 0,08.  
3. а) 2,38;    б) 163,2;    в) 86,4;    г) 219,7.  
4. а) 19,5;    б) 0,2;    в) 0,85;    г) 2,3.  
5. а)  $2,4 \times 10^{25}$ ;    б)  $1,6 \times 10^{24}$ ;    в)  $1,6 \times 10^{21}$ ;    г)  $2,4 \times 10^{23}$ .  
6. а)  $1,9 \times 10^{22}$ ;    б)  $3 \times 10^{23}$ ;    в)  $1,4 \times 10^{22}$ .  
7. а) 94,5;    б) 167,4;    в) 17,7;    г) 3438,5.  
8. а) 32;    б) 44;    в) 100.  
9. а)  $2,7 \times 10^{-22}$ ;    б)  $2,8 \times 10^{-23}$ ;    в)  $3 \times 10^{-23}$ ;    г)  $1,6 \times 10^{-22}$ .  
10. а) 0,05 моль,  $3 \times 10^{22}$  молекул;    б) 0,49 моль,  $3 \times 10^{23}$  молекул;  
      в) 3 моль,  $1,8 \times 10^{24}$  молекул;    г) 0,1 моль,  $6,2 \times 10^{22}$  молекул.  
11. а) 163,4 г,  $2,6 \times 10^{24}$  молекул;    б) 160,6 г,  $4,6 \times 10^{23}$  молекул;  
12. в) 187,2 г,  $1,4 \times 10^{24}$  молекул;    г) 2279,2 г,  $8,9 \times 10^{24}$  молекул.  
11. а) 0,05 моль, 1,6 г;    б) 0,66 моль, 29,2 г;  
      в) 0,01 моль, 0,17 г;    г) 1,99 моль, 55,8 г.

**ТЕСТ 3.**

1.	<b>В 1 г какого из веществ содержится меньше атомов?</b> а) H <sub>2</sub> O;                      б) SO <sub>2</sub> ;                      в) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ;                      г) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
2.	<b>Относительная молекулярная масса измеряется в:</b> а) г;                      б) кг;                      в) безразмерная величина;                      г) г/моль.
3.	<b>Какое химическое количество атомов содержится в 90 г воды?</b> а) 5 моль;                      б) 10 моль;                      в) 15 моль;                      г) 20 моль.

4.	<b>Какое химическое количество атомов кислорода содержится в порции серной кислоты массой 49 г?</b> а) 0,5 моль;      б) 1 моль;      в) 2 моль;      г) 4 моль.
5.	<b>Какое число молекул содержится в 1,00 дм<sup>3</sup> воды при 4 °С?</b> а) $6,02 \times 10^{23}$ ;      б) $3,01 \times 10^{25}$ ;      в) $3,34 \times 10^{25}$ ;      г) $1,00 \times 10^{26}$ .
6.	<b>В каких единицах измеряется молярная масса?</b> а) кг/л;      б) кг/моль;      в) г/мл;      г) моль/г.
7.	<b>Относительная атомная масса кислорода равна?</b> а) 16 а. е. м.;      б) 16;      в) 16 г;      г) 16 г/моль.
8.	<b>В какой порции кальций хлорида содержится <math>12,04 \times 10^{23}</math> ионов хлора?</b> а) 1 моль;      б) 11,1 г;      в) 2 моль;      г) 222 г.
9.	<b>Постоянная Авогадро показывает число структурных элементов:</b> а) в 1 г вещества;      б) 1 дм <sup>3</sup> газа при н.у.; в) 1 моль вещества;      г) в 1 молекуле вещества.
10.	<b>Чему равна молярная масса O<sub>3</sub>?</b> а) 48 а. е. м.;      б) 48;      в) 16 а. е. м.;      г) 48 г/моль.
11.	<b>Относительная атомная масса показывает, во сколько раз:</b> а) атом самого распространенного нуклида элемента тяжелее $^{1/12}$ атома <sup>12</sup> C; б) средняя масса атома элемента больше массы $^{1/12}$ атома <sup>12</sup> C; в) средняя масса атома элемента больше средней массы атома углерода; г) масса атома элемента больше массы атома <sup>12</sup> C.
12.	<b>Укажите НЕВЕРНОЕ утверждение. Для определения молярной массы вещества достаточно знать его:</b> а) молекулярную формулу;      б) относительную молекулярную массу; в) эмпирическую формулу;      г) относительную плотность по воздуху.

## Раздел 7.

### 1. Расчеты по химической формуле. Массовая доля элемента.

Задачи.

- Определите число атомов каждого элемента для порций веществ:  
а) 2,5 моль O<sub>3</sub>;      б) 0,75 моль H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;      в)  $2,4 \times 10^{21}$  молекул C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;  
г)  $1,6 \times 10^{23}$  формульных единиц Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 18H<sub>2</sub>O;  
д) 4,375 г CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O.
- Сколько моль атомов водорода содержится в  
а) 1 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>;      б) 6 моль Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O?
- Какое количество (моль) атомов содержится в порции водорода массой 10 г?

4. В каком количестве (моль) вещества  $\text{KNO}_3$  содержится:
  - а) 15 моль атомов;
  - б) 3 моль атомов кислорода;
  - в)  $5,418 \times 10^{20}$  атомов кислорода;
  - г) 14 г азота.
5. Какова масса (кг) порции натрий сульфата  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , содержащей:
  - а)  $3,01 \times 10^{26}$  атомов кислорода;
  - б) столько же атомов серы;
  - в) 18 моль атомов натрия.
6. Масса одной молекулы серы  $\text{S}_x$  составляет  $4,26 \times 10^{-22}$  г, а масса атома серы равна  $5,32 \times 10^{-23}$  г. Определите состав молекулы серы.
7. Масса молекулы фосфора равна  $2,058 \times 10^{-22}$  г. Из какого числа атомов состоит молекула фосфора?
8. Найдите массу алюминия и кислорода в порции алюминий оксида массой 408 кг.
9. Найдите: а) массу кислорода в порции кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  массой 50 г; б) массу  $\text{H}_2\text{O}$  в той же порции кристаллогидрата.
10. Рассчитайте массу (г) порции калий сульфита  $\text{K}_2\text{SO}_3$ , содержащей:
  - а) 3,9 г калия;
  - б) 0,24 г кислорода;
  - в) 8 моль серы;
  - г)  $1,204 \times 10^{22}$  атомов.
11. Определите мольное и массовое отношение элементов в сера (IV) оксиде.
12. Определите массовую и мольную доли (%):
  - а) кислорода в перманганате калия ( $\text{KMnO}_4$ );
  - б) водорода в кристаллах медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ );
  - в) воды в кристаллогидрате  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .
13. Массовая доля кислорода в оксиде, имеющим формулу  $\text{ЭO}_3$ , равна 0,6. Определите, оксид какого элемента взят для анализа.
14. Соединение некоторого элемента имеет формулу  $\text{Э}_3\text{O}_4$ . Массовая доля элемента в нем 72,4 %. Определите элемент.

**Ответы:** 1. а)  $4,5 \times 10^{24}$ ; б)  $9 \times 10^{23}$  (Н);  $4,5 \times 10^{23}$  (С);  $1,4 \times 10^{24}$  (О); в)  $9,6 \times 10^{21}$  (С);  $2,4 \times 10^{22}$  (Н); г)  $3,2 \times 10^{23}$  Al;  $4,8 \times 10^{23}$  S;  $4,8 \times 10^{24}$  O;  $5,8 \times 10^{24}$  H; д)  $1,1 \times 10^{22}$  Cu, S;  $9,5 \times 10^{22}$  O;  $1,1 \times 10^{23}$  H. 2. а) 3; б) 84; 3. 10. 4. а) 3; б) 1; в) 0,0003; г) 1; 5. а) 17,75; б) 71; в) 1,278; 6. S<sub>8</sub>. 7. 4. 8. 216 и 192 кг. 9. а) 28,8; б) 18. 10. а) 7,9; б) 0,79; в) 1264; г) 0,53; 11. 1:2; 1:1. 12. а) 40,5 и 66,7; б) 4 и 47,6; в) 45,32 и 87,5. 13. S. 14. Fe.

## 2. Смеси химических соединений.

1. Определите массовые доли чистого хлорида алюминия и примесей в составе технического образца, содержащего 18 г соли  $\text{AlCl}_3$  и 2 г примесей.
2. Найти массу фосфата кальция  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в образце фосфорита массой 90 кг, если массовая доля примесей равна 9 %?
3. Найти мольную долю (%) калий хлорида в смеси  $\text{KCl}$  с  $\text{NaCl}$ , если массовые доли солей в смеси равны.

4. Смесь состоит из азота объемом 27 дм<sup>3</sup> и кислорода объемом 35 дм<sup>3</sup>. Найдите объемную, мольную и массовую доли (%) газов в смеси.
5. Найти объемные доли (%) газов в смеси водорода с азотом, если их массовые доли равны.
6. Определите массовые доли (%) пропана и бутана в смеси этих газов, если их объемные доли относятся как 1:3.
7. Массовая доля Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в руде равна 60 %. Найти массовую долю железа в руде.
8. Массовая доля кислорода в магнетите Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> равна 16 %. Найдите массовую долю чистого оксида железа Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в руде.
9. Определите массовую долю калий хлорида (%) в образце, состоящем из калий хлорида и натрий хлорида, соотношение количеств которых равно 1:4.
10. Массовые доли оксида Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и оксида SiO<sub>2</sub> в железной руде равны соответственно 0,8 и 0,1. Какова массовая доля кислорода в этой руде?
11. Массовая доля азота в смеси нитратов KNO<sub>3</sub> и NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> равна 24 %. Какова массовая доля калия в этой смеси?

**Ответы:** 1. 0,9; 0,1. 2. 81,9 кг. 3. 44. 4. 43,5 и 56,5; 40,3 и 59,7. 5. 93,3 и 6,7. 6. 20,2 и 79,8. 7. 42 %. 8. 58 %. 9. 24,15 %; 10. 27,4 %; 11. 20,1 %.

#### ТЕСТ 4.

<b>1.</b>	<b>Массовая доля серы (%) в железо (III) сульфате равна:</b> а) 16;                      б) 24;                      в) 32;                      г) 40.
<b>2.</b>	<b>Для некоторого вещества, молярная масса которого равна 320 г/моль, находили массовую долю (%) элемента кислорода. Укажите правильный результат анализа.</b> а) 23,0;                      б) 24,0;                      в) 25,0;                      г) 26,0.
<b>3.</b>	<b>В молекуле неизвестного вещества содержится 10 атомов углерода. Элементный анализ показал, что вещество содержит по массе 60,5 % углерода, 5,55 % водорода, 16,10 % кислорода и 17,85 % хлора. Сколько атомов кислорода в этой молекуле?</b> а) 2;                      б) 4;                      в) 3;                      г) 5.
<b>4.</b>	<b>В каком из следующих веществ массовая доля углерода наибольшая?</b> а) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl;                      б) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br;                      в) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I;                      г) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F.
<b>5.</b>	<b>Закон постоянства состава в настоящее время считается:</b> а) абсолютно верным; б) опровергнутым; в) верным для определенного типа веществ; г) верным при определенных внешних условиях.

<b>6.</b>	<b>Состав какого соединения зависит от условий его получения?</b> а) уксусной кислоты;                      б) хлороводорода; в) оксида титана;                              г) фосфина.
<b>7.</b>	<b>Мольная доля кислорода наибольшая в соединении:</b> а) $\text{CaCO}_3$ ;    б) $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ ;    в) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;    г) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
<b>8.</b>	<b>Какому из соединений соответствует следующий элементный состав: <math>\omega(\text{Ca}) = 16,74\%</math>, <math>\omega(\text{Cl}) = 29,71\%</math>?</b> а) $\text{CaCl}_2$ ;    б) $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ;    в) $\text{CaOCl}_2$ ;    г) $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ .

## Раздел 8. Химические реакции

### 1. Типы химических реакций.

#### ТЕСТ 5.

<b>1.</b>	<b>Процесс превращения одних веществ в другие можно графически представить с помощью:</b> а) химического символа;                      б) химической формулы; в) химического уравнения;                      г) химического термина.
<b>2.</b>	<b>При протекании химической реакции:</b> а) сохраняется суммарная масса веществ; б) сохраняются молекулы веществ, вступающих в реакцию; в) суммарное число атомов до реакции равно суммарному числу атомов после реакции; г) атомы одних элементов превращаются в атомы других элементов.
<b>3.</b>	<b>Правильными являются утверждения:</b> а) число веществ, вступающих в реакцию, равно числу получающихся веществ; б) в химической реакции не изменяется общее число атомов; в) химическое уравнение — изображение состава вещества; г) при протекании химических реакций сумма химических количеств продуктов реакции может быть больше суммы химических количеств исходных веществ.
<b>4.</b>	<b>Укажите реакцию замещения:</b> а) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$ ;                      б) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ ; в) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ ;                      г) $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ .
<b>5.</b>	<b>Укажите схемы реакций разложения:</b> а) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;    б) $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2$ ; в) $\text{HCl} + \text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .    г) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$ ;
<b>6.</b>	<b>Укажите схемы реакций соединения:</b> а) $\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow \text{NaH}$ ;                      б) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$ ; в) $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$ ;                      г) $\text{KOH} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .



## 2. Расчеты по уравнениям химических реакций

Задачи.

Количество вещества и масса продуктов (реагентов).

1. Рассчитайте количество реагента (моль), необходимое для получения 0,75 моль первого из продуктов реакций:  
а)  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
2. Рассчитайте количество вещества (моль) для первого реагента, вступившее в реакцию с 1,25 моль второго реагента:  
а)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$       б)  $\text{HNO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots$
3. Рассчитайте количество продукта (моль), образовавшееся из 2,5 моль первого реагента:  
а)  $\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;      б)  $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaClO}_4$ .
4. Определите массу (г) осадка, полученного из 2,25 моль первого реагента:  
а)  $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + \dots$       б)  $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + \dots$

Объем газообразных реагентов (продуктов)

5. Рассчитайте объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.) полученного газа, если в реакцию вступило 0,5 моль первого реагента:  
а)  $\text{HNO}_3 + \text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4\downarrow + \text{HF}\uparrow$
6. Определите объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.) углекислого газа, собранного в результате полного разложения 150 г реагента:  
а)  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
7. После проведения реакции  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{MgCl}_2$  собрано  $32 \text{ дм}^3$  (н.у.) аммиака. Определите массы (г) веществ, вступивших в реакцию.
8. Рассчитайте объем ( $\text{см}^3$ ) воды с плотностью  $1 \text{ г/см}^3$ , затраченной на реакцию:  $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CH}_4\uparrow$ , если прореагировало 100 г карбида алюминия. Определите также массу (г) осадка и объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.) полученного газа.

Избыток (недостаток) реагентов.

9. Реагируют 17,6 г меди и 17,6 г серы. Установите массу продукта.
10. В  $750 \text{ см}^3$  воды (плотность  $1 \text{ г/см}^3$ ) внесли 1670 г  $\text{I}_2\text{O}_5$ . Протекает реакция:  $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO}_3$ . Определите объем ( $\text{см}^3$ ) не прореагировавшей (избыточной) воды.
11. Рассчитайте массу гидроксида меди (II), полученного в результате взаимодействия 8 г гидроксида натрия и 17 г сульфата меди (II).
12. Рассчитайте массу серы в реакции  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ , если смешано по  $11,2 \text{ дм}^3$  (н.у.) обоих газов.

13. Какой объем ( $\text{м}^3$ , н.у.) углекислого газа образуется при разложении кальций карбоната массой 120 кг?
14. При действии на порцию цинка массой 32,5 г серной кислотой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  образовалась соль  $\text{ZnSO}_4$  и выделился водород. Каков объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.) выделившегося при этом водорода? Сколько граммов соли образовалось?
15. Алюминий массой 2,7 г прореагировал с избытком хлора. Сколько граммов соли  $\text{AlCl}_3$  образовалось? Какой объем хлора (н.у.) вступил в реакцию?
16. Сколько  $\text{дм}^3$  кислорода (н.у.) потребуется для сжигания 10  $\text{дм}^3$  сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ , если продуктами реакции являются сернистый газ  $\text{SO}_2$  и вода?
17. При восстановлении магнитной окиси железа  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  водородом образуются чистое железо и вода. Сколько граммов окиси железа восстановлено, если на реакцию пошло 28  $\text{дм}^3$  (н.у.) водорода?

**Ответы:** 1. а) 1,5; б) 0,375. 2. а) 0,83; б) 7,5. 3. а) 0,83; б) 5. 4. а) 196,5; б) 351. 5. а) 5,6; б) 22,4. 6. а) 15,1; б) 20. 7. 17,9; 57,3. 8. 150; 216,7; 46,7. 9. 26,4. 10. 660. 11. 9,8 г. 12. 24 г. 13. 26,88  $\text{м}^3$ . 14. 11,2; 80,5. 15. 13,35; 3,36  $\text{дм}^3$ . 16. 15. 17. 72,5.

### Раздел 9. Закон Авогадро. Молярный объем газа

#### Задачи

1. Сколько атомов азота содержится?
  - а) в 17 моль аммиака; б) 17 г аммиака; в) в 17 л аммиака (н.у.)?
2. Одинаковое ли число молекул:
  - а) в 0,5 г азота и 0,5 г метана;
  - б) 0,5 л азота и 0,5 л метана при одинаковых условиях;
  - в) в смесях 1,1 г  $\text{CO}_2$  с 2,4 г  $\text{O}_3$  и 1,32 г  $\text{CO}$  с 2,16 г  $\text{O}_2$ ?
3. Одинаковое ли число молекул содержится (н.у.) в 1 л  $\text{H}_2$  и 1 л  $\text{CO}_2$ ? Ответ подтвердите расчетами.
4. Одинаковый ли объем (н.у.) будут занимать:
  - а) 11,2 моль  $\text{Cl}_2$  и 11,2 моль  $\text{NH}_3$ ; б) 11,2 г  $\text{N}_2$  и 11,2 г  $\text{CO}$ ? Ответ подтвердите расчетами.
5. Определите какой объем занимают (л, н.у.):
  - а) 4,5 моль  $\text{O}_2$ ; б) 0,75 моль  $\text{NO}$ ; в) 80 г  $\text{O}_2$ ; г) 3 г  $\text{NO}$ .
6. Рассчитайте объем (л, н.у.) и массу (г) газа  $\text{Cl}_2$ , если в порции содержится  $1 \times 10^{24}$  молекул.
7. Рассчитайте объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.) и массу (г) порции газа  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , содержащей  $2,4 \times 10^{24}$  атомов углерода.
8. При одинаковых условиях объем каждого из двух газов (оксида азота IV и неона) составляет 524 литра. Во сколько раз число атомов в заданном объеме одного газа больше числа атомов в объеме второго газа?
9. Определить молярную массу газа, если масса 2-х литров (н.у.) его составляет 2,5 г.

**Ответы:** 1. а)  $1,02 \times 10^{25}$ ; б)  $6,02 \times 10^{23}$ ; в)  $4,57 \times 10^{23}$ . 2. а) нет; б) да; в) нет. 3. а)  $2,7 \times 10^{22}$ ; 4. а) 250,88; б) 8,96. 5. а) 100,8; б) 16,8; в) 56; г) 2,24. 6. 37,2; 117,86. 7. 22,33; 57,8. 8. 3. 9. 28.

**ТЕСТ 6.**

<b>1.</b>	<b>Закон Авогадро гласит:</b> а) 1 моль любого газа при н.у. занимает объем 22,4 дм <sup>3</sup> ; б) в равных объемах газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул; в) 1 моль любого вещества содержит $6,02 \times 10^{23}$ структурных единиц; г) состав веществ с молекулярной структурой не зависит от способа получения.
<b>2.</b>	<b>Молярный объем любого газа независимо от химической природы:</b> а) при любых условиях равен 22,4 дм <sup>3</sup> ; б) зависит от давления, но не от температуры; в) зависит от температуры, но не от давления; г) зависит от температуры и давления.
<b>3.</b>	<b>Какой объем занимает при н.у. газообразный водород, содержащий <math>3,0 \times 10^{23}</math> атомов?</b> а) 0,25 дм <sup>3</sup> ;      б) 11,2 дм <sup>3</sup> ;      в) 5,6 дм <sup>3</sup> ;      г) 11,2 м <sup>3</sup> .
<b>4.</b>	<b>При н.у. 1 моль какого вещества занимает объем 22,4 дм<sup>3</sup>:</b> а) воды;      б) меди;      в) озона;      г) серы?
<b>5.</b>	<b>Водород объемом 400 см<sup>3</sup> при н.у. имеет массу:</b> а) 35,7 г;      б) 0,0357 г;      в) 3,57 г;      г) 0,357 г.
<b>6.</b>	<b>В 1 дм<sup>3</sup> какого вещества при н. у. содержится наибольшее число молекул:</b> а) Н <sub>2</sub> ;      б) О <sub>2</sub> ;      в) Н <sub>2</sub> О;      г) О <sub>3</sub> ?
<b>7.</b>	<b>Какой объем занимает один моль воды при 4<sup>0</sup>С и давлении 1 атм.?</b> а) 18 дм <sup>3</sup> ;      б) 22,4 дм <sup>3</sup> ;      в) 18 см <sup>3</sup> ;      г) 22,4 см <sup>3</sup> .
<b>8.</b>	<b>Какой из перечисленных газов содержит больше всего атомов (объемы измерены при одинаковых условиях)?</b> а) 7 дм <sup>3</sup> водорода;      в) 6 дм <sup>3</sup> озона; б) 15 дм <sup>3</sup> гелия;      г) 4 дм <sup>3</sup> метана.
<b>9.</b>	<b>Газовая смесь состоит из 40 л азота и 10 л аммиака. Сколько атомов азота приходится на один атом водорода в этой смеси?</b> а) 4;      б) 3;      в) 1/3;      г) $6,02 \times 10^{23}$ .
<b>10.</b>	<b>Взяты равные массы кислорода, водорода и метана при одинаковых условиях. Отношение объемов этих газов соответственно равно:</b> а) 1:16:2;      б) 16:1:8;      в) 1:1:1;      г) 2:8:1.

## Раздел 10. Относительная плотность газа

### Задачи.

1. Рассчитайте молярную массу (г/моль) для некоторых газов, относительная плотность которых по известному газу (указан в скобках) равна:  
а) 16 ( $H_2$ )      б) 3,05 ( $O_2$ )      в) 4,2 ( $Ne$ )      г) 4,91 ( $N_2$ )
2. Рассчитайте плотность по водороду и по воздуху ( $M_r = 29$ ), а также массу (г) для 1 л (н.у.) следующих газов: а)  $NO$ ; б)  $CO_2$ ; в)  $H_2S$ .
3. Найдите плотность по водороду генераторного газа, имеющего следующий объемный состав: 25 %  $CO$ , 70 %  $N_2$ , 5 %  $CO_2$ .
4. Определите состав молекулы белого фосфора  $P_x$ , если плотность его пара по водороду равна 62.

**Ответы:** 1. а) 32; б) 97,6; в) 84; г) 137,48. 2. а) 15; 1,03; 1,34; б) 22; 1,52; 1,96; в) 17; 1,17; 1,52. 3. а) 14,4; 4. а)  $P_4$ .

### ТЕСТ 7.

<b>1. Относительная плотность азота по кислороду равна отношению:</b> а) массы азота к массе кислорода; б) молярной массы азота к массе кислорода; в) молярной массы азота к молярной массе кислорода; г) массы азота к массе кислорода при равных объемах азота и кислорода при одинаковых условиях.
<b>2. Какой газ имеет наибольшую плотность при н. у.?</b> а) криптон;      б) бутан;      в) бромоводород;      г) гелий.
<b>3. Какой газ легче воздуха?</b> а) азот;      б) кислород;      в) озон;      г) сероводород.
<b>4. Чему равна плотность газа по неону, если его плотность по гелию составляет 11?</b> а) 1,1;      б) 2,2;      в) 20;      г) 44.
<b>5. Одинаковую плотность по водороду имеют все газообразные вещества, расположенные в ряду:</b> а) $NO$ , $C_2H_6$ , $C_2H_4$ ;      б) $CO_2$ , $C_3H_8$ , $C_3H_6$ ; в) $NO_2$ , $CH_2O$ , $C_3H_4$ ;      г) $CO$ , $N_2$ , $C_2H_4$ .
<b>6. Плотность газа по водороду:</b> а) для данного газа является постоянной величиной; б) численно равна плотности газа, выраженной в $г/см^3$ ; в) зависит от температуры; г) зависит от давления.

## Раздел 11. Количественные характеристики смеси газов

### Задачи

1. Определите среднюю молярную массу смеси, содержащей хлор и кислород в объемном отношении 1:1.
2. Какова масса 1 дм<sup>3</sup> (н.у.) газа, содержащего (объемные проценты) 35 % CO, 65 % CO<sub>2</sub>?
3. Масса 1 дм<sup>3</sup> смеси CO и бутена C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> равна 2 г. Найдите объемную долю бутена в смеси (н.у.).
4. Смесь H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> имеет плотность (н.у.) 0,357 г/л. Чему равна объемная доля водорода в ней?
5. Объемные доли азота и углекислого газа в смеси одинаковы. Чему равна масса 1 дм<sup>3</sup> (н.у.) такой смеси?
6. Смесь CO и CO<sub>2</sub> имеет такую же массу, как и 1 моль воздуха, и занимает объем (н.у.) равный объему 28 г N<sub>2</sub>. Найдите массу и объем каждого газа в смеси.
7. Масса газовой смеси, содержащей  $3,01 \times 10^{22}$  молекул, равна 1,7 г (н.у.). Определите плотность смеси в г/л. Найти молярную массу смеси.
8. Чему равна относительная плотность по неону смеси NH<sub>3</sub> и CH<sub>4</sub>, в которой на 1 атом углерода приходится 6 атомов водорода?
9. Определите массу 22,4 л газовой смеси (н.у.), состоящей из неона, гелия и аргона, если на один атом гелия в смеси приходится два атома неона и 3 атома аргона.
10. Какой объем HF нужно добавить к 3,36 л криптона (н.у.) для того, чтобы средняя молярная масса полученной газовой смеси стала равной 60 г/моль?
11. Вычислите объем сероводорода, который надо добавить к 2,7 л углекислого газа (н.у.), чтобы средняя молярная масса газовой смеси стала равной 37,0 г/моль.
12. Определите массу 1,12 л газовой смеси (н.у.), состоящей из водорода и гелия. Массовые доли водорода и гелия равны 0,5.
13. В смеси оксида азота (I) и оксида азота (II) число молекул в 2,8 раза меньше числа атомов. Вычислите объемные доли газов в смеси.
14. В смеси аммиака и азота число атомов в 3,4 раза больше числа молекул. Вычислите относительную плотность этой газовой смеси по воздуху.
15. Для кислородно-неоновой смеси, в которой объемная доля неона в 3 раза меньше объемной доли кислорода, рассчитайте относительную плотность по воздуху.
16. В смеси простых газообразных веществ содержится одинаковое число атомов азота, гелия и кислорода. Вычислите массу этой смеси, имеющей объем 5 л (н.у.).

17. В смеси простых газообразных веществ число атомов хлора в 2 раза меньше числа атомов кислорода и в 3 раза больше числа атомов криптона. Какой объем при н.у. занимают 5 г этой смеси?

**Ответы:** 1. 51,5. 2. 1,71 г. 3. 60 %. 4. 80 %. 5. 1,61 г. 6. CO 21 л, 26,25 г; CO<sub>2</sub> 1,4 л, 2,75 г. 7. 1,52; 34 г/моль. 8. 0,82. 9. 27,3 г. 10. 2,016 л. 11. 6,3 л. 12. 0,13. 13. 20 %. 14. 0,7000. 15. 1. 16. 3,78 г. 7. 2,16 л.

## Раздел 12. Объединенный газовый закон

*Задачи по разделу:*

1. Определите молярный объем сероводорода при давлении 101,3 кПа и температуре 160 °С.
2. Рассчитайте молярный объем водяного пара при температуре кипения воды и нормальном атмосферном давлении.
3. Определите массу аргона объемом 5,6 дм<sup>3</sup> при давлении 202,6 кПа и температуре 300 К.
4. Какой объем занимает порция аммиака, содержащая  $36,12 \times 10^{22}$  молекул при 202,6 кПа и 25 °С?
5. Каков объем этана C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, содержащий  $1,806 \times 10^{23}$  атомов водорода, при давлении 1 атм. и температуре 100 °С.
6. Масса 5 л смеси CO<sub>2</sub> и He при давлении 50 кПа и 250 °С равна 1,2 г. Определите массовую долю (%) гелия в смеси.
7. Объем газовой смеси, состоящей из оксида серы (IV) и воды, при давлении 110 кПа и 120 °С равен 5 л. Определите массу воды, если известно, что ее объемная доля равна 30 %.
8. Определите массу газовой смеси, состоящей из кислорода (30 % по объему), азота (25 % по объему) и водорода (45 % по объему) и имеющей объем 10 л при температуре 25 °С и давлении 95 кПа.
9. Вычислите массовую долю более тяжелого газа в смеси, состоящей из хлороводорода и бромоводорода и имеющей плотность 3,139 г/дм<sup>3</sup> при давлении 110 кПа и  $t^\circ = -20^\circ\text{C}$ .
10. Сероводород и кислород находятся каждый под давлением 96 кПа. Сероводород находится при температуре 20 °С. При какой температуре находится другой газ, если известно, что одинаковые объемы этих газов в этом случае имеют одинаковые массы?
11. Газообразный оксид серы при 60 °С и 90 кПа имеет плотность 2,08 г/дм<sup>3</sup>. Установите формулу этого оксида.
12. Какой из благородных газов находится в смеси с аммиаком, если известно, что при нормальном давлении и 80 °С ее плотность равна 0,5165 г/дм<sup>3</sup>?

**Ответы:** 1. 35,5. 2. 30,6. 3. 18,2г. 4. 7,34 дм<sup>3</sup>. 5. 1,53 дм<sup>3</sup>. 6. 11 %. 7. 0,91 г. 8. 6,7. 9. 71,28 %. 10. 2,76 °С. 11. SO<sub>2</sub>. 12. He.

**ТЕСТ 8.**

<b>1. Как изменится молярный объем газа при увеличении температуры от 30 до 90 °С при постоянном давлении?</b> а) увеличится в 3 раза; б) увеличится в 1,2 раза; в) уменьшится в 1,2 раза; г) не изменится, так как молярный объем газа зависит только от давления.
<b>2. Нормальные условия (н.у.) — это:</b> а) $p = 760$ атм., $T = 0$ °С; б) $p = 101,3$ Па, $T = 0$ °С; в) $p = 101,3$ кПа, $T = 273$ К; г) $p = 760$ кПа, $T = 20$ °С.
<b>3. Стандартными условиями являются температура и давление:</b> а) 298 К, 101,3 кПа; б) 273 К, $10^5$ Па; в) 273 К, 101,3 кПа; г) 0 К, 1 атм.
<b>4. Средняя молярная масса газовой смеси, состоящей из 3 моль <math>N_2</math> и 2 моль <math>O_2</math>, равна:</b> а) 8,4 г/моль; б) 70 г/моль; в) 14 г/моль; г) 7 г/моль.
<b>5. Объемная доля какого газа в воздухе наибольшая?</b> а) аргона; б) углекислого газа; в) неона; г) гелия.
<b>6. Массовая доля кислорода в воздухе равна отношению:</b> а) массы кислорода к массе воздуха; б) массы кислорода к объему воздуха; в) объема кислорода к объему воздуха; г) химического количества кислорода к массе воздуха.
<b>7. Какая из указанных смесей всегда легче воздуха?</b> а) этилен и ацетилен; б) этан и водород; в) аммиак и кислород; г) гелий и аргон.
<b>8. Чему равна плотность по гелию газовой смеси, полученной смешением двух объемов этилена и одного объема гелия?</b> а) 8/3; б) 5; в) 15; г) 8.
<b>9. Какой газ не следует собирать методом вытеснения воды?</b> а) азот; б) водород; в) аммиак; г) кислород.

**Раздел 13. Вывод формул химических соединений****1. Вывод формул химических соединений по массовым долям элементов.**

1. Массовая доля хлора в хлориде фосфора составляет 77,5 %. Определите простейшую формулу хлорида.
2. Образец соединения фосфора и брома массой 81,3 г содержит фосфор массой 9,3 г. Определите простейшую формулу соединения.

3. Молярная масса соединения азота с водородом равна 32 г/моль. Определить формулу соединения, если массовая доля азота в нем составляет 87,5 %.
4. Определите истинную формулу газообразного вещества, содержащего 80 % углерода и 20 % водорода, если плотность этого газа по водороду равна 15.
5. Массовые доли элементов в органическом соединении равны: С — 54,56 %, Н — 9,09 %, О — 36,36 %. Определите формулу соединения, если плотность его паров составляет 3,92 г/дм<sup>3</sup> (н.у.).
6. Определите простейшую формулу соединения алюминия с углеродом, если известно, что массовая доля алюминия в нем составляет 75 %.
7. Вывести формулу вещества, в котором массовые доли железа и кислорода соответственно равны 0,724 и 0,276.
8. В состав химического соединения входят натрий, фосфор и кислород. Массовые доли элементов (%) равны: Na — 34,6; P — 23,3; O — 42,1. Определить простейшую формулу соединения.
9. В оксиде молибдена отношение массы молибдена к массе атомарного кислорода равно 2. Определите простейшую формулу оксида.
10. Вывести формулу вещества, в состав которого входят фосфор и кислород в соотношении масс 31:40.
11. Вывести формулу вещества, используемого в качестве удобрения и содержащего 24,24 % S, если известно, что атомные отношения в нем O:N и O:N соответственно равны 1:2 и 2:1.
12. Сколько атомов содержит молекула фосфора в парообразном состоянии, если 200 см<sup>3</sup> его паров при н.у. имеют массу 1,11 г?
13. Вывести формулу кристаллогидрата фосфата цинка  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$ , если массовая доля соли в нем равна 84,2 %.

**Ответы:** 1.  $PCl_3$ . 2.  $PBr_3$ . 3.  $N_2H_4$ . 4.  $C_2H_6$ . 5.  $C_4H_8O_2$ . 6.  $Al_4C_3$ . 7.  $Fe_3O_4$ . 8.  $Na_4P_2O_7$ . 9.  $MoO_3$ . 10.  $P_2O_5$ . 11.  $(NH_4)_2SO_4$ . 12. 4. 13.  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$

## **2. Вывод формул химических соединений по продуктам реакций.**

1. Вывести формулу углеводорода массой 11,2 г, при сгорании которого получили 35,2 г  $CO_2$  и 14,4 г воды. Плотность вещества по воздуху — 1,93.
2. Образец органического вещества массой 4,3 г сожгли в кислороде. При этом выделилось 6,72 л  $CO_2$  (н.у.) и 6,3 г  $H_2O$ . Выведите формулу вещества, если плотность его паров по водороду — 43.
3. Вывести молекулярную формулу органического вещества массой 13,8 г, если при его сгорании получили 26,4 г  $CO_2$  и 16,2 г воды. Плотность паров его равна 2,05 г/дм<sup>3</sup>.



4. При сгорании органического вещества массой 2,4 г получили 1,68 л  $\text{CO}_2$  (н.у.) и 3,36 л (н.у.) водяных паров. Плотность паров вещества по водороду — 16. Вывести формулу вещества.
5. Окисление газообразного фосфора  $\text{P}_x$  избытком кислорода привело к получению 2,5 моль оксида фосфора (V). Установите формулу фосфора, количество этого вещества (моль) и его массу (г), вступившие в реакцию, если плотность пара фосфора по кислороду равна 3,88.
6. В результате горения соединения неизвестного состава массой 13,6 г образовалось 10,6 г натрия карбоната, 6,72 дм<sup>3</sup> (н.у.) углерод (IV) оксида и 9 г воды. Определите химическую формулу вещества, если известно, что его молярная масса равна 68 г/моль.
7. Вещество состоит из C, H и Br. При его сжигании получено 4,84 г  $\text{CO}_2$  и 1,98 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Содержащийся в пробе бром в результате химических превращений был осажден в виде  $\text{AgBr}$  массой 20,68 г. Установить формулу вещества.
8. В результате обжига на воздухе 8,0 г сульфида молибдена было получено 7,2 г оксида молибдена (VI). Установите формулу исходного сульфида молибдена.
9. При взаимодействии чистого кристаллогидрата бромиды натрия массой 1,39 г с избытком раствора  $\text{AgNO}_3$  было получено 1,88 г осадка. Выведите формулу кристаллогидрата бромиды натрия.
10. При сгорании металла массой 3 г образуется его оксид массой 5,67 г. Степень окисления металла в его оксиде равна +3. Что это за металл?
11. При взаимодействии 6,85 г металла с  $\text{H}_2\text{O}$  выделилось 1,12 л водорода (н.у.). Определите этот металл, если в своих соединениях он имеет степень окисления +2.
12. При разложении 21 г карбоната двухвалентного металла выделилось 5,6 л  $\text{CO}_2$  (н.у.). Установить формулу соли.
13. Из 3,42 г гидроксида элемента II группы ПСЭ получено 5,94 г его бромида. Найти формулу гидроксида.

**Ответы:** 1.  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 2.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ . 3.  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . 4.  $\text{CH}_4\text{O}$ . 5.  $\text{P}_4$ , 1,25, 155. 6.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ . 7.  $\text{CH}_2\text{Br}$ . 8.  $\text{MoS}_2$ . 9.  $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 10. Al. 11. Ba. 12. Mg. 13. Ba.

#### Раздел 14. Практический выход продуктов реакции.

##### Массовая доля вещества в смеси. Степень чистоты вещества.

1. При прокаливании избытка оксида бария и 2,75 моль диоксида кремния получили 2,25 моль соли  $\text{BaSiO}_3$ . Рассчитайте практический выход (%) этого продукта.
2. При взаимодействии 9,84 г оксида железа (III) и монооксида углерода  $\text{CO}$  получается 5,73 г железа и выделяется углекислый газ. Рассчитайте практический выход (%) железа.

3. Рассчитать массу магнитного железняка (руды), содержащего 90 %  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , необходимую для получения 100 т железа, если производственные потери составляют 3 %.
4. Какой объем ( $\text{дм}^3$ , н.у.)  $\text{SO}_2$  надо взять для окисления кислородом, чтобы получить  $\text{SO}_3$  массой 20 г, если выход продукта равен 80 %?
5. Какая масса вольфрама может быть получена при восстановлении водородом концентрата руды массой 145 г, содержащего  $\text{WO}_3$  и 20 % невосстанавливаемых примесей? Какой минимальный объем водорода (н.у.) потребуется для осуществления процесса?
6. Хлороводород получают действием концентрированной серной кислоты на кристаллический хлорид натрия. Какой объем хлороводорода может быть получен из 28 кг хлорида натрия, содержащего 0,05 массовых долей примесей, если потери в производстве составляют 4 %?
7. Какой объем природного газа с объемной долей  $\text{CH}_4$  95 % потребуется для получения  $180 \text{ м}^3$  (н.у.)  $\text{CO}_2$ , если выход  $\text{CO}_2$  составляет 90 % от теоретического?
8. Определите степень чистоты (%) мрамора (природного карбоната кальция), если при термическом разложении его навески массой 7,35 г выделилось 1,52 л (н.у.) углекислого газа. Примеси разложению не подвергаются.
9. Из навески технического железа массой 17,13 г, содержащего в качестве примесей углерод и кремний, после соответствующей обработки выделено 1,2 л (н.у.) диоксида углерода и 0,499 г диоксида кремния. Определите степень чистоты (%) технического железа.

**Ответы:** 1. 81,82 %. 2. 83,19 %. 3. 158,17 т. 4. 7 л. 5. 33,6 л; 92 г. 6. 9,8  $\text{м}^3$ . 7. 210,53  $\text{м}^3$ . 8. 92,3 %. 9. 94,89 %.

## Тема 2. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

### СТРОЕНИЕ АТОМА

#### Основной объем учебного материала:

История развития учения о строении атома. Современные представления о строении атома. Состав атомных ядер. Заряд ядра атома элемента и массовое число. Изотопы. Естественные и искусственные химические элементы. Распространенность химических элементов в природе. Явление радиоактивности.

Электронное строение атомов. Состояние электрона в атоме. Электронное облако. Атомная электронная орбиталь. Энергетический уровень и подуровень. s-, p-, d- и f-орбитали в атоме. Энергетическая диаграмма атома. Правила заполнения электронами атомных орбиталей. Формулы электронных конфигураций атомов. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов ПСЭ.

***В результате изучения темы учащиеся должны знать:***

- состав атомных ядер, понятия «изотопы» и «нуклиды»;
- определения атомной орбитали, электронного облака, энергетического уровня, электронного слоя, энергетического подуровня;
- число орбиталей и максимальное число электронов на различных энергетических уровнях и подуровнях;
- порядок заполнения электронами в атомах различных энергетических уровней, подуровней и орбиталей одного подуровня;
- элементы, атомы которых имеют завершённый внешний энергетический слой;
- основное и возбуждённое состояние атома.

***В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки:***

- расчёта массовых чисел изотопов, числа элементарных частиц в атомах различных нуклидов.
- записи схем ядерных реакций;
- работы с системой квантовых чисел для определения максимального числа орбиталей и электронов на различных энергетических уровнях и подуровнях;
- составления схем электронного строения, электронных и электронно-графических формул атомов элементов I–IV периодов;
- классификации химических элементов (s-, p-, d- и f-элементы);
- определения числа валентных электронов в атомах различных элементов;
- составления электронных формул катионов и анионов;
- прогнозирования возможности перехода атома в возбуждённое состояние и узнавания электронных формул основного и возбуждённого состояний атомов.

***Изучив тему, учащиеся должны запомнить:***

- элементы, высшая валентность которых не равна номеру группы;
- заряды и массы электрона, протона и нейтрона;
- элементы IV периода, в атомах которых происходит «проскок» электрона с 4s- на 3d-подуровень.

**Раздел 1. Протоны, нейтроны, электроны. Количественные соотношения между элементарными частицами атома. Изотопы. Изобары. Понятие «химический элемент» с точки зрения строения атома.**

1. Чему равны заряд ядра и число электронов в атомах следующих элементов: C, S, Cu, Ba, Ag?
2. Назовите элемент, в атоме которого содержится:  
а) 11 протонов; б) 26 электронов.

3. Определите атомный номер и назовите элемент, если:
  - а) массовое число его нуклида равно 63, а количество нейтронов в ядре равно 34;
  - б) массовое число одного из его нуклидов 31, а число нейтронов в атоме 16.
4. Определите число протонов и нейтронов, входящих в состав каждого из трех изотопов бора:  ${}^9\text{B}$ ,  ${}^{10}\text{B}$ ,  ${}^{11}\text{B}$ .
5. Медь имеет изотопы с массовыми числами 65 и 63. Укажите для каждого нуклида порядковый номер, число протонов и нейтронов, заряд ядра.
6. Укажите число электронов, протонов и нейтронов, входящих в состав атома элемента, который находится:
  - а) в V периоде, в VI В группе (массовое число 96);
  - б) в IV периоде, в III А группе (массовое число 70);
7. Чему равно число нейтронов в ядрах следующих нуклидов:
 
$${}_{7}^{15}\text{N}, \quad {}_{50}^{119}\text{Sn}, \quad {}_{92}^{235}\text{U}?$$
8. Напишите символы нуклидов олова Sn, атомы которых содержат 66, 68, 69, 71 и 72 нейтрона.
9. Чему равна разность между числом нейтронов и числом электронов для нуклидов: уран-235, стронций -90, иод-131?
10. Определите зарядовые числа ядер, массовые числа и символы ядер, которые получаются, если в ядрах Be-9, N-13, Na-23 нейтроны заменить протонами, а протоны нейтронами.
11. Определите число электронов:
  - а) в молекулах  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
  - б) в ионах  $\text{NO}_2^- \cdot \text{NH}_4^+$ .
12. Сколько протонов, нейтронов и электронов содержат следующие частицы:
 
$${}_{1}^3\text{H}^+, \quad {}_{2}^4\text{He}, \quad {}_{29}^{64}\text{Cu}^{2+}, \quad {}_{1}^1\text{H}^+, \quad {}_{1}^1\text{H}, \quad {}_{17}^{37}\text{Cl}^-, \quad {}^{35}\text{Cl}_2, \quad {}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}, \quad {}^{14}\text{N}^1\text{H}_3,$$

$${}^{12}\text{C}{}^{16}\text{O}, \quad {}^{12}\text{C}{}^{16}\text{O}_2.$$
13. Рассчитайте число электронов: а) в одной молекуле аммиака; б) в 1 моле аммиака; в) в 1 г аммиака.
14. Рассчитайте число протонов: а) в одной молекуле хлороводорода; б) в 0,5 моль хлороводорода; г) в 20 г хлороводорода.
15. Рассчитайте сумму электронов и протонов в составе одной молекулы  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
16. Рассчитайте суммарные числа электронов и протонов в составе ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ .

**ТЕСТ 1. СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ**

<b>1.</b>	<b>Заряд атома равен:</b> а) нулю; б) порядковому номеру элемента; в) числу электронов; г) заряду ядра.
<b>2.</b>	<b>Исключите «лишнее» понятие:</b> а) протон; б) нейтрон; в) электрон; г) ион.
<b>3.</b>	<b>Масса ядра атома приблизительно равна:</b> а) сумме масс протонов и нейтронов; б) числу протонов; в) разности масс протонов и нейтронов; г) числу нейтронов.
<b>4.</b>	<b>Массовое число нуклида:</b> а) показывает относительную атомную массу элемента; б) показывает общее число протонов и нейтронов в ядре атома; в) соответствует заряду ядра; г) соответствует приблизительно массе атома в атомных единицах массы.
<b>5.</b>	<b>Число электронов в электронейтральном атоме равно:</b> а) числу нейтронов; б) числу протонов; в) номеру периода; г) номеру группы.
<b>6.</b>	<b>Укажите массу атома, который состоит из 35 протонов, 45 нейтронов и 35 электронов:</b> а) 35 а.е.м.; б) 115 а.е.м.; в) 80 а.е.м.; г) 70 а.е.м.
<b>7.</b>	<b>Укажите число электронов в атоме бария:</b> а) 137; б) 56; в) 81; г) 193.
<b>8.</b>	<b>В ядре атома какого элемента находится 14 протонов?</b> а) кремния; б) хлора; в) алюминия; г) фосфора.
<b>9.</b>	<b>В каком ряду указаны элементы в порядке увеличения числа протонов в ядрах их атомов?</b> а) кислород, неон, алюминий, бериллий; б) сера, кальций, алюминий, хлор; в) скандий, хром, железо, никель; г) калий, аргон, кальций, титан.
<b>10.</b>	<b>Изотопы данного элемента всегда имеют:</b> а) одинаковое число протонов в ядре; б) одинаковое число нейтронов в ядре; в) одинаковый порядковый номер в периодической системе элементов; г) одинаковое число электронов в атоме.
<b>11.</b>	<b>Числа 35 и 17 в обозначении нуклида <math>{}_{17}^{35}\text{Cl}</math> соответственно показывают:</b> а) число протонов и нейтронов; б) массовое число и заряд ядра; в) число нейтронов и порядковый номер; г) общее число электронов и число валентных электронов.

12.	<b>Укажите элемент, ядро атома которого содержит 26 протонов и 30 нейтронов:</b> а) цинк;                      б) железо;                      в) барий;                      г) бериллий
13.	<b>Укажите, сколько нейтронов у изотопов <math>^{40}_{20}\text{Ca}</math> и <math>^{42}_{20}\text{Ca}</math>:</b> а) 20 и 20;                      б) 20 и 22;                      в) 22 и 22;                      г) 40 и 42.
14.	<b>Число нейтронов в нуклидах <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{17}\text{O}</math>, <math>^{31}\text{P}</math> равно соответственно:</b> а) 12, 8, 16;                      б) 6, 8, 15;                      в) 13, 17, 31;                      г) 7, 9, 16.
15.	<b>Число протонов, нейтронов и электронов в атоме наиболее распространенного нуклида углерода соответственно равно:</b> а) 6, 7, 12;                      б) 12, 12, 6;                      в) 6, 6, 6;                      г) 6, 8, 12.
16.	<b>Ядро атома <math>^3\text{He}</math> состоит:</b> а) из трех протонов; б) двух протонов и одного нейтрона; в) двух протонов и одного электрона; г) из одной $\alpha$ -частицы.
17.	<b>В каком ряду расположены изотопы, у которых число нейтронов последовательно увеличивается на единицу?</b> а) $^7\text{Li}$ , $^9\text{Be}$ , $^{13}\text{C}$ , $^{14}\text{N}$ ;                      б) $^{38}\text{Ar}$ , $^{39}\text{K}$ , $^{40}\text{Ar}$ , $^{41}\text{K}$ ; в) $^7\text{Li}$ , $^9\text{Be}$ , $^{12}\text{C}$ , $^{14}\text{N}$ ;                      г) $^{35}\text{Cl}$ , $^{37}\text{Cl}$ , $^{38}\text{Ar}$ , $^{39}\text{Ar}$ .
18.	<b>Сумма протонов, нейтронов и электронов в атоме <math>^{197}\text{Au}</math> равна:</b> а) 79;                      б) 276;                      в) 118;                      г) 197.
19.	<b>Суммы электронов и протонов в молекулах <math>\text{O}_2</math>, <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{CH}_4</math>, <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math> соответственно равны:</b> а) 32, 20, 44, 180;                      б) 32, 44, 16, 180; в) 32, 44, 20, 192;                      г) 48, 66, 24, 186.
20.	<b>Наиболее тяжелой частицей среди указанных ниже является:</b> а) протон;                      б) нейтрон;                      в) атом дейтерия;                      г) атом протия.
21.	<b>Число нейтронов в ядрах каждого из нуклидов <math>^{27}\text{Э}</math>, <math>^{28}\text{Э}</math>, <math>^{26}\text{Э}</math> равно 14. Этими элементами являются соответственно:</b> а) кремний, фосфор, алюминий;                      б) алюминий, магний, кремний; в) кремний, магний, алюминий;                      г) алюминий, кремний, магний.
22.	<b>Какая частица имеет большее число протонов, чем электронов?</b> а) атом натрия;                      б) сульфид-ион;                      в) атом серы;                      г) ион натрия.
23.	<b>Большее число электронов, чем протонов имеют частицы:</b> а) хлорид-ион;                      б) ион магния;                      в) атом хлора;                      г) нитрат-ион.
24.	<b>Атом неона, ион натрия и фторид-ион имеют одинаковое:</b> а) численное значение массы;                      б) число нейтронов; в) число электронов;                      г) число протонов.

### Задачи

- Вычислите массовую долю:  
а) нейтронов в составе нуклида кислорода-18;

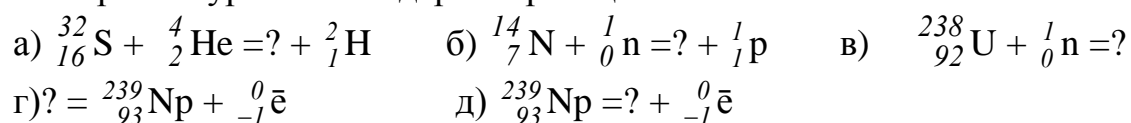
- б) протонов в составе атома гелия;  
 в) нейтронов и протонов в нуклидах  $^{84}\text{Kr}$  и  $^{17}\text{O}$ .
2. Рассчитайте число:  
 а) протонов в образце железа ( $^{56}\text{Fe}$ ) массой 28 г;  
 б) нейтронов в образце  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  объемом 2,24 л (н.у.);  
 в) электронов в образце массой 5,6 г, состоящем из нуклида  $^{56}\text{Fe}$ ;  
 г) нейтронов в 12 атомах нуклида  $^{28}\text{Al}$ .
3. Определите массу (г):  
 а) протонов в образце кислорода объемом 4,48 л (н.у.);  
 б) всех электронов, содержащихся в образце алюминия массой 2,7 г.
4. Рассчитайте отношение числа нейтронов в составе нуклида хлор-35 к числу нейтронов в составе нуклида кислород-18.
5. Рассчитайте общее число всех элементарных частиц, которые содержатся в образце медь (II) оксида массой 3,0 г, имеющем в своем составе только нуклиды медь-64 и кислород-16.
6. Атом химического элемента содержит 34 нейтрона. Отношение числа нейтронов к числу протонов равно 1,17. Определите порядковый номер элемента.
7. В состав ядра атома химического элемента входит 30 нейтронов. Отношение числа протонов к числу нейтронов равно 0,867. Определите химический элемент.
8. Газообразное простое вещество X объемом 2,24 л (н.у.) содержит 1,8 моль протонов. Его молекула двухатомна. Определите простое вещество.
9. Определите ионы по следующим данным:  
 а) в составе 0,1 моль ионов  $\text{X}^+$  содержится 1 моль электронов;  
 б) ион  $\text{X}^{2+}$  содержит 18 электронов;  
 в) в порции ионов  $\text{X}^-$  химическим количеством 0,2 моль содержатся электроны химическим количеством 3,6 моль.
10. В образце металла химическим количеством 0,1 моль химическое количество электронов равно 1,2 моль. Определите металл.

**Ответы:** 1. а) 55,6 %; б) 50 %; в)  $^{84}\text{Kr}$ :  $\omega(\text{p}) = 42,86\%$ ;  $\omega(\text{n}) = 57,14\%$  и  $^{17}\text{O}$ :  $\omega(\text{p}) = 47,06\%$ ;  $\omega(\text{n}) = 52,94\%$ . 2. а)  $7,826 \times 10^{24}$ ; б)  $8,428 \times 10^{23}$ ; в)  $1,56 \cdot 10^{24}$ ; г) 180. 3. а) 3,2 г; б)  $6,5 \times 10^{-4}$  г. 4. 1,8. 5.  $N(\text{n} + \text{p} + \text{e}) = 2,64 \times 10^{24}$ . 6. 29. 7. Fe. 8. F<sub>2</sub>. 9. а) Na<sup>+</sup>; б) Ca<sup>2+</sup>; в) Cl<sup>-</sup>. 10. Mg.

## Раздел 2. Явление радиоактивности. Ядерные реакции.

### Период полураспада

1. Завершите уравнения ядерных реакций:



2. Неустойчивый нуклид  ${}_{11}^{25}\text{Na}$  испускает  $\beta$ -частицу. В ядро какого элемента он при этом превращается?
3. Нуклид никеля-57 образуется при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер атомов железа-54. Составьте уравнение этой ядерной реакции.
4. Нуклид кремния-30 образуется при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер атомов алюминия-27. Составьте уравнение этой ядерной реакции.
5. Нуклид углерода-11 образуется при бомбардировке протонами ядер атомов азота-14. Составьте уравнение этой ядерной реакции.
6. Нуклид 101-го элемента — менделевия (256) — был получен бомбардировкой  $\alpha$ -частицами ядер атомов эйнштейния (253). Составьте уравнение этой ядерной реакции.
7. Нуклид  $\text{Be-9}$ , поглощая одну  $\alpha$ -частицу и испуская нейтрон, превращается в нуклид другого элемента. Какой элемент образуется? Напишите уравнение ядерной реакции.
8. Атомы урана  $\text{U-238}$  испускают  $\alpha$ -частицы. Получающиеся при этом атомы другого элемента испускают  $\beta$ -частицы, при этом образуются атомы нового элемента, испускающие  $\beta$ -частицы. Определите, нуклид какого элемента образуется в результате этих трех последовательных превращений.

## ТЕСТ 2

1.	<b>Изменение состава атомных ядер происходит:</b> а) самопроизвольно у всех элементов; б) самопроизвольно у радиоактивных элементов; в) в реакциях ядерного деления и синтеза; г) в химических реакциях, относящихся по типу к реакциям разложения.
2.	<b>Скорость радиоактивного распада характеризуется:</b> а) отношением числа нейтронов к числу протонов; б) средним временем жизни протонов; в) относительной скоростью движения протонов и нейтронов в ядре; г) периодом полураспада ядер.
3.	<b>Период полураспада нуклида <math>{}^{228}\text{Th}</math> равен двум годам. За какое время распадется 75 % ядер этого нуклида?</b> а) 4 года; б) 3 года; в) 1, 5 года; г) 2 года и 8 месяцев.
4.	<b>Какое ядро образовалось при бомбардировке урана-238 ядрами азота-14, если при этом выделилось 4 нейтрона?</b> а) ${}_{92}^{252}\text{U}$ ; б) ${}_{99}^{252}\text{Es}$ ; в) ${}_{85}^{220}\text{At}$ ; г) ${}_{99}^{248}\text{Es}$ .
5.	<b>При радиоактивном распаде радия по схеме <math>{}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + ?</math> помимо радона образуется:</b> а) $\beta$ -частица; б) протон; в) стабильный нуклид свинца; г) $\alpha$ -частица.



### Задачи

1. Сколько  $\alpha$ -частиц образуется за 1 с при распаде радия, содержащегося в 1,05 г нитрата радия (II), если 1 г радия  $\text{Ra}^{226}$  испускает в 1 с  $3,7 \times 10^{10}$   $\alpha$ -частиц?
2. Период полураспада нуклида  $\text{Fe}^{55}$  равен 4 годам. Через сколько лет масса железа, взятого в виде указанного нуклида, равная 1 г, вследствие радиоактивного распада уменьшится до 62,5 мг?
3. Период полураспада нуклида  $^{131}\text{I}$  составляет 8 суток. Какое число атомов  $^{131}\text{I}$  останется в образце иода-131 массой 800 мг через 40 суток?
4. Период полураспада нуклида  $^{131}\text{I}$  равен 8 суток. Какая доля атомов этого нуклида распадется через 24 суток?
5. Период полураспада нуклида  $^{210}\text{Pb}$  равен 19,4 года. Через сколько лет масса свинца, взятого в виде указанного нуклида, равная 2 г, вследствие радиоактивного распада уменьшится до 250 мг?
6. В образце содержится  $12,04 \times 10^{21}$  атомов нуклида цезий-137, имеющего период полураспада 30,2 года. Через какое время в образце останется  $3,01 \times 10^{21}$  атомов  $^{137}\text{Cs}$ ?
7. Какая масса алюминия-28 превратится в атомы другого химического элемента в результате радиоактивного распада за 11 мин в образце, содержащем 200 мг нуклида  $^{28}\text{Al}$ , если период его полураспада равен 2,2 мин?

**Ответы:** 1.  $2,5 \times 10^{10}$ . 2. 16 лет. 3.  $1,15 \times 10^{20}$  атомов. 4. Останется 12,5 %, т. е. распадется 87,5 % исходного нуклида. 5. 58,2 года. 6. 60,4 года. 7. 193, 75 мг.

### Раздел 3. Электронное строение атома. Принципы заполнения атомных орбиталей. Распределение элементов по семействам

1. Каково максимальное число электронов на 1, 2, 3 и 4-м энергетических уровнях?
2. Какое максимальное число электронов может занимать s-, p-, d- и f-орбитали данного энергетического уровня? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 31.
3. Может ли быть на каком-нибудь подуровне атома  $p^7$ - или  $d^{12}$ - электронов? Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 22 и укажите его валентные электроны.
4. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3d; 5s или 4p? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 21.
5. Назовите элементы:
  - а) 1-, 2- и 3-го периодов, у атомов которых s-орбитали полностью заполнены электронами;
  - б) 4-го периода, у атомов которых 3d-орбитали полностью заполнены электронами;

- в) атомы которых имеют завершённый внешний электронный слой.  
 г) у которых распределение электронов в атоме в основном состоянии отвечает следующим рядам чисел:  
 а)  $2\bar{e}, 4\bar{e}$ ; б)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 7\bar{e}$ ; в)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$ ; г)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 18\bar{e}, 2\bar{e}$ ; д)  $2\bar{e}, 7\bar{e}$ .
6. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами: а) 9 и 28; б) 16 и 26; в) 25 и 34. Покажите распределение электронов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
7. Каковы электронные структуры: а) атома железа и иона железа  $\text{Fe}^{3+}$ ; б) атома  $\text{Ni}^0$  и ионов  $\text{Ni}^{2+}, \text{Ni}^{3+}$ ?
8. Сколько электронов находится на внешнем электронном слое:  
 а) атома фтора; б) фторид-иона; в) атома калия; г) иона калия?
9. Назовите элемент, электронная конфигурация внешнего электронного слоя которого  $2s^2 2p^3$ .
10. Какие из перечисленных обозначений орбиталей записаны неверно:  
 $2s^1$ ;  $3d^5$ ;  $5s^4$ ;  $2p^5$ ;  $2d^3$ ?
11. Напишите электронные формулы ионов  $\text{Te}^{2-}, \text{Ca}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$ . Какие из них имеют электронную структуру благородного газа?
12. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 23 и 24. Сколько свободных 3d-орбиталей у атомов этих элементов?

### ТЕСТ 3.

1.	<b>Отметьте символы невозможных энергетических подуровней:</b> а) 6s; б) 3f; в) 3d; г) 1p.
2.	<b>Укажите ряд, в котором орбитали перечислены в порядке увеличения их энергии:</b> а) 1s, 2p, 2s; б) 3s, 3p, 3d; в) 3p, 3d, 4s; г) 4f, 5s, 6s.
3.	<b>Максимальное число электронов, которые могут занимать 3s- и 4p-орбитали равно соответственно:</b> а) 3 и 4; б) 2 и 6; в) 6 и 8; г) 18 и 32.
4.	<b>Сколько энергетических уровней занимают электроны в атоме натрия?</b> а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
5.	<b>Укажите, сколько энергетических уровней (электронных слоев) у атома элемента с порядковым номером 33:</b> а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.
6.	<b>Укажите, сколько p-электронов на внешнем энергетическом уровне атома мышьяка:</b> а) 6; б) 5; в) 4; г) 3.

7.	Сколько электронов находится на 2p-подуровне в основном состоянии атома азота? а) 1; б) 3; в) 5; г) 6.
8.	Укажите формулу электронной конфигурации атома хрома в основном состоянии: а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ ; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ; г) $1s^2 2s^2 2p^6 3d^6 4s^2$ .
9.	Какие из атомов содержат в основном состоянии два неспаренных электрона на внешнем уровне? а) кислород; б) гелий; в) углерод; г) магний.
10.	Укажите число двухэлектронных орбиталей у атома азота в основном состоянии: а) 5; б) 2; в) 3; г) 1.
11.	Укажите, атом какого элемента имеет наибольшее число неспаренных электронов в основном состоянии: а) натрий; б) кремний; в) фосфор; г) сера.
12.	Какие из перечисленных электронных конфигураций возможны для атома хлора? а) $1s^2 2s^2 2p^5$ ; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^1$ ; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ; г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^3$ .
13.	Фторид-иону соответствует электронная конфигурация: а) $1s^2 2s^2 2p^6$ ; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ; г) $1s^2 2s^2 2p^5$ .
14.	На внешнем уровне атома химического элемента в основном состоянии находится 5 электронов. Этим элементом может быть: а) бор; б) азот; в) сера; г) мышьяк.
15.	Какие из электронных формул, отражающих строение атома некоторого элемента в основном состоянии, неверны: а) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$ ; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ ; в) $1s^2 2s^2 2p^6$ ; г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^2$ ? д) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ;
16.	Какая из электронных конфигураций валентных электронов описывает элемент, проявляющий в соединениях максимальную степень окисления +7? а) $2s^2 2p^5$ ; б) $3s^2 3d^3$ ; в) $4s^2 3d^5$ ; г) $4s^2 3d^7$ .
17.	Химический элемент расположен в 4-м периоде, IА группе. Распределению электронов в атоме этого элемента соответствует ряд чисел: а) 2, 8, 8, 2; б) 2, 8, 18, 1; в) 2, 8, 8, 1; г) 2, 8, 18, 2.
18.	Выберите обозначения орбиталей, на которых могут находиться электроны иона $K^+$ : а) 3p; б) 4s; в) 2s; г) 4p.

19.	Выберите формулы частиц (атомы, ионы) с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^6$ : а) $\text{Na}^+$ ;      б) $\text{K}^+$ ;      в) $\text{Ne}$ ;      г) $\text{F}^-$ .
20.	Электронная формула $3s^2 3p^1$ соответствует внешнему уровню атома: а) $\text{Mg}$ ;      б) $\text{Al}$ ;      в) $\text{B}$ ;      г) $\text{Na}$ .

## ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

### Основной объем учебного материала:

Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева. Периодическая система элементов как формула отражения периодического закона. Структура периодической системы. Физический смысл порядкового номера элемента, номера периода и номера группы.

Периодическая зависимость свойств химических элементов и их соединений от заряда ядер атомов. Физический смысл периодического закона. Положение металлов и неметаллов в периодической системе. Положение водорода.

Понятие об атомных и ионных радиусах. Энергия ионизации. Энергия сродства к электрону. Электроотрицательность. Закономерности изменения этих характеристик по группам и периодам.

Характеристика химических элементов на основании их положения в периодической системе и строения атомов.

Значение периодического закона для развития естествознания.

### *В результате изучения темы учащиеся должны знать:*

- авторскую и современную формулировки периодического закона, его физический смысл;
- структуру периодической системы (таблицы). Современные определения понятий периода, А и В-групп элементов;
- s-, p-, d- и f-элементы;
- положение в периодической системе элементов, обладающих металлическими и неметаллическими свойствами, а также образующих соединения с кислотными, основными и амфотерными свойствами;
- изменение свойств химических элементов и их соединений при увеличении порядкового номера элемента;
- изменение свойств элементов и их соединений по периодам и группам;
- изменение радиусов атомов, энергий ионизаций и сродства к электрону, электроотрицательности, металличности и неметалличности элементов в периодах и в А-группах периодической системы.

***В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки работы:***

- с периодической системой элементов;
- определения строения атома на основании положения элемента в периодической системе (числа протонов, электронов, числа электронных слоев, числа электронов на внешнем энергетическом уровне);
- определения высшей валентности элемента по положению в периодической системе;
- сопоставления свойств элементов данного периода, данной А-группы, а также сравнения свойств образуемых этими элементами оксидов и гидроксидов.

***Изучив тему, учащиеся должны запомнить*** элементы, высшая валентность которых не равна номеру группы, в которой они находятся в периодической системе.

***Задание 1.*** Укажите порядковый номер элемента, который находится в пятом периоде и в VIВ группе.

***Задание 2.*** Назовите:

- а) элемент четвертого периода, атомы которого имеют на внешнем электронном слое устойчивый электронный октет;
- б) элемент, положительно заряженный ион которого  $\text{Э}^{2+}$  имеет электронную конфигурацию внешнего слоя  $5s^25p^6$ ;
- в) элемент, атом которого имеет 5 электронных слоев и 5 электронов на внешнем электронном слое.

***Задание 3.*** Укажите число:

- а) элементов-металлов, атомы которых имеют 4 электрона на внешнем электронном слое;
- б) элементов-металлов в малых периодах;
- в) элементов IV периода, атомы которых имеют по одному электрону на внешнем электронном слое.

***Задание 4.*** Даны элементы: калий, хром, магний, медь, серебро, цинк, бериллий, алюминий, уран, церий, скандий, галлий, мышьяк, теллур, алюминий, олово, висмут, цирконий, индий. Выберите элементы, относящиеся:

- а) к s-семейству; б) р-семейству; в) к d-семейству.

***Задание 5.*** Укажите номер периода, в котором расположены 3d-элементы.

#### **ТЕСТ 4.**

<b>1. Атомный номер элемента показывает:</b>
а) число элементарных частиц в атоме;      б) число нуклонов в атоме;
в) число нейтронов в атоме;                      г) число протонов в атоме.

2.	<p><b>Наиболее верным является утверждение, что химические элементы в ПСЭ расположены в порядке возрастания:</b></p> <p>а) абсолютной массы их атомов;  б) относительной атомной массы;  в) числа нуклонов в атомных ядрах;  г) заряда атомного ядра.</p>
3.	<p><b>Периодичность в изменении свойств химических элементов является результатом:</b></p> <p>а) увеличения числа электронов в атомах;  б) возрастания зарядов атомных ядер;  в) увеличения атомной массы;  г) периодичности в изменении электронных структур атомов.</p>
4.	<p><b>Из перечисленных ниже характеристик атомов элементов периодически изменяются по мере роста порядкового номера элемента:</b></p> <p>а) число энергетических уровней в атоме;  б) относительная атомная масса;  в) число электронов на внешнем энергетическом уровне;  г) заряд ядра атома.</p>
5.	<p><b>Выберите пары, в которых каждая характеристика атома изменяется периодически с увеличением значения протонного числа элемента:</b></p> <p>а) энергия ионизации и энергия сродства к электрону;  б) радиус и масса;  в) электроотрицательность и общее число электронов;  г) металлические свойства и число валентных электронов.</p>
6.	<p><b>Выберите правильное утверждение для элементов VA группы:</b></p> <p>а) все атомы имеют одинаковое число электронов;  б) все атомы имеют одинаковый радиус;  в) все атомы имеют одинаковое число электронов на внешнем слое;  г) все атомы имеют максимальную валентность, равную номеру группы.</p>
7.	<p><b>В периодах ПСЭ с увеличением зарядов атомных ядер не изменяется:</b></p> <p>а) масса атомов;  б) число электронных слоев;  в) число электронов на внешнем электронном слое;  г) радиус атомов.</p>
8.	<p><b>В каком ряду химические элементы расположены в порядке возрастания их атомного радиуса?</b></p> <p>а) Li, Be, B, C; б) Be, Mg, Ca, Sr; в) N, O, F, Ne; г) Na, Mg, Al, Si.</p>
9.	<p><b>Самой низкой энергией ионизации среди стабильных атомов обладает:</b></p> <p>а) литий; б) барий; в) цезий; г) натрий.</p>
10.	<p><b>Электроотрицательность элементов возрастает в ряду:</b></p> <p>а) P, Si, S, O; б) Cl, F, S, O; в) Te, Se, S, O; г) O, S, Se, Te.</p>

11.	<b>В ряду элементов Na→Mg→Al→Si→P→S→Cl слева направо:</b> а) увеличивается электроотрицательность; б) уменьшается энергия ионизации; в) увеличивается число валентных электронов; г) уменьшаются металлические свойства.
12.	<b>Укажите наиболее активный металл четвертого периода:</b> а) кальций; б) калий; в) хром; г) цинк.
13.	<b>Укажите наиболее активный металл IА группы:</b> а) бериллий; б) барий; в) магний; г) кальций.
14.	<b>Выберите правильные утверждения:</b> а) в IА–VIIIА группах ПСЭ расположены только элементы s- и p-электронных семейств; б) в IB–VIIВ группах расположены только d-элементы; в) все d-элементы являются металлами; г) общее число s -элементов в ПСЭ равно 13.
15.	<b>С увеличением атомного номера элемента в VA группе возрастают:</b> а) металлические свойства; б) число энергетических уровней; в) общее число электронов; г) число валентных электронов.
16.	<b>К р-элементам относится:</b> а) калий; б) натрий; в) магний; г) мышьяк.
17.	<b>К какому семейству элементов относится алюминий?</b> а) s-элементов; б) p-элементов; в) d-элементов; г) f-элементов.
18.	<b>Укажите ряд, в котором находятся только d-элементы:</b> а) Al, Se, La; б) Ti, Ge, Sn; в) Ti, V, Cr; г) La, Ce, Hf.
19.	<b>В каком ряду указаны символы элементов s, p и d-семейств?</b> а) H, He, Li; б) H, Ba, Al; в) Be, C, F; г) Mg, P, Cu.
20.	<b>Атом какого элемента IV периода содержит наибольшее число электронов?</b> а) цинк; б) хром; в) бром; г) криптон.
21.	<b>Элемент с порядковым номером 31 находится:</b> а) в III группе; б) малом периоде; в) большом периоде; г) в группе А.
22.	<b>Из приведенных ниже электронных формул выберите те, которые соответствуют р-элементам 5-ого периода:</b> а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^1$ ; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$ ; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$ ; г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$ .
23.	<b>Определите элемент, атом которого содержит на 4p-подуровне 4 электрона. В каком периоде и группе он находится?</b> а) мышьяк, 4 период, VA группа; б) теллур, 5 период, VIA группа; в) селен, 4 период, VIA группа; г) вольфрам, 6 период, VIB группа.

<b>24.</b>	<b>Атомы кальция и скандия различаются между собой:</b> а) числом энергетических уровней;      б) радиусом; в) числом валентных электронов;      г) формулой высшего оксида.
<b>25.</b>	<b>Для атомов серы и хрома одинаково:</b> а) число валентных электронов; б) число электронных слоев; в) максимальная степень окисления; г) формула высшего оксида.
<b>26.</b>	<b>Атомы азота и фосфора имеют:</b> а) одинаковое число электронных слоев; б) одинаковое число протонов в ядре; в) одинаковое число валентных электронов; г) одинаковые радиусы.
<b>27.</b>	<b>Формула высшего оксида элемента II периода, в атоме которого в основном состоянии содержится три неспаренных электрона:</b> а) $\text{Э}_2\text{O}_3$ ;      б) $\text{ЭO}_2$ ;      в) $\text{Э}_2\text{O}_5$ ;      г) $\text{Э}_2\text{O}_7$ .
<b>28.</b>	<b>Формула высшего оксида элемента ЭO<sub>3</sub>. Укажите формулу его водородного соединения:</b> а) $\text{ЭH}_2$ ;      б) $\text{ЭH}$ ;      в) $\text{ЭH}_3$ ;      г) $\text{ЭH}_4$ .
<b>29.</b>	<b>Характер оксидов от основного к кислотному изменяется в рядах:</b> а) $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{MgO}$ , $\text{SiO}_2$ ;      б) $\text{Cl}_2\text{O}$ , $\text{SO}_2$ , $\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{NO}_2$ ; в) $\text{BeO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{B}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;      г) $\text{CO}_2$ , $\text{B}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Li}_2\text{O}$ ; д) $\text{CaO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{SO}_2$ .
<b>30.</b>	<b>Выберите ряды, в которых формулы расположены в порядке возрастания кислотных свойств соединений:</b> а) $\text{N}_2\text{O}_5$ , $\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{As}_2\text{O}_5$ ;      в) $\text{H}_2\text{SeO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б) $\text{HF}$ , $\text{HBr}$ , $\text{HI}$ ;      г) $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{Cl}_2\text{O}_7$ .
<b>31.</b>	<b>Укажите ряд, в котором гидроксиды расположены в порядке возрастания их основных свойств:</b> а) $\text{LiOH}$ , $\text{KOH}$ , $\text{NaOH}$ ;      в) $\text{LiOH}$ , $\text{Ca(OH)}_2$ , $\text{Al(OH)}_3$ ; б) $\text{LiOH}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{Mg(OH)}_2$ ;      г) $\text{LiOH}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{KOH}$ .

### Задачи

- Образец фосфора содержит два нуклида: фосфор-31 и фосфор-33. Мольная доля фосфора-33 равна 10 %. Рассчитайте относительную атомную массу фосфора в данном образце.
- Природная медь состоит из нуклидов  $^{63}\text{Cu}$  и  $^{65}\text{Cu}$ . Отношение числа атомов  $^{63}\text{Cu}$  к числу атомов  $^{65}\text{Cu}$  в смеси равно 2,45:1,05. Рассчитайте относительную атомную массу меди.
- Средняя относительная атомная масса природного хлора равна 35,45. Вычислите молярные доли его двух изотопов, если известно, что их массовые числа равны 35 и 37.



4. Образец кислорода содержит два нуклида:  $^{16}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$ , массы которых соответственно равны 4,0 г и 9,0 г. Определите относительную атомную массу кислорода в данном образце.
5. Химический элемент состоит из двух нуклидов. Ядро первого нуклида содержит 10 протонов и 10 нейтронов. В ядре второго нуклида нейтронов на 2 больше. На 9 атомов более легкого нуклида приходится один атом более тяжелого нуклида. Вычислите среднюю относительную атомную массу элемента.
6. Какую относительную атомную массу имел бы кислород, если бы в природной смеси на каждых 4 атома кислорода-16 приходилось 3 атома кислорода-17 и 1 атом кислорода-18?

**Ответы:** 1. 31,2. 2. 63,6. 3.  $^{35}\text{Cl}$ : 77,5 % и  $^{37}\text{Cl}$ : 22,5 %. 4. 17,3. 5. 20,2. 6. 16,6.

## ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

### Основной объем учебного материала:

Природа и типы химической связи. Основные параметры химической связи: энергия, длина.

*Ковалентная связь.* Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Направленность и насыщенность ковалентной связи. Полярность и поляризуемость ковалентной связи. Валентность и степень окисления. Валентные возможности и валентные состояния атомов элементов А-групп. Одинарные и кратные связи. Атомные кристаллические решетки. Концепция гибридизации атомных орбиталей. Основные типы гибридизации. Углы связей. Пространственное строение молекул. Эмпирическая, молекулярная и структурная (графическая) формулы молекул.

*Ионная связь.* Ионные кристаллические решетки. Химические формулы веществ с молекулярным, атомным и ионным строением.

*Металлическая связь.* Кристаллические решетки металлов.

Межмолекулярное взаимодействие. Молекулярная кристаллическая решетка. Энергия межмолекулярного взаимодействия и агрегатное состояние веществ.

*Водородная связь.* Значение водородной связи в природных объектах.

### **В результате изучения темы учащиеся должны знать:**

- что такое химическая связь;
- основные типы химических связей;
- механизмы образования ковалентной связи (обменный и донорно-акцепторный);
- основные характеристики ковалентной связи (насыщаемость, направленность, полярность, кратность,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи);
- основные свойства ионной, металлической и водородной связей;

- основные типы кристаллических решеток;
- как изменяется запас энергии и характер движения молекул при переходе из одного агрегатного состояния в другое;
- чем отличаются вещества, имеющие кристаллическое строение, от веществ, имеющих аморфное строение.

***В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки:***

- определения типа химической связи между атомами в различных соединениях;
- сравнения прочности химических связей по их энергии;
- определения степеней окисления по формулам различных веществ;
- установления геометрической формы некоторых молекул на основании теории гибридизации атомных орбиталей;
- прогнозирования и сравнения свойств веществ в зависимости от характера связей и типа кристаллической решетки.

***Закончив изучение темы, учащиеся должны иметь представление:***

- о пространственном строении молекул (направленность ковалентных связей, валентный угол);
- о теории гибридизации атомных орбиталей ( $sp^3$ -,  $sp^2$ -,  $sp$ -гибридизация)

***Изучив тему, учащиеся должны запомнить:***

- элементы с постоянной степенью окисления;
- соединения водорода и кислорода, в которых эти элементы имеют не характерные для них степени окисления;
- величину угла между связями в молекуле воды.

### **Раздел 1. Природа и типы химической связи**

1. Даны формулы веществ:  $Na_2O$ ,  $SO_3$ ,  $KCl$ ,  $PCl_3$ ,  $HCl$ ,  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $NaCl$ ,  $CO_2$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $H_2O_2$ ,  $CO$ ,  $H_2S$ ,  $NH_4Cl$ ,  $SO_2$ ,  $HI$ ,  $Rb_2SO_4$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $H_2SeO_4$ ,  $He$ ,  $ScCl_3$ ,  $N_2$ ,  $AlBr_3$ ,  $HBr$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2O$ ,  $OF_2$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $KI$ ,  $CaBr_2$ ,  $BaO$ ,  $NO$ ,  $ClF$ ,  $SiC$ . Выберите соединения:
  - молекулярного и немолекулярного строения;
  - только с ковалентными полярными связями;
  - только с ковалентными неполярными связями;
  - только с ионными связями;
  - сочетающие в структуре ионные и ковалентные связи;
  - сочетающие в структуре ковалентные полярные и ковалентные неполярные связи;
  - способные к образованию водородных связей;
  - имеющие в структуре связи, образованные по донорно-акцепторному механизму;
  - содержащие только  $\sigma$ -связи;
  - содержащие и  $\sigma$ -, и  $\pi$ -связи.

- Как изменяется полярность связей в рядах?  
а)  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{H}_2\text{Se}$ ;  $\text{H}_2\text{Te}$     б)  $\text{PH}_3$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{HCl}$ .
- Какая пара из указанных элементов при химическом взаимодействии имеет максимальную тенденцию к образованию ионной связи:  
 $\text{Ca}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{F}$ ?
- В каких из предложенных ниже химических веществ, разрыв связей будет более вероятно протекать с образованием ионов, а в каких с образованием свободных радикалов:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Cl}_2$ .
- Даны галогеноводороды:  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ . Выберите галогеноводород:
  - водный раствор которого является наиболее сильной кислотой (наиболее слабой кислотой);
  - с наиболее полярной связью (наименее полярной связью);
  - с наибольшей длиной связи (с наименьшей длиной связи);
  - с наибольшей температурой кипения (с наименьшей температурой кипения).
- При образовании одной химической связи фтор–фтор выделяется  $2,64 \cdot 10^{-19}$  Дж энергии. Рассчитайте, какое химическое количество молекул фтора должно образоваться для того, чтобы выделился 1,00 кДж энергии.

**ТЕСТ 5.**

<b>1.</b>	<b>При образовании молекулы из двух изолированных атомов энергии в системе:</b> а) увеличивается;    б) уменьшается;    в) не изменяется; г) возможно как уменьшение, так и увеличение энергии.
<b>2.</b>	<b>Укажите, в какой паре веществ общие электронные пары смещены в сторону атома кислорода:</b> а) $\text{OF}_2$ и $\text{CO}$ ;    б) $\text{Cl}_2\text{O}$ и $\text{NO}$ ;    в) $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{N}_2\text{O}_3$ ;    г) $\text{H}_2\text{O}_2$ и $\text{O}_2\text{F}_2$ .
<b>3.</b>	<b>Укажите соединения с ковалентной неполярной связью:</b> а) $\text{O}_2$ ;                    б) $\text{N}_2$ ;                    в) $\text{Cl}_2$ ;                    г) $\text{PCl}_5$ .
<b>4.</b>	<b>Укажите соединения с ковалентной полярной связью:</b> а) $\text{H}_2\text{O}$ ;                    б) $\text{Br}_2$ ;                    в) $\text{Cl}_2\text{O}$ ;                    г) $\text{SO}_2$ .
<b>5.</b>	<b>Выберите пару молекул, все связи в которых — ковалентные:</b> а) $\text{NaCl}$ , $\text{HCl}$ ;    б) $\text{CO}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}$ ;    в) $\text{CH}_3\text{Cl}$ , $\text{CH}_3\text{Na}$ ;    г) $\text{SO}_2$ , $\text{NO}_2$ .
<b>6.</b>	<b>Соединениями с ковалентной полярной и ковалентной неполярной связью являются соответственно:</b> а) вода и сероводород;                    б) бромид калия и азот; в) аммиак и водород;                    г) кислород и метан.
<b>7.</b>	<b>Ни одна из ковалентных связей не образуется по донорно-акцепторному механизму в частице:</b> а) $\text{CO}_2$ ;                    б) $\text{CO}$ ;                    в) $\text{HNO}_3$ ;                    г) $\text{NH}_4^+$ .

8.	По мере увеличения разницы в электроотрицательностях связанных атомов происходит: а) уменьшение полярности связи; б) усиление полярности связи; в) увеличение степени ионности связи; г) уменьшение степени ионности связи.
9.	В каком ряду молекулы расположены в порядке увеличения полярности связи? а) HF, HCl, HBr; б) NH <sub>3</sub> , PH <sub>3</sub> , AsH <sub>3</sub> ; в) H <sub>2</sub> Se, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O; г) CO <sub>2</sub> , CS <sub>2</sub> , CSe <sub>2</sub> .
10.	Наибольшая энергия связи в молекуле: а) H <sub>2</sub> Te; б) H <sub>2</sub> Se; в) H <sub>2</sub> S; г) H <sub>2</sub> O.
11.	Химическая связь наименее прочна в молекуле: а) бромоводорода; б) хлороводорода; в) йодоводорода; г) фтороводорода.
12.	Длина связи увеличивается в ряду веществ, имеющих формулы: а) CCl <sub>4</sub> , CBr <sub>4</sub> , CF <sub>4</sub> ; б) SO <sub>2</sub> , SeO <sub>2</sub> , TeO <sub>2</sub> ; в) H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> Se; г) HBr, HCl, HF.
13.	Максимальное число $\sigma$ -связей, которые могут существовать между двумя атомами в молекуле: а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
14.	Тройная связь между двумя атомами включает: а) 2 $\sigma$ -связи и 1 $\pi$ -связь; б) 3 $\sigma$ -связи; в) 3 $\pi$ -связи; г) 1 $\sigma$ -связь и 2 $\pi$ -связи.
15.	Молекула CO <sub>2</sub> содержит химические связи: а) 1 $\sigma$ и 1 $\pi$ ; б) 2 $\sigma$ и 2 $\pi$ ; в) 3 $\sigma$ и 1 $\pi$ ; г) 4 $\sigma$ .
16.	Сумма $\sigma$ - и $\pi$ -связей ( $\sigma + \pi$ ) в молекуле SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> равна: а) 3 + 3; б) 3 + 2; в) 4 + 2; г) 4 + 3.
17.	Укажите соединения с ионной связью: а) хлорид натрия; в) йод; б) оксид углерода (II); г) нитрат калия.
18.	Только ионные связи поддерживают структуру вещества: а) пероксид натрия; б) гашеная известь; в) медный купорос; г) сильвинит.
19.	Укажите, атом какого элемента может участвовать в образовании металлической и ионной связи: а) As; б) Br; в) K; г) Se.
20.	Наиболее выражен характер ионной связи в соединении: а) хлорид кальция; б) фторид калия; в) фторид алюминия; г) хлорид натрия.

21.	Укажите вещества, агрегатное состояние которых при обычных условиях определяется водородными связями между молекулами: а) водород; б) хлороводород; в) жидкий фтороводород; г) вода.
22.	Укажите наиболее прочную водородную связь: а) $-N\dots H-$ ; б) $-O\dots H-$ ; в) $-Cl\dots H-$ ; г) $-S\dots H-$ .
23.	Какая химическая связь наименее прочная? а) металлическая; б) ионная; в) водородная; г) ковалентная.
24.	Укажите тип связи в молекуле $NF_3$ : а) ионная; б) неполярная ковалентная; в) полярная ковалентная; г) водородная.
25.	Химическая связь между атомами элементов с порядковыми номерами 8 и 16: а) ионная; б) ковалентная полярная; в) ковалентная неполярная; г) водородная.
26.	Связь в соединении, образованном атомом водорода и элементом, распределение электронов в атоме которого 2, 8, 6: а) ионная; б) ковалентная полярная; в) ковалентная неполярная; г) водородная.
27.	В соединении $MgSO_4$ существуют следующие типы связей: а) только ковалентная; б) ковалентная и металлическая; в) только ионная; г) ковалентная и ионная.

## Раздел 2. Валентность и степень окисления

### ТЕСТ 6.

1.	Укажите, чему равна максимальная валентность хлора в возбужденном состоянии: а) 3; б) 5; в) 7; г) 1.
2.	Укажите, в какой молекуле степень окисления элемента равна нулю, а валентность трем: а) $O_2$ ; б) $NH_3$ ; в) $N_2O_3$ ; г) $N_2$ .
3.	Определите степень окисления атома кремния в ионе $SiO_3^{2-}$ : а) $-2$ ; б) $+2$ ; в) $-4$ ; г) $+4$ .
4.	Определите степень окисления атома азота в ионе $NH_4^+$ : а) $+4$ ; б) $-4$ ; в) 3; г) $-3$ .
5.	Определите степень окисления атома углерода в молекуле $CH_4$ : а) $+2$ ; б) $+4$ ; в) $-2$ ; г) $-4$ .
6.	Определите, в каких соединениях степень окисления атома фосфора равна $+5$ : а) $H_3PO_4$ ; б) $HPO_3$ ; в) $H_4P_2O_7$ ; г) $P_2O_3$ .

7.	Укажите степень окисления атома водорода в молекуле $\text{SiH}_4$ : а) $-1$ ;                      б) $-4$ ;                      в) $0$ ;                      г) $+1$ .
8.	Определите степень окисления атома фосфора в ионе $\text{HPO}_4^{2-}$ : а) $-1$ ;                      б) $-3$ ;                      в) $-5$ ;                      г) $+5$ .
9.	Выберите элементы, для которых степень окисления постоянна: а) К;                      б) Са;                      в) Fe;                      г) Zn.
10.	Высшая степень окисления атома марганца в соединениях равна: а) $+4$ ;                      б) $+5$ ;                      в) $+7$ ;                      г) $+6$ .
11.	Максимальная валентность серы в соединениях равна: а) $0$ ;                      б) $2$ ;                      в) $4$ ;                      г) $6$ .
12.	Укажите степень окисления атома азота в соединении $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$ : а) $-4$ ;                      б) $-3$ ;                      в) $-2$ ;                      г) $-1$ .

### Раздел 3. Типы кристаллических решеток. Пространственное строение молекул

- Укажите тип кристаллической решетки по признакам:
  - в узлах кристаллической решетки находятся двухатомные молекулы вещества;
  - кристаллы состоят из ионов;
  - тугоплавкое, твердое, растворимое в воде;
  - очень твердое, нерастворимое в воде.
- У какого соединения температура плавления ниже:
  - $\text{Br}_2$  или  $\text{I}_2$ ;
  - $\text{NaF}$  или  $\text{KF}$ ;
  - $\text{LiCl}$  или  $\text{CCl}_4$ ;
  - $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  или  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ .
- При увеличении молекулярной массы температуры плавления и кипения веществ, имеющих молекулярные кристаллические решетки, повышаются. Однако вода при обычных условиях жидкость, а сероводород — газ. Почему?
- Молекулы фтороводорода более полярны, чем молекулы воды, значит, образуют более прочные водородные связи. Однако температуры кипения и плавления воды выше, чем у фтороводорода. Почему?
- Какую форму — линейную или угловую — имеет трехатомная молекула  $\text{AB}_2$ , если ее дипольный момент равен нулю? Определите полярность этой молекулы.
- Как изменяется запас энергии и характер движения молекул при переходе воды:
  - из твердого состояния в жидкое;
  - из жидкого состояния в газообразное?
- Какие кристаллические решетки имеют: а) графит; б) поваренная соль; в) медь; г) белый фосфор; д) кремния (IV) оксид? Какие частицы находятся в узлах каждой кристаллической решетки? Как это отражается на свойствах названных веществ?

8. В узлах кристаллической решетки твердого гелия находятся атомы гелия. Какой тип кристаллической решетки у гелия? Каких температур плавления и кипения можно ожидать у гелия?

**ТЕСТ 7.**

<b>1.</b>	<b>Веществами молекулярного строения являются все вещества ряда:</b> а) ромбическая сера, питьевая сода, сахароза; б) мел, сахароза, углекислый газ; в) сахароза, графит, медный купорос; г) ромбическая сера, сахароза, глицерин.
<b>2.</b>	<b>Немолекулярное строение имеет:</b> а) белый фосфор;      б) озон;      в) бор;      г) йод.
<b>3.</b>	<b>Для веществ с атомной кристаллической решеткой характерна:</b> а) высокая твердость;      б) низкая температура плавления; в) низкая температура кипения;      г) летучесть.
<b>4.</b>	<b>Нафталин — легкоплавкое кристаллическое вещество потому, что имеет кристаллическую решетку:</b> а) молекулярную;      б) ионную;      в) металлическую;      г) атомную.
<b>5.</b>	<b>Кристаллическую структуру, подобную структуре алмаза, имеет:</b> а) кремнезем $\text{SiO}_2$ ;      б) оксид натрия $\text{Na}_2\text{O}$ ; в) угарный газ $\text{CO}$ ;      г) белый фосфор $\text{P}_4$ .
<b>6.</b>	<b>Молекулярную кристаллическую решетку имеют все вещества, расположенные в ряду:</b> а) кремний, хлорид калия, йод;      б) алмаз, «сухой лед», цинк; в) сахароза, глюкоза, вода;      г) медь (II) оксид, медь, медь (II) хлорид.
<b>7.</b>	<b>Укажите ряд, в котором перечислены вещества соответственно с атомной, молекулярной и ионной кристаллическими решетками в твердом состоянии:</b> а) алмаз, хлорид натрия, графит; б) белый фосфор, вода, мел; в) оксид кремния (IV), медь, азот; г) алмаз, диоксид углерода, фторид калия.
<b>8.</b>	<b>Укажите формулу неполярной молекулы, имеющей ковалентные полярные связи:</b> а) $\text{N}_2$ ;      б) $\text{NH}_3$ ;      в) $\text{CF}_4$ ;      г) $\text{H}_2\text{S}$ .
<b>9.</b>	<b>Укажите формулы полярных молекул:</b> а) $\text{CCl}_4$ ;      б) $\text{HCl}$ ;      в) $\text{SiF}_4$ ;      г) $\text{H}_2\text{Se}$ .
<b>10.</b>	<b>Выберите ряды, содержащие только неполярные молекулы:</b> а) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{Te}$ ;      б) $\text{CF}_4$ , $\text{CO}_2$ , $\text{BCl}_3$ ; в) $\text{N}_2$ , $\text{H}_2$ , $\text{SO}_3$ ;      г) $\text{CO}_2$ , $\text{SO}_2$ , $\text{CH}_4$ .

## Тема 3. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

### Основной объем учебного материала:

Классификация оксидов. Получение оксидов. Химические свойства: взаимодействие с водой, кислотами, основаниями, оксидов друг с другом. Амфотерность. Применение оксидов.

Состав и классификация кислот. Получение кислот. Химические свойства кислот: взаимодействие с оксидами металлов, основаниями и солями.

Состав и классификация оснований: щелочи и нерастворимые основания. Химические свойства оснований: взаимодействие с оксидами неметаллов, солями. Термическое разложение нерастворимых оснований. Получение и применение оснований.

Состав солей. Получение солей. Соли в природе и повседневной жизни человека.

Взаимосвязь между основными классами неорганических веществ.

### *После изучения раздела учащиеся должны уметь:*

- охарактеризовать физические и химические свойства всех типов оксидов;
- предложить несколько способов получения данного оксида;
- различать растворимые и нерастворимые в воде основания;
- отличать основания от амфотерных гидроксидов на основе различий в химических свойствах;
- сравнивать сильные и слабые кислоты;
- сопоставлять химические свойства кислых и средних солей.

### *В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки:*

- классификации неорганических веществ;
- предсказания химических свойств различных веществ, исходя из их принадлежности к определенному классу неорганических соединений;
- составления уравнений реакций с участием оксидов, оснований, кислот, амфотерных гидроксидов и солей, а также уравнений реакций, отражающих общие способы получения этих веществ;
- прогнозирования окраски важнейших индикаторов в водных растворах различных неорганических соединений;
- использования электрохимического ряда напряжений металлов для определения возможности взаимодействия кислот и солей с металлами;
- определения растворимости солей в воде с использованием таблицы растворимости;
- установления генетической связи между классами неорганических веществ;
- выполнения количественных расчетов по уравнениям реакций с участием оксидов, оснований, кислот, амфотерных гидроксидов и солей.



## Раздел 1. Основные принципы классификации неорганических веществ

**Задание 1.** Классифицируйте перечисленные ниже вещества по составу (бинарные, многоэлементные соединения):  $KCl$ ,  $SiC$ ,  $Na_2Se$ ,  $CaH_2$ ,  $SeO_2$ ,  $KMnO_4$ ,  $NH_3$ ,  $HIO_4$ ,  $MgBr_2$ ,  $H_2O$ ,  $OF_2$ ,  $PCl_3$ ,  $KOH$ ,  $MgS$ ,  $Li_3N$ ,  $Na_3P$ ,  $CaC_2$ . Выберите бинарные соединения и дайте им названия.

**Задание 2.** Классифицируйте перечисленные ниже соединения по функциональному признаку (основания, кислоты, соли, оксиды):  $Na_3PO_4$ ,  $K_2S$ ,  $NO$ ,  $H_3BO_3$ ,  $(NH_4)_2S$ ,  $BaI_2$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $HPO_3$ ,  $MnO_2$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $HCN$ ,  $Cu(OH)_2$ ,  $Mg(OH)Cl$ ,  $NaHS$ ,  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  $HMnO_4$ ,  $BaZnO_2$ ,  $HClO$ .

## Раздел 2. Оксиды

### 1. Классификация, номенклатура. Графические формулы

**Задание 1.** Заполните таблицу для перечисленных химических элементов:  $H$ ,  $Li$ ,  $C$ ,  $N$ ,  $Be$ ,  $Mg$ ,  $Si$ ,  $P$ ,  $Al$ ,  $S$ ,  $Cr$ ,  $Mn$ ,  $Fe$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ :

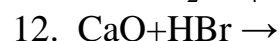
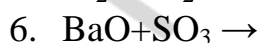
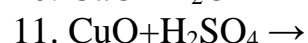
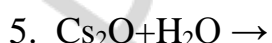
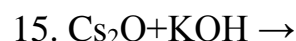
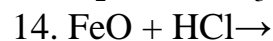
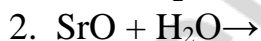
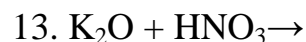
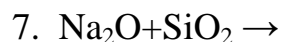
Химический элемент	Формула(ы) оксида(ов)				Название оксида		Формулы соответствующих гидроксидов
	несолеобразующие	солеобразующие			номенклатурное	тривиальное	
		основные	амфотерные	кислотные			

### 2. Основные оксиды

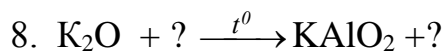
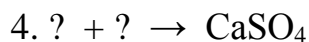
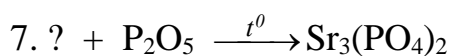
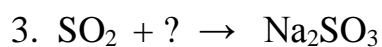
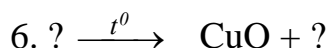
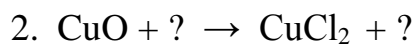
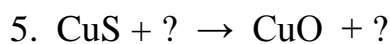
**Задание 1.** Из перечисленных оксидов –  $BaO$ ,  $SnO$ ,  $Ag_2O$ ,  $As_2O_3$ ,  $NiO$ ,  $B_2O_3$ ,  $Cs_2O$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $MnO_3$ ,  $BeO$  — выберите основные оксиды. Для этих оксидов укажите: тип химической связи и кристаллической решетки, агрегатное состояние при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , охарактеризуйте их растворимость в воде.

**Задание 2.** Напишите уравнения реакций возможных способов получения медь (II) оксида. Укажите типы записанных химических реакций.

**Задание 3.** Закончите уравнения практически осуществимых химических реакций:



**Задание 4.** Вставьте вместо знаков «?» формулы веществ и расставьте коэффициенты в указанных схемах:



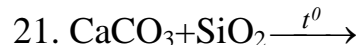
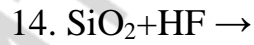
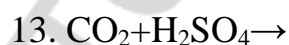
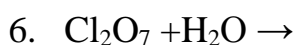
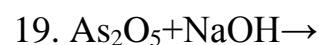
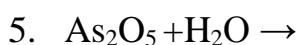
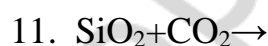
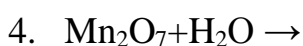
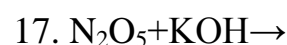
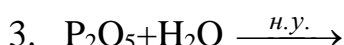
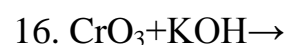
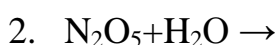
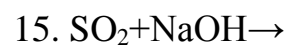
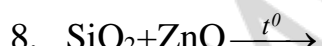
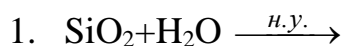
### 3. Кислотные оксиды

**Задание 1.** Из перечисленных ниже **оксидов** выберите кислотные оксиды: OF<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, CO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, CrO, SeO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CrO<sub>3</sub>, I<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO, NO<sub>2</sub>, MnO.

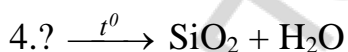
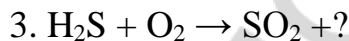
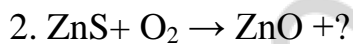
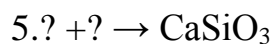
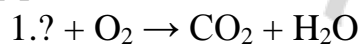
**Задание 2.** Для перечисленных ниже кислотных оксидов — SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, — укажите агрегатное состояние; растворимость в воде. Ангидридами каких кислот являются указанные выше оксиды?

**Задание 3.** Напишите уравнения химических реакций возможных способов получения сера (IV) оксида, углерод (IV) оксида, кремний (IV) оксида.

**Задание 4.** Запишите уравнения практически осуществимых химических реакций:



**Задание 5.** Вставьте вместо знаков «?» формулы веществ и расставьте коэффициенты в схемах:



### 4. Амфотерные оксиды.

**Задание 1.** Из перечисленных ниже оксидов выберите амфотерные оксиды: CuO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO, BeO, FeO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, SeO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO, SnO<sub>2</sub>, MnO<sub>3</sub>, ZnO, SrO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Задание 2.** Для перечисленных оксидов — ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BeO — укажите агрегатное состояние; растворимость в воде; запишите формулы гидроксидов, соответствующих данным оксидам, в виде оснований и кислот.

**Задание 3.** Напишите уравнения химических реакций возможных способов получения алюминий оксида, цинк оксида.

**Задание 4.** Запишите уравнения практически осуществимых реакций. Определите, в каких реакциях амфотерный оксид проявляет основные свойства, а в каких – кислотные:

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1. $\text{BeO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                  | 7. $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                           | 13. $\text{ZnO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t^0}$             |
| 2. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^0}$         | 8. $\text{ZnO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0}$                   | 14. $\text{BeO} + \text{NaOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow$     |
| 3. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$    | 9. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}(\text{OH})_{(\text{p-p})} \rightarrow$ | 15. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{t^0}$   |
| 4. $\text{BeO} + \text{SO}_3 \xrightarrow{t^0}$                   | 10. $\text{ZnO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$                                  | 16. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0}$ |
| 5. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ | 11. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow$                         |   |
| 6. $\text{BeO} + \text{BaO} \xrightarrow{t^0}$                    | 12. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \xrightarrow{t^0}$                   |   |

**Задание 5.** Вставьте вместо знаков «?» формулы веществ и расставьте коэффициенты в указанных схемах:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} ? + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ | 5. $\text{BeO} + ? \rightarrow \text{BeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$                       |
| 2. $? \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$                | 6. $\text{ZnO} + ? + ? \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$                  |
| 3. $? + ? \rightarrow \text{BeO}$  | 7. $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{t^0} ? + ?$   |
| 4. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \xrightarrow{t^0} ?$                  | 8. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t^0} \text{NaAlO}_2 + ?$ |

### Задачи

- В смеси медь (I) оксида и медь (II) оксида на 4 атома меди приходится 3 атома кислорода. Вычислите массовые доли веществ в такой смеси. Определите массу меди, необходимую для получения 100 г данной смеси оксидов.
- При сжигании 10,0 г металла получено 18,9 г оксида металла (III). Установите металл и объем кислорода (л, н.у.), затраченный на сжигание.
- В твердом остатке после окисления цинка кислородом массовая доля оксида цинка составляет 91,8 %. Какая часть исходного цинка (%) подверглась превращению?
- После длительного прокаливания на воздухе масса порошка меди возросла на 1/8. Определите массовые доли веществ в конечной смеси.
- При полном окислении смеси магния и лития кислородом масса твердой фазы увеличилась в 2 раза. Определите массовые доли металлов в исходной смеси.
- После сжигания в кислороде смеси кальция и алюминия масса продуктов составила 160 % от массы исходных веществ. Определите массовую долю кальция в исходной смеси.
- Смесь  $\text{P}_2\text{O}_3$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  при окислении избытком кислорода увеличивает свою массу на 1,60 г, при этом масса продукта реакции становится в 1,231 раза больше массы исходной смеси. Как и на сколько изменится при этом массовая доля фосфора в смеси?

8. 30 г цинк сульфида сжигается в 18 дм<sup>3</sup> (н.у.) кислорода в закрытом сосуде. Найдите массы веществ в реакционном сосуде после окончания реакции.
9. Рассчитайте массу магний оксида, которая образовалась при нагревании 50,0 г магний гидроксида (реакция разложения прошла с выходом 95,5 %).
10. При добавлении воды к СаО его масса возросла на 30 %. Какая часть СаО (%) была погашена?
11. При прокаливании образца кальций карбоната. его масса уменьшилась на 35,2 %. Твердые продукты реакции растворили в избытке соляной кислоты и получили 0,112 л (н.у.) газа. Определите массу исходного образца кальций карбоната.
12. Имеется смесь кальций оксида, фосфор (V) оксида и кремний (IV) оксида, в которой количества веществ кислотных оксидов равны между собой. Чему равна массовая доля в этой смеси основного оксида, если известно, что после ее нагревания в полученном остатке находятся только соли?
13. При растворении смеси кальций оксида и магний оксида в избытке азотной кислоты образовалось 6,4 г смеси нитратов этих металлов и 0,72 г воды. Найдите массовые доли оксидов в исходной смеси.
14. При сплавлении натрий карбоната и избытка кремний (IV) оксида общей массой 101 г было получено 11,2 л (н.у.) газа. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.
15. Кремний (IV) оксид, содержащий примеси, сплавил с избытком калий гидроксида и получили 3,82 кг калий силиката. Определите массовую долю выхода калий силиката, учитывая, что в реакцию ввели 2 кг технического оксида, содержащего 10 % примесей.
16. Вычислите массу осадка, образующегося при пропускании через избыток известковой воды 0,200 л смеси углерод (IV) оксида и сера (IV) оксида (н.у.), в которой на 1 атом серы приходится 10 атомов кислорода.
17. Нагревая при 250 °С серебро (I) оксид массой 58,0 мг, получили порцию газа, в которой число молекул равно  $6,02 \times 10^{19}$ . Вычислите выход (%) реакции разложения.
18. Образец барий карбоната массой 100 г, содержащий не разлагающиеся в условии опыта примеси, подвергли термическому разложению, которое прошло с выходом 75 %. Вычислите объем образовавшегося углекислого газа при 273 К и давлении 95,1 кПа, а также массу твердого остатка. Массовая доля основного вещества в образце равнялась 96,5 %.

**Ответы:** 1. 52,6 % CuO; 47,4 % Cu<sub>2</sub>O; 84,21 г Cu. 2. Al; 6,23 л. 3. 90 %. 4. 44,4 % Cu; 55,6 % CuO. 5. 30 % Mg; 70 % Li. 6. 59,1 %. 7. Уменьшится на 10,1 %. 8. 10,7 г O<sub>2</sub>; 25,1 г ZnO; 19,8 г SO<sub>2</sub>. 9. 32,9 г. 10. 93,3 %. 11. 2,5 г. 12. 52,6 %. 13. 19,23 % MgO; 80,7 % CuO. 14. 52,5 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 47,5 % SiO<sub>2</sub>. 15. 82,7 %. 16. 0,929 г. 17. 80 %. 18. 8,76 л CO<sub>2</sub>, 83,8 г.

**ТЕСТ 1. ОКСИДЫ**

<p><b>1.</b></p>	<p><b>Оксид элемента, образующего с водородом соединение ЭН<sub>4</sub>, содержит 53,3 % кислорода по массе. Охарактеризуйте свойства этого оксида:</b>          а) амфотерный; б) растворим в щелочах;          в) не реагирует с водой (н.у.); г) кислотный.</p>
<p><b>2.</b></p>	<p><b>Укажите неверные утверждения:</b>          а) неметаллы образуют только кислотные оксиды;          б) все оксиды неметаллов имеют атомную кристаллическую решетку;          в) все высшие оксиды неметаллов взаимодействуют с водой (н.у.);          г) кислотными являются все высшие оксиды элементов неметаллов IIIA–VIIA групп.</p>
<p><b>3.</b></p>	<p><b>Укажите ряды, в которых каждый из оксидов является солеобразующим:</b>          а) SeO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; б) Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>;          в) CrO<sub>3</sub>, OF<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; г) SrO, SnO<sub>2</sub>, SiO.</p>
<p><b>4.</b></p>	<p><b>Укажите ряды, в которых записаны формулы только кислотных оксидов:</b>          а) SnO, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; б) SeO<sub>3</sub>, CO, H<sub>2</sub>O;          в) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; г) SiO<sub>2</sub>, TeO<sub>3</sub>, MnO<sub>3</sub>.</p>
<p><b>5.</b></p>	<p><b>Укажите пару символов химических элементов, в которой оба элемента способны образовывать, как основные, так и кислотные оксиды:</b>          а) Sn, Fe; б) B, As; в) Zn, Al; г) Cr, Mn.</p>
<p><b>6.</b></p>	<p><b>В каком ряду в названии каждого вещества допущена ошибка:</b>          а) медь оксид, бериллий оксид; б) фтороксид, кремний оксид;          в) цинк оксид, марганец оксид; г) алюминий оксид, магний оксид?</p>
<p><b>7.</b></p>	<p><b>Верными являются утверждения:</b>          а) все оксиды металлов имеют молекулярную кристаллическую решетку;          б) не все оксиды неметаллов при н.у. являются твердыми веществами;          в) все оксиды металлов являются основными;          г) не все основные оксиды взаимодействуют с водой (н.у.).</p>
<p><b>8.</b></p>	<p><b>Выберите ряд, в котором все указанные оксиды реагируют как с водой (н.у.), так и с соляной кислотой:</b>          а) CuO, CaO, K<sub>2</sub>O; б) SrO, FeO, SiO<sub>2</sub>;          в) BaO, Rb<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O; г) NiO, MnO, MnO<sub>3</sub>.</p>
<p><b>9.</b></p>	<p><b>Кислотные свойства углерод (IV) оксид проявляет в реакциях с обоими веществами в паре (парах):</b>          а) магнием и щелочами; б) углеродом и основными оксидами;          в) водой и кислотами; г) щелочами и основными оксидами.</p>

10.	Укажите сокращенные электронные конфигурации атомов в основном состоянии, высшие оксиды которых являются кислотными: а) ...2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> ;      б) ...3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup> ;      в) ...3s <sup>1</sup> 3p <sup>3</sup> 3d <sup>2</sup> ;      г) ...4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> .
11.	В каком ряду все указанные вещества при нагревании реагируют с SiO <sub>2</sub> , но не реагируют с Na <sub>2</sub> O? а) ZnO, CaO, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ;      б) CaCO <sub>3</sub> , KOH, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; в) BaO, Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , LiOH;      г) H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , BeO.
12.	Выберите ряды, в которых каждый химический элемент может образовывать амфотерные оксиды: а) Sn, Pb, Fe;      б) Be, Mn, Cr;      в) Rb, Al, Mg;      г) Cr, Hg, Ag.
13.	Кислотные свойства оксидов возрастают слева направо в рядах: а) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;      б) Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ; в) MnO <sub>2</sub> , MnO <sub>3</sub> , Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ;      г) SnO <sub>2</sub> , SnO, PbO.
14.	Укажите ряды соединений, в которых все вещества реагируют при определенных условиях с алюминий-оксидом: а) SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, HNO <sub>3</sub> ;      б) CaCO <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; в) SiO <sub>2</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub> , HCl;      г) H <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
15.	Мольная доля хрома в оксиде равна 40,0 %. Укажите ряды, в которых все вещества способны реагировать с этим оксидом: а) H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaOH;      б) Na <sub>2</sub> O, KOH, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; в) SiO <sub>2</sub> , CaO, HCl;      г) SO <sub>3</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O.
16.	В каких рядах основные свойства оксидов уменьшаются слева направо: а) ZnO, MgO, BeO;      б) CaO, FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; в) MnO <sub>3</sub> , MnO <sub>2</sub> , MgO;      г) SrO, MgO, BeO?
17.	Укажите пары схем реакций, в которых образуется оксид (оксиды): а) O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> $\xrightarrow{t^0}$ и O <sub>2</sub> + SiH <sub>4</sub> $\xrightarrow{t}$ ; б) H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> $\xrightarrow{t^0}$ и Be(OH) <sub>2</sub> $\xrightarrow{t^0}$ ; в) O <sub>2</sub> + NH <sub>3</sub> $\xrightarrow{t^0}$ и CaCO <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> $\xrightarrow{t^0}$ ; г) O <sub>2</sub> + ZnS $\xrightarrow{t^0}$ и O <sub>2</sub> + Au $\xrightarrow{t^0}$ .

### Раздел 3. Основания

#### 1. Классификация оснований. Номенклатура. Графические формулы.

**Задание 1.** Среди следующих соединений выберите основания: NH<sub>4</sub>OH, NOH, Cu(OH)<sub>2</sub>, HMnO<sub>4</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Ra(OH)<sub>2</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Be(OH)<sub>2</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Al(OH)Cl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>[Zn(OH)<sub>4</sub>], Cr(OH)<sub>2</sub>, LiOH, K<sub>3</sub>[Cr(OH)<sub>6</sub>], Al(OH)<sub>3</sub>. Классифицируйте их по числу гидроксильных групп и растворимости в воде.

**Задание 2.** Из перечисленных ниже оснований выпишите отдельно гидроксиды основного и амфотерного характеров. Назовите гидроксиды по систематической номенклатуре, для каждого гидроксида напишите формулу соответствующего оксида:  $Mg(OH)_2$ ,  $RbOH$ ,  $CsOH$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $Mn(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $Sn(OH)_2$ ,  $Cr(OH)_3$ ,  $Be(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $KOH$ .

**Задание 3.** Из элементов 3-го периода ПСЭ выберите те элементы, высшие гидроксиды которых в химических реакциях могут проявлять свойства оснований.

## 2. Растворимые основания. Щелочи. Гидрат аммиака.

**Задание 1.** Для перечисленных ниже щелочей:  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $NaOH$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $RbOH$ ,  $CsOH$  — укажите:

- электронный тип семейства элементов металлов, входящих в состав оснований;
- агрегатное состояние, цвет;
- растворимость в воде;
- типы химической связи и кристаллической решетки;
- окраску индикаторов в водных растворах (лакмуса, фенолфталеина, метилоранжа).

**Задание 2.** Напишите уравнения реакций возможных способов получения натрий гидроксида, кальций гидроксида.

**Задание 3.** Закончите уравнения практически осуществимых химических реакций:

- |                                       |   |                                       |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1. $NaOH \xrightarrow{t^0}$           | 8. $Ba(OH)_2 + CO_2 \rightarrow$        | 15. $NaOH + H_2S \rightarrow$         |
| 2. $NaOH + Mg(OH)_2 \rightarrow$      | 9. $Ca(OH)_2 \xrightarrow{t^0}$         | 16. $LiOH + Na_2O \rightarrow$        |
| 3. $LiOH + BaSO_4 \rightarrow$        | 10. $KOH_{p-p} + Al(OH)_3 \rightarrow$  | 17. $NaOH + Zn \xrightarrow{t^0}$     |
| 4. $Ca(OH)_2 + ZnO \xrightarrow{t^0}$ | 11. $NaOH + FeCl_2 \rightarrow$         | 18. $KOH + FeS \rightarrow$           |
| 5. $NaOH_{p-p} + Al \rightarrow$      | 12. $Sr(OH)_2 + P_2O_5 \rightarrow$     | 19. $Ba(OH)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow$ |
| 6. $Ca(OH)_2 + FeSO_4 \rightarrow$    | 13. $KOH + NO \rightarrow$              | 20. $NaOH + CaCO_3 \rightarrow$       |
| 7. $Ba(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow$   | 14. $NaOH + Al(OH)_3 \xrightarrow{t^0}$ |                                       |

**Задание 4.** Вставьте вместо знаков «?» формулы веществ и расставьте коэффициенты в указанных схемах:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $NaOH + N_2O_5 \rightarrow ? + H_2O$        | 5. $KOH + ? \xrightarrow{t} K_2ZnO_2 + ?$ |
| 2. $NaOH + ? \xrightarrow{t} Na_2SiO_3 + H_2O$ | 6. $Al + LiOH + H_2O \rightarrow ? + ?$   |
| 3. $Ba + H_2O \rightarrow ? + ?$               | 7. $K_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow ? + ?$ |
| 4. $Rb_2O + H_2O \rightarrow ?$                | 8. $Sr(OH)_2 + ? \rightarrow SrCl_2 + ?$  |

**Задание 5.** Закончите уравнения практически осуществимых химических реакций:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$          | 5. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ |
| 2. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                              | 6. $\text{NaOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$           |
| 3. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 7. $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$               |
| 4. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \rightarrow$          | 8. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{н.у.}} \rightarrow$  |

Укажите цвет лакмуса в растворе гидрата аммиака.

### **3. Нерастворимые основания. Основные и амфотерные гидроксиды.**

**Задание 1.** Из предложенных нерастворимых оснований:  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuOH}$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  — выберите основные гидроксиды; укажите агрегатное состояние; укажите цвет для последних четырех соединений; запишите химические формулы амфотерных гидроксидов в виде кислот.

**Задание 2.** Закончите уравнения практически осуществимых реакций:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $\text{CuCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$  | 10. $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$        |
| 2. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{K}_2\text{O} \xrightarrow{t} \rightarrow$       | 11. $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH}_{\text{p-p}} \rightarrow$           |
| 3. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{BaO} \xrightarrow{t} \rightarrow$               | 12. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$      |
| 4. $\text{ZnSO}_4 + 4\text{NaOH}_{\text{p-p}} \rightarrow$                         | 13. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t} \rightarrow$ |
| 5. $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$                               | 14. $\text{CuSO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$              |
| 6. $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{LiOH}_{\text{p-p}} \rightarrow$                 | 15. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$              |
| 7. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 16. $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{NaOH}_{\text{p-p}} \rightarrow$   |
| 8. $\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$                            | 17. $\text{MgCl}_2 + \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow$              |
| 9. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$   | 18. $\text{CuOH} \xrightarrow{t} \rightarrow$                         |

**Задание 3.** Из химических реакций, предложенных в предыдущем задании, выберите реакции:

- иллюстрирующие общие способы получения нерастворимых оснований;
- иллюстрирующие общие химические свойства нерастворимых оснований;
- в которых амфотерные гидроксиды проявляют кислотные свойства.

**Задание 4.** Вставьте вместо знаков «?» формулы веществ и расставьте коэффициенты в указанных схемах:

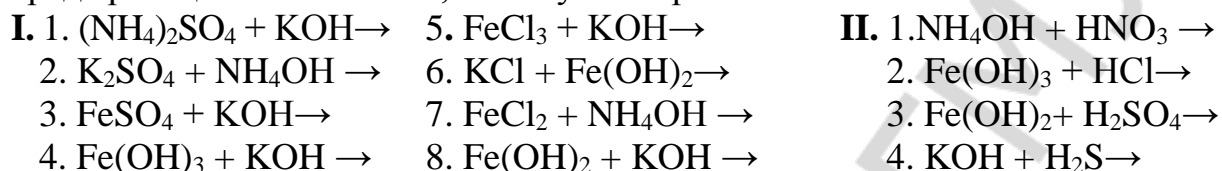
- |  |   |
|--|---|
| 1. $? + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + ?$                | 5. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{O} \xrightarrow{t} ? + ?$        |
| 2. $\text{AlCl}_3 + ? \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + ?$ | 6. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + ? \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + ?$    |
| 3. $? + \text{KOH} \xrightarrow{t} \text{K}_2\text{BeO}_2 + ?$             | 7. $\text{BeCl}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow ? + ?$                           |
| 4. $\text{AlCl}_3 + ? \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + ?$              | 8. $\text{Mg}(\text{OH})_2 + ? \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + ?$ |



#### 4. Общие и отличительные свойства растворимых и нерастворимых оснований. Реакция нейтрализации.

**Задание 1.** Из перечисленных веществ:  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ , — выберите те основания, водные растворы которых изменяют окраску индикаторов

**Задание 2.** Напишите уравнения практически осуществимых в водной среде реакций и объясните, почему они протекают:



#### Задачи

1. Определите формулу железного гидроксида, если массовая доля железа равна 62,2 %, кислорода — 35,6 %, водорода — 2,2 %. Какую массу натрия гидроксида необходимо взять для получения 22,5 г данного гидроксида из соответствующего сульфата?
2. При действии водного раствора аммиака на раствор, содержащий железный хлорид массой 3,81 г, получили гидроксид, масса которого составила 2,70 г. Определите формулу хлорида.
3. Оксид щелочного металла массой 24,8 г растворили в воде и получили раствор, содержащий 32 г щелочи. Определите формулу оксида.
4. Определите массу воды и массу щелочи в растворе, полученном при растворении 9,2 г натрия в 448 см<sup>3</sup> воды (плотность воды равна 1 г/см<sup>3</sup>).
5. При нагревании 15,6 г  $\text{Al}(\text{OH})_3$  масса твердого остатка уменьшилась на 4,32 г. Определите степень превращения исходного вещества и количественный состав твердого остатка.
6. Определите степень разложения железного(II) гидроксида, если в полученной смеси массовая доля железного(II) оксида равна 60 %.
7. При прокаливании смеси магний гидроксида и медь(II) гидроксида потеря массы составила 20 % от исходной. Найдите массовую долю магний гидроксида в смеси.
8. Какую массу цинк гидроксида нужно добавить к 15,6 г алюминий гидроксида, чтобы после прокаливания до постоянной массы масса продуктов составила 80 % от первоначальной массы гидроксидов?
9. На нейтрализацию 3,4 г смеси соляной и серной кислот затрачено 3,3 г натрия гидроксида. Найдите массы каждой из кислот в смеси.
10. К 20,0 мл серы(IV) оксида добавили 30,0 мл углерод(IV) оксида (50 °С, 98 кПа). Во сколько раз число электронов в этой смеси будет меньше числа Авогадро? Какую массу кальция гидроксида необходимо взять для получения средних солей при пропускании газовой смеси через водный раствор щелочи?

11. При обработке смеси алюминия и магния раствором натрий гидроксида выделилось 11,2 л  $H_2$ , а при обработке такого же количества смеси соляной кислотой выделилось 33,6 л  $H_2$  (объемы газов измерены при н.у.). Определите массовые доли металлов в исходной смеси.
12. Массовая доля цинка в его сплаве с медью равна 25 %. Какую массу раствора натрий гидроксида с массовой долей щелочи равной 40 % нужно взять для выделения меди из 150 мг этого сплава?
13. Какая масса осадка образуется при сливании растворов, содержащих 10 г натрий гидроксида и 13,6 г цинк хлорида?
14. В некотором объеме воды растворили 18,0 г гидроксида лития и в 2,5 раза большую массу цинк ацетата. Какие вещества и в каком количестве находятся в полученной смеси?
15. К раствору, содержащему 2 моль  $BeCl_2$ , добавили 6 моль  $KOH$ , осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы. Определите качественный и количественный состав остатка после прокаливания.
16. Определите максимальную массу натрий гидроксида, способную вступить во взаимодействие с раствором, содержащим 3,42 г алюминий сульфата.
17. В каком молярном соотношении следует взять цинк хлорид и натрий гидроксид (вещества взяты в виде водных растворов), чтобы после прохождения реакции количество натрий тетрагидроксоцинката в растворе стало равным количеству цинк гидроксида в осадке?

**Ответы:** 1.  $Fe(OH)_2$ ; 20 г. 2.  $FeCl_2$ . 3.  $Na_2O$ . 4. 16 г  $NaOH$ ; 440,8 г  $H_2O$ . 5. 80 %; 0,08 моль  $Al_2O_3$ ; 0,04 моль  $Al(OH)_3$ . 6. 65,22 %. 7. 12,89 %. 8. 125,4 г. 9. 1,87 г  $HCl$ ; 1,53 г  $H_2SO_4$ . 10. В 21,1 раз; 0,135 г. 11. 72,73 %  $Mg$ ; 27,27 %  $Al$ . 12. 0,116 г р-ра. 13. 7,425 г. 14. 0,4918 моль  $LiCH_3COO$ ; 0,1291 моль  $Li_2[Zn(OH)_4]$ ; 0,1168 моль  $Zn(OH)_2$ . 15. 1 моль  $BeO$ ; 16. 4,8 г. 17.  $n(NaOH) / n(ZnCl_2) = 3$ .

## ТЕСТ 2. ОСНОВАНИЯ

<b>1.</b>	<b>Укажите ряды, в которых каждое из указанных оснований является щелочью:</b> а) $RbOH$ , $LiOH$ , $Ba(OH)_2$ ; б) $NH_3 \cdot H_2O$ , $Mg(OH)_2$ , $NaOH$ ; в) $KOH$ , $Sr(OH)_2$ , $Ca(OH)_2$ ; г) $Mg(OH)_2$ , $Ca(OH)_2$ , $Be(OH)_2$ .
<b>2.</b>	<b>В каком ряду указаны формулы веществ, каждое из которых взаимодействует с водой с образованием основания?</b> а) $Li_2O$ , $Zn$ , $Ca$ ; б) $Rb_2O$ , $SrO$ , $Li$ ; в) $Mg$ , $K$ , $Ag_2O$ ; г) $CuO$ , $CaO$ , $CrO$ .
<b>3.</b>	<b>Укажите неверные утверждения: и амфотерные основания и щелочи ...</b> а) всегда растворяются в воде; б) легко окисляются; в) легко разлагаются на оксид и воду; г) могут быть получены по реакции обмена.

<b>4.</b>	<b>К образованию калий гидроксида приводят обменные реакции в водных растворах между веществами:</b> а) $K_2SO_4$ и $NaOH$ ; б) $K_2SO_3$ и $Sr(OH)_2$ ; в) $K_3PO_4$ и $Ba(OH)_2$ ; г) $K_2CO_3$ и $NH_3 \cdot H_2O$ .
<b>5.</b>	<b>В каких парах оба основания сравнительно легко разлагаются при нагревании?</b> а) $Zn(OH)_2$ и $Fe(OH)_2$ ; б) $Cr(OH)_3$ и $NaOH$ ; в) $KOH$ и $Cu(OH)_2$ ; г) $NH_4OH$ и $Mn(OH)_2$ .
<b>6.</b>	<b>Укажите общее число веществ из перечисленных, способных реагировать с натрий гидроксидом: <math>SiO_2</math>, <math>CaSO_4</math>, <math>ZnO</math>, <math>Al_2(SO_4)_3</math>, <math>Be(OH)_2</math>, <math>(NH_4)_2SO_4</math>, <math>CaO</math>, <math>CH_3COOH</math>:</b> а) 8; б) 7, в) 6, г) 5.
<b>7.</b>	<b>В каких парах соединения не реагируют между собой?</b> а) $CaCO_3$ и $NaOH$ ; б) $NH_4NO_3$ и $Ca(OH)_2$ ; в) $Al(OH)_3$ и $NH_4OH$ ; г) $Cr_2O_3$ и $KOH$ .
<b>8.</b>	<b>В каких парах оба вещества реагируют с водным раствором аммиака?</b> а) $H_3PO_4$ и $FeSO_4$ ; б) $CuCl_2$ и $CH_3COOH$ ; в) $CO_2$ и $Al_2O_3$ ; г) $CaSO_4$ и $HCl$ .
<b>9.</b>	<b>Какие основания из оказывают разъедающее действие на животные и растительные ткани?</b> а) калий гидроксид; б) цинк гидроксид; в) магний гидроксид; г) литий гидроксид.
<b>10.</b>	<b>Какой тип кристаллической решетки характерен для твердых щелочей?</b> а) молекулярная; б) атомно-ионная; в) ионная; г) атомная.
<b>11.</b>	<b>В какой паре обе реакции могут быть использованы для получения амфотерного гидроксида?</b> а) $Al_2O_3 + H_2O \rightarrow$ и $MnCl_2 + KOH \rightarrow$ ; б) $AlCl_3 + NH_3 + H_2O \rightarrow$ и $ZnSO_4 + NaOH \rightarrow$ ; в) $ZnCl_2 + NaOH(изб.) \rightarrow$ и $BeCl_2 + KOH \rightarrow$ ; г) $CrO_3 + H_2O \rightarrow$ и $FeCl_3 + NaOH \rightarrow$ .
<b>12.</b>	<b>Как практически различить свежееосажденные осадки гидроксидов цинка и магния?</b> а) по цвету, б) добавить к осадку раствор серной кислоты; в) прокалить; г) добавить к осадку раствор калий гидроксида.
<b>13.</b>	<b>Какие вещества, формулы которых приведены ниже, попарно реагируют друг с другом с образованием солей?</b> а) $Cr_2O_3$ и $KOH$ ; в) $Zn(OH)_2$ и $HI$ ; б) $NaOH$ и $Al(OH)_3$ ; г) $AlCl_3$ и $NH_4OH$ .
<b>14.</b>	<b>Укажите формулы веществ, которые при обычных условиях могут реагировать как с цинк-оксидом, так и с цинк гидроксидом:</b> а) $K_2O$ ; б) $H_2SO_4$ ; в) $H_2SiO_3$ ; г) $KOH$ .

<b>15.</b>	<b>В растворе, содержащем 0,1 моль цинк хлорида, полностью растворили 0,4 моль натрия. Установите химическое количество и формулу продукта реакции:</b> а) 0,2 моль $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ; б) 0,1 моль $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$ ; в) 0,2 моль $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$ ; г) 0,1 моль $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ .
<b>16.</b>	<b>Укажите пары веществ, в которых оба вещества могут изменять окраску водного раствора фенолфталеина:</b> а) $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{NH}_3$ ; б) $\text{CaO}$ , $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ; в) $\text{NH}_3$ , $\text{RbOH}$ ; г) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , $\text{CrO}_3$ .
<b>17.</b>	<b>В каких парах гидроксидов, формулы которых приведены ниже, первый гидроксид обладает более выраженными основными свойствами по сравнению со вторым?</b> а) $\text{Cr}(\text{OH})_2$ и $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ; б) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; в) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$ ; г) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{NH}_4\text{OH}$ .

## Раздел 4. Кислоты

### ***1. Классификация кислот. Номенклатура кислот. Физические свойства кислот. Получение кислот.***

**Задание 1.** Классифицируйте ниже перечисленные кислоты по основности и по содержанию атомов кислорода; дайте названия кислотам и соответствующим кислотным остаткам; укажите заряд кислотных остатков; охарактеризуйте относительную силу кислот (сильные/слабые кислоты):

$\text{HI}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{HClO}_3$ .

Укажите в кислородосодержащих кислотах кислотообразующий элемент, определите его валентность.

**Задание 2.** Напишите молекулярные и графические формулы кислот, которым соответствуют следующие кислотные остатки:  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSeO}_4^-$ .

**Задание 3.** Напишите формулы и дайте названия оксидам, гидратами которых являются следующие кислоты:  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ .

**Задание 4.** Укажите агрегатное состояние и растворимость в воде для следующих соединений:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HPO}_3$ .

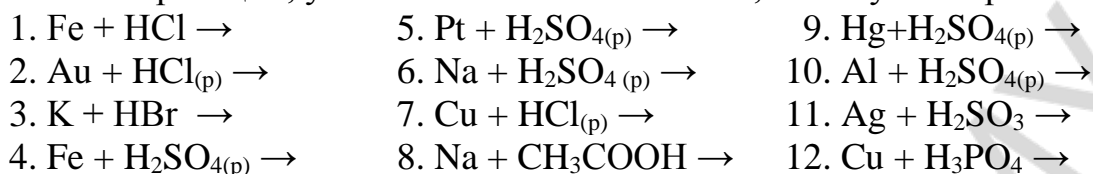
Укажите цвет индикаторов: лакмуса, метилоранжа, фенолфталеина – в водных растворах кислот.

**Задание 5.** Напишите уравнения реакций возможных способов получения следующих кислот:  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

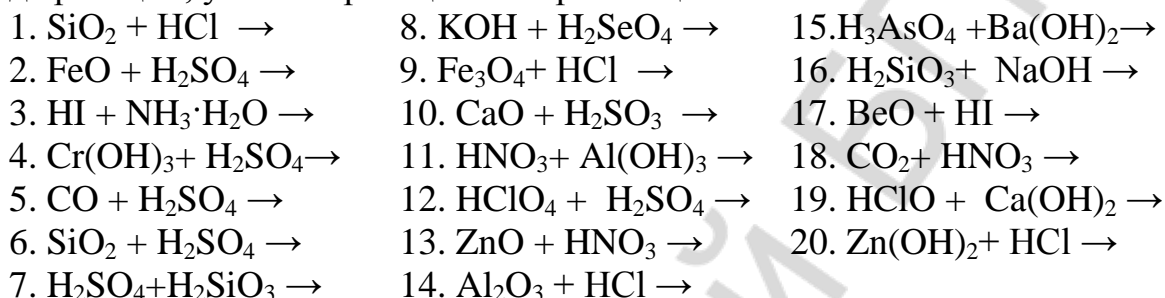
Укажите, какие способы являются общими способами получения кислот.

## 2. Химические свойства кислот

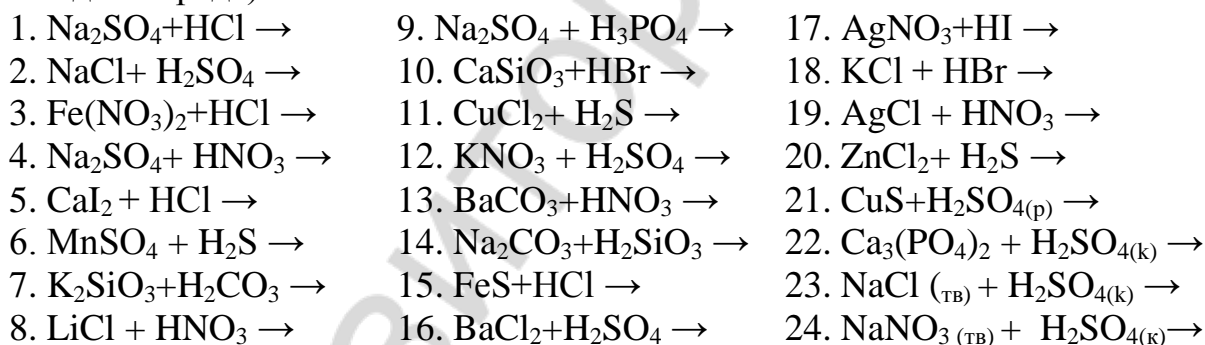
**Задание 1.** Укажите, какие из приведенных ниже пар веществ могут вступить в реакцию в водной среде. Напишите уравнения практически осуществимых реакций, укажите их тип и объясните, почему они протекают:



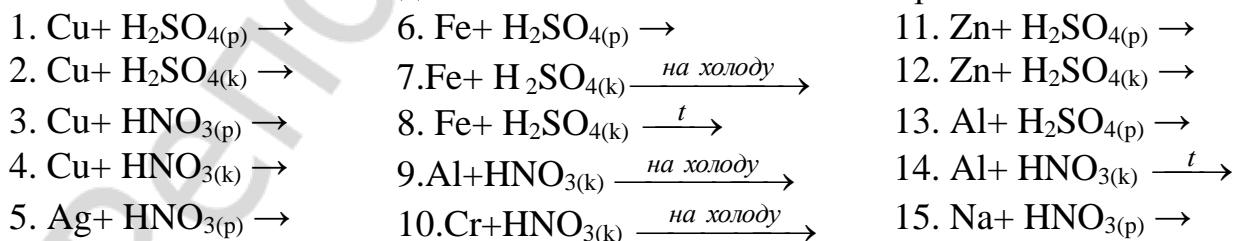
**Задание 2.** Закончите уравнения практически осуществимых в водной среде реакций, укажите реакции нейтрализации:



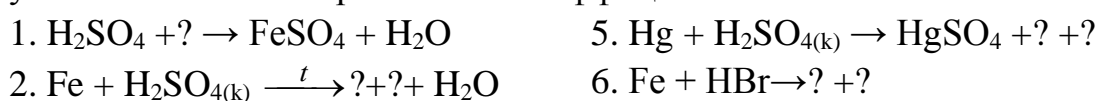
**Задание 3.** Какую информацию позволяет получить вытеснительный ряд кислот? Закончите уравнения практически осуществимых химических реакций (за исключением трех последних реакций все остальные протекают в водной среде):

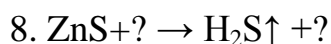
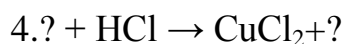


**Задание 4.** Закончите уравнения практически осуществимых реакций, объясните особенности взаимодействия металлов с азотной и серной кислотами:



**Задание 5.** Вставьте вместо знаков «?» химические формулы веществ в указанных схемах и расставьте коэффициенты:





*Задание 6.* Среди перечисленных ниже соединений укажите формулы относительно термически неустойчивых кислот, запишите уравнения реакций разложения этих кислот:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

### Задачи

1. Приведите формулу соединения, в котором массовая доля хрома в 26 раз больше массовой доли водорода, а массовая доля кислорода в 32 раза больше массовой доли водорода. Сколько граммов соответствующего оксида необходимо взять для получения 295 г данного гидроксида?
2. Техническую поваренную соль массой 200 г обработали избытком концентрированной серной кислоты. Определите содержание примесей в соли, если при степени превращения 95 % выделилось 64,59 л газа (н.у.), а потери в производстве составили 8 %.
3. Из 1,5 моль фосфора в две стадии ( $\text{P} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_3\text{PO}_4$ ) получили 90 г кислоты. Найдите выход продукта на второй стадии, если на первой он равен 90 %.
4. Навеску смеси железа и алюминия обработали избытком соляной кислоты и получили 30,35 г смеси хлоридов. Такую же навеску смеси металлов обработали разбавленной серной кислотой и получили 37,4 г смеси сульфатов. Определите массы металлов в смеси.
5. При добавлении к раствору соляной кислоты избытка серебра нитрата выпало 2,87 г осадка. Сколько граммов калий гидроксида нужно для полной нейтрализации исходного раствора соляной кислоты?
6. Имеется раствор, содержащий одновременно серную и азотную кислоты. При добавлении к этому раствору избытка барий хлорида получили 9,32 г осадка. Для нейтрализации оставшегося раствора затрачено 5,184 г натрий гидроксида. Найти массы кислот в исходном растворе.
7. К 40 г смеси, содержащей 30 % по массе  $\text{MgO}$ , 20 %  $\text{ZnO}$ , 50 %  $\text{BaO}$  прибавили 648 г раствора, содержащего 77,76 г серной кислоты. Определите количество воды в полученном растворе.
8. Имеется смесь кальций гидроксида, кальций карбоната, кальций сульфата. При обработке 15,5 г этой смеси избытком соляной кислоты выделилось 1,12  $\text{дм}^3$  (н.у.) газа и осталось 6,8 г не растворившегося остатка. Определите массовые доли веществ в исходной смеси.
9. Смесь равных по массе количеств цинка и кальций карбоната обработали избытком раствора соляной кислоты. Определите среднюю плотность ( $\text{г/дм}^3$ ) образовавшейся смеси газов (н.у.).

10. Смесь, содержащую натрий карбонат и натрий силикат, растворили в воде. Затем к раствору добавили избыток серной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом 2,24 дм<sup>3</sup> (н.у.), и выпал осадок массой 7,8 г. Определите массовую долю (%) натрий карбоната в исходной смеси.
11. Уравновешены два сосуда с разбавленными растворами соляной и серной кислот. В сосуд с соляной кислотой добавили 1,0 г кальций карбоната. Какую массу цинка нужно добавить во второй сосуд для восстановления равновесия?
12. К раствору, содержащему 5,4 г медь (II) хлорида, прибавили раствор, содержащий 1,02 г сероводорода. Полученный раствор выпарили. Найдите массы веществ в сухом остатке.
13. Смесь магний-сульфита и кальций-сульфита, содержащую примесь, общей массой 34 г, обработали раствором серной кислоты и получили 6,72 дм<sup>3</sup> (н.у.) газа и 36,64 г смеси сульфатов. Найдите массы сульфитов, а также массовую долю примесей в исходной смеси солей.
14. Образец кальций карбоната массой 20,0 г, загрязненный сульфатными примесями, обработали избытком азотной кислоты. Объем образовавшегося газа, измеренный при 25 °С и нормальном давлении, составил 4,66 дм<sup>3</sup>. Вычислите массовую долю примесей в исходном образце.
15. Какое количество вещества аммоний хлорида образуется, если смешать находящийся при 25 °С и давлении 95,0 кПа аммиак объемом 13,0 л и хлороводород объемом 11,8 л, находящийся при той же температуре и давлении 105 кПа?
16. Смесь стронций карбоната и аммоний гидрокарбоната общей массой 12,0 г, в которой масса атомов углерода в 12 раз больше массы атомов водорода, добавили к избытку 10 %-ного раствора серной кислоты. Вычислите массу выпавшего осадка и объем выделившегося газа (н.у.).

**Ответы:** 1. H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>; 250 г. 2. 3,5 %. 3. 68,03 %. 4. 7,76 г Fe; 2,58 г Al. 5. 1,12 г. 6. 3,124 г HNO<sub>3</sub>; 3,92 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7. 32,2 моль. 8. 44 % CaSO<sub>4</sub>; 24 % Ca(OH)<sub>2</sub>; 32 % CaCO<sub>3</sub>. 9. 0,83 г/дм<sup>3</sup>. 10. 46,5 %. 11. 0,58 г. 12. 2,88 г CuS; 1,35 г CuCl<sub>2</sub>. 13. 27,04 г MgSO<sub>3</sub>; 4,8 г CaSO<sub>3</sub>; 6,35 %. 14. 5 %. 15. 0,499 моль. 16. 2,00 л; 13,2 г.

### ТЕСТ 3. КИСЛОТЫ

1.	Укажите число сигма-связей в молекуле высшего гидроксида элемента с конфигурацией внешнего электронного слоя ...3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> : а) 8;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 5.
2.	Выберите символы элементов, образующих соединения состава ЭО <sub>3</sub> и Н <sub>2</sub> ЭО <sub>4</sub> , атомы которых при этом проявляют высшую степень окисления: а) Se;                      б) Mn;                      в) Cr;                      г) S.

3.	<p>Укажите формулы оксидов, при растворении которых в воде образуются двухосновные кислоты:</p> <p>а) <math>\text{SiO}_2</math>;                      б) <math>\text{SeO}_3</math>;                      в) <math>\text{CrO}_3</math>;                      г) <math>\text{N}_2\text{O}_5</math>.</p>
4.	<p>Каким кислотам отвечает сера (VI) оксид?</p> <p>а) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>;                      б) <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math>;                      в) <math>\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7</math>;                      г) <math>\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>.</p>
5.	<p>Выберите правильные утверждения — как метакремниевая, так и метафосфорная кислоты:</p> <p>а) слабее, чем хлорная;  б) могут образовывать кислые соли;  в) при н.у. являются твердыми веществами;  г) не растворяются в воде.</p>
6.	<p>В каких парах обе кислоты не выделены в свободном состоянии при комнатной температуре?</p> <p>а) хлорноватистая, азотистая;                      б) сернистая, хлорная;  в) ортофосфорная, кремниевая;                      г) угольная, азотистая.</p>
7.	<p>Выберите пары кислот, имеющих одинаковую степень окисления атома кислотообразующего элемента и одинаковую основность:</p> <p>а) <math>\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7</math> и <math>\text{H}_3\text{AsO}_4</math>;                      б) <math>\text{H}_2\text{MnO}_4</math> и <math>\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math>;  в) <math>\text{HNO}_2</math> и <math>\text{HClO}_2</math>;                      г) <math>\text{H}_3\text{AsO}_4</math> и <math>\text{H}_3\text{BO}_3</math>.</p>
8.	<p>Некоторый ион состава <math>\text{ЭO}_3^{2-}</math>, химическим количеством 0,1 моль содержит <math>1,9264 \times 10^{24}</math> электронов. Укажите формулу иона:</p> <p>а) <math>\text{CO}_3^{2-}</math>;                      б) <math>\text{SiO}_3^{2-}</math>;                      в) <math>\text{SO}_3^{2-}</math>;                      г) <math>\text{SeO}_3^{2-}</math>.</p>
9.	<p>Укажите формулу соединения, которое является ангидридом сернистой кислоты:</p> <p>а) <math>\text{SO}_2</math>;                      б) <math>\text{SO}_3</math>;                      в) <math>\text{H}_2\text{S}</math>;                      г) <math>\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7</math>.</p>
10.	<p>Кислоты можно получить при взаимодействии веществ (реакции протекают в растворах):</p> <p>а) <math>\text{CaCl}_2</math> и <math>\text{HNO}_3</math>;                      б) <math>\text{Ba}(\text{NO}_3)_2</math> и <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>;  в) <math>\text{AgNO}_3</math> и <math>\text{HBr}</math>;                      г) <math>\text{CuSO}_4</math> и <math>\text{HCl}</math>;  д) <math>\text{CuSO}_4</math> и <math>\text{H}_2\text{S}</math>;                      е) <math>\text{Na}_2\text{SiO}_3</math> и <math>\text{CO}_2</math>;  ж) <math>\text{K}_2\text{SiO}_3</math> и <math>\text{SO}_2</math>;                      з) <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> и <math>\text{SiO}_2</math>.</p>
11.	<p>Разбавленная азотная кислота в отличие от разбавленной соляной кислоты реагирует с каждым из веществ в паре:</p> <p>а) <math>\text{NaHCO}_3</math>, <math>\text{Cu}</math>;                      б) <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>;  в) <math>\text{CaSiO}_3</math>, <math>\text{Fe}</math>;                      г) <math>\text{AgBr}</math>, <math>\text{BaSO}_4</math>.</p>
12.	<p>Даны вещества: <math>\text{Cu}</math>, <math>\text{NaNO}_3</math>, <math>\text{CuS}</math>, <math>\text{CaSiO}_3</math>, <math>\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2</math>, <math>\text{ZnS}</math>, <math>\text{Fe}</math>, <math>\text{BaCl}_2</math>. Укажите число веществ, с которыми взаимодействует разбавленная серная кислота:</p> <p>а) 4;                      б) 6;                      в) 5;                      г) 7.</p>
13.	<p>Укажите верные утверждения: подобно концентрированной азотной кислоте серная концентрированная кислота ...:</p> <p>а) вытесняет из твердых хлоридов хлороводород;  б) проявляет окислительные свойства за счет ионов водорода;</p>



	<p>в) проявляет окислительные свойства за счет атома кислотообразующего элемента в высшей степени окисления;</p> <p>г) взаимодействует с серебром.</p>
14.	<p><b>На сплав цинка, железа и меди при комнатной температуре действуют концентрированной азотной кислотой. Основными продуктами реакции (кроме воды) будут вещества, формулы которых:</b></p> <p>а) <math>Zn(NO_3)_2</math>, <math>Fe(NO_3)_2</math>, <math>Cu(NO_3)_2</math>, <math>NO_2</math>;</p> <p>б) <math>Zn(NO_3)_2</math>, <math>Fe(NO_3)_3</math>, <math>Cu(NO_3)_2</math>, <math>NO_2</math>;</p> <p>в) <math>Zn(NO_3)_2</math>, <math>Cu(NO_3)_2</math>, <math>NO_2</math>;</p> <p>г) <math>Zn(NO_3)_2</math>, <math>Cu(NO_3)_2</math>, <math>NO</math>.</p>
15.	<p><b>Различить между собой разбавленные водные растворы азотной, соляной и ортофосфорной кислот можно с помощью:</b></p> <p>а) <math>Ba(OH)_2</math>; б) <math>AgNO_3</math>; в) медных опилок; г) <math>CaCO_3</math>.</p>
16.	<p><b>В каких парах обе кислоты сравнительно легко разлагаются при нагревании?</b></p> <p>а) <math>HClO</math>, <math>HNO_3</math>; б) <math>H_2SiO_3</math>, <math>H_3PO_4</math>;</p> <p>в) <math>HCl</math>, <math>H_2S</math>; г) <math>H_2SO_3</math>, <math>H_2ZnO_2</math>.</p>
17.	<p><b>В каких рядах сила кислот слева направо уменьшается?</b></p> <p>а) фтороводородная, соляная, бромоводородная;</p> <p>б) кремниевая, сероводородная, уксусная;</p> <p>в) хлорная, хлорноватая, хлорноватистая;</p> <p>г) азотная, ортофосфорная, мышьяковая.</p>

## Раздел 5. Соли

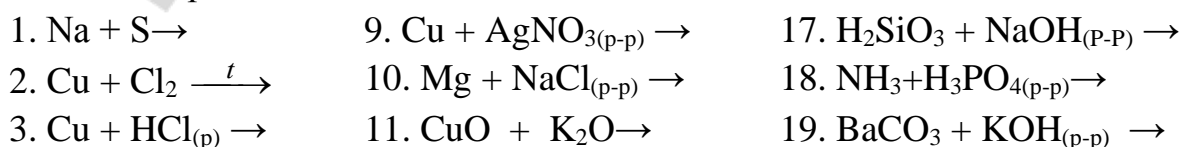
### 1. Классификация солей. Номенклатура солей. Получение солей.

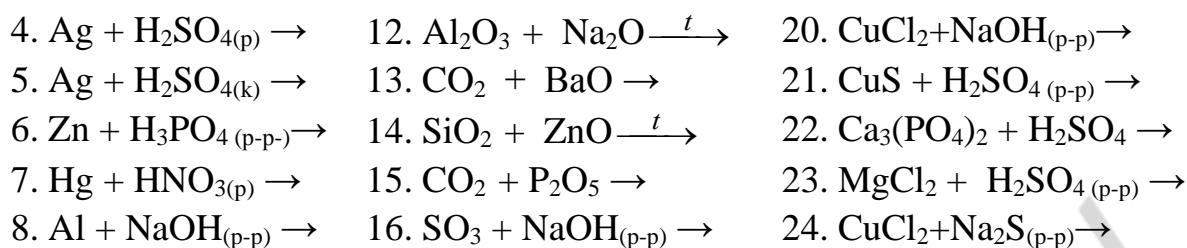
**Задание 1.** Классифицируйте предложенные ниже соли и дайте им названия:

$Na_2ZnO_2$ ,  $CuSO_4$ ,  $Ca(HSO_3)_2$ ,  $KClO_3$ ,  $Na_2CrO_4$ ,  $Na_3[Al(OH)_6]$ ,  $Al(H_2PO_4)_3$ ,  $Fe_2(HPO_4)_3$ ,  $NaPO_3$ ,  $Fe(OH)_2Cl$ ,  $KNaSO_4$ ,  $Ba(HS)_2$ ,  $(AlOH)SO_4$ ,  $Ba[Be(OH)_4]$ ,  $Ca(OCl)Cl$ ,  $Ca(AlO_2)_2$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4$ ,  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .  
 Определите заряд кислотного остатка в средних и кислых солях.

**Задание 2.** Напишите формулы следующих солей: барий гидросульфита, аммоний дигидроортофосфата, кальций метафосфата, барий дихромата, калий перманганата, гидроксожелезо (III) сульфата, медь (II) гидрокарбоната, гидроксожелезо (II) ортофосфата, барий метаалюмината.

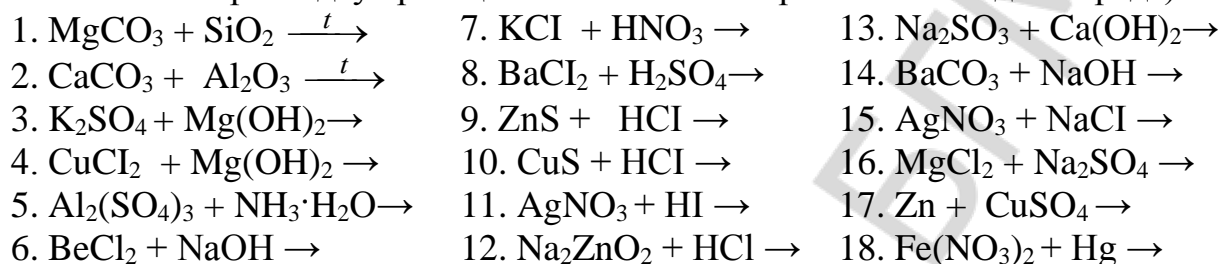
**Задание 3.** Закончите уравнения практически осуществимых реакций, укажите типы реакций:



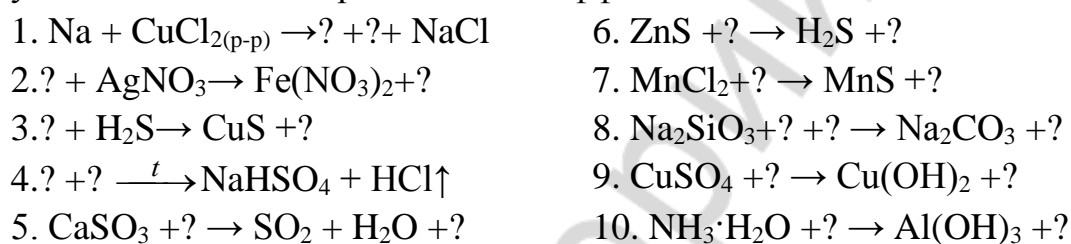


## 2. Химические свойства средних солей.

**Задание 1.** Закончите уравнения практически осуществимых реакций (за исключением первых двух реакций все остальные протекают в водной среде):



**Задание 2.** Вместо знаков «?» запишите формулы химических веществ в указанных схемах и расставьте коэффициенты:



## 3. Кислые соли.

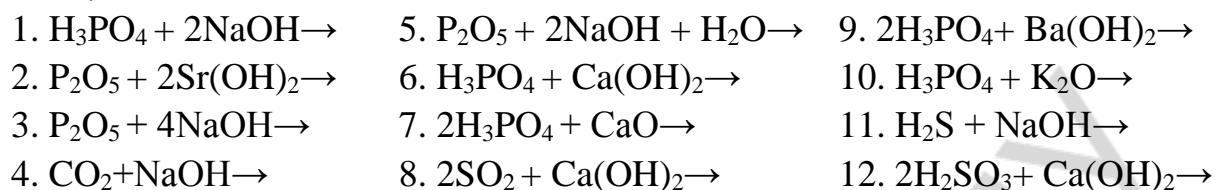
**Задание 1.** Напишите химические формулы кислых солей, которые могут быть получены в результате замещения:

- а) атомов водорода в молекуле  $\text{H}_3\text{PO}_4$  атомами кальция;
  - б) атомов водорода в молекуле  $\text{H}_2\text{S}$  атомами магния;
  - в) атомов водорода в молекуле  $\text{H}_3\text{PO}_4$  атомами калия.
- Охарактеризуйте растворимость данных солей в воде.

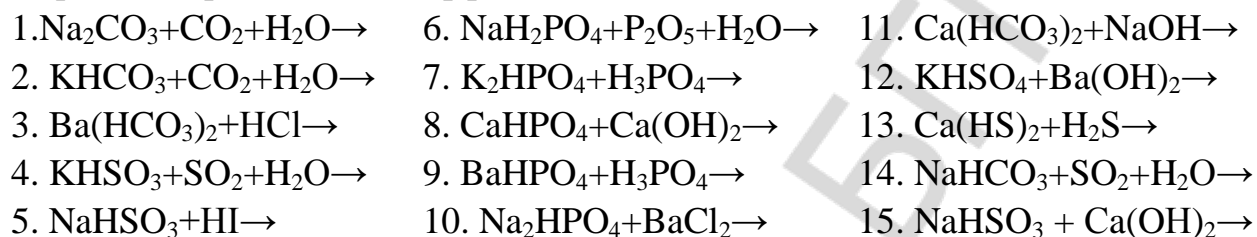
**Задание 2.** Определите количественный и качественный состав веществ, которые можно выделить после прохождения реакций между веществами в растворах:

- |  |   |
|--|---|
| 1. 1 моль $\text{NaOH}$ и 1,5 моль $\text{P}_2\text{O}_5$            | 7. 2 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 3 моль $\text{H}_3\text{PO}_4$     |
| 2. 3 моль $\text{NaOH}$ и 1 моль $\text{P}_2\text{O}_5$              | 8. 1,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 1,5 моль $\text{H}_3\text{PO}_4$ |
| 3. 7,5 моль $\text{NaOH}$ и 1 моль $\text{P}_2\text{O}_5$            | 9. 1,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 3 моль $\text{H}_3\text{PO}_4$   |
| 4. 0,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 1 моль $\text{P}_2\text{O}_5$ | 10. 2 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 3 моль $\text{NaHCO}_3$           |
| 5. 2,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 1 моль $\text{P}_2\text{O}_5$ | 11. 0,5 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 1 моль $\text{NaHCO}_3$         |
| 6. 3 моль $\text{NaOH}$ и 1 моль $\text{CO}_2$                       | 12. 0,5 моль $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и 3,5 моль $\text{NaOH}$       |

**Задание 3.** Закончите уравнения химических реакций, протекающих в водных растворах, расставьте коэффициенты (в левой части коэффициенты проставлены):

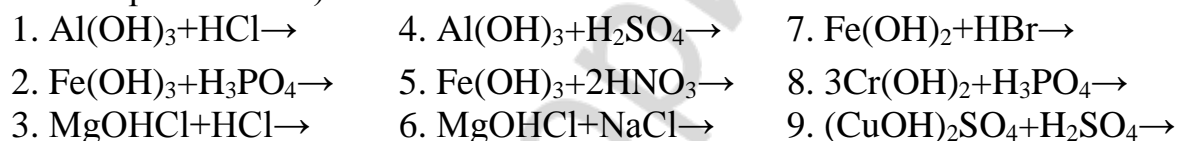


**Задание 4.** Закончите уравнения практически осуществимых в водной среде реакций, расставьте коэффициенты:

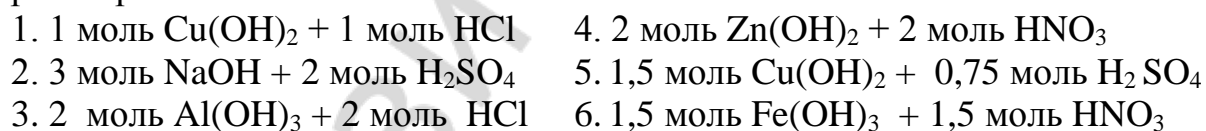


#### 4. Основные соли.

**Задание 1.** Закончите уравнения практически осуществимых в водной среде химических реакций, расставьте коэффициенты (коэффициенты в левой части проставлены):

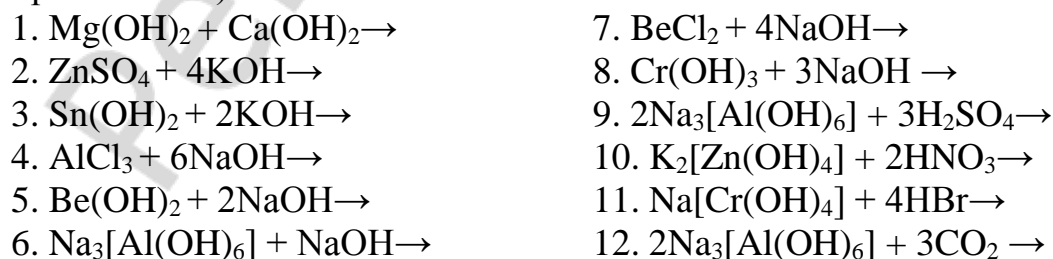


**Задание 2.** Определите количественный и качественный состав веществ, которые можно выделить после протекания реакций между веществами в растворах:



#### 5. Комплексные соли.

**Задание 1.** Закончите уравнения практически осуществимых химических реакций, протекающих в водных растворах (в левой части коэффициенты проставлены):



*Задание 2.* Определите степень окисления металлов в следующих ионах:  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^+$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Br}_2]^+$ ,  $[\text{AuCl}_4]^-$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ ,  $(\text{FeOH})^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^+$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ,  $(\text{MnOH})^+$ .

Составьте формулы солей, добавляя к предложенным ионам какие-либо катионы или анионы. Определите координационное число элемента-комплексообразователя.

### *Задачи*

1. В некоторой порции кристаллогидрата железо (III) сульфата число атомов кислорода в 15 раз больше числа Авогадро, а число атомов железа точно соответствует числу Авогадро. Выведите формулу кристаллогидрата.
2. В некотором образце кислой аммонийной соли ортофосфорной кислоты находится  $3,612 \cdot 10^{22}$  атомов кислорода и  $8,127 \cdot 10^{22}$  атомов водорода. Напишите формулу этой соли.
3. В каком молярном соотношении были смешаны натрий гидросульфит и натрий гидросульфид, если массовая доля серы в полученной смеси равна 45 %?
4. Какую массу аммоний гидросульфата следует добавить к 3,60 г калий гидросульфита, чтобы в полученной смеси содержалось одинаковое число атомов водорода и кислорода?
5. К калий сульфиду массой 3,30 г, находящемуся в водном растворе, добавили 0,02 моль гексагидрата медь (II) хлорида. Вычислите массу образовавшегося осадка.
6. Имеется смесь аммоний хлорида и аммоний карбоната, в которой массы солей равны. Какая масса этой смеси нужна для получения 8 дм<sup>3</sup> (н.у.) аммиака?
7. Аммоний гидрокарбонат массой 4,00 г прокалили. Чему равен объем (н.у.) выделившихся газов после конденсации паров воды?
8. Железную пластинку массой 20,4 г опустили в раствор  $\text{CuSO}_4$ . Какая масса железа перейдет в раствор к моменту, когда масса пластины стала равной 22 г?
9. Медную пластину массой 28 г опустили в раствор серебро (I) нитрата. По окончании реакции массы пластины оказалась равной 32,52 г. Установите состав пластины (в граммах) после реакции.
10. В раствор  $\text{CuSO}_4$  опустили пластинку из кадмия. Определить массу выделившейся меди, если масса пластины уменьшилась на 9 г.
11. В раствор  $\text{CuSO}_4$  опустили железную пластину массой 40 г. Через некоторое время масса пластинки возросла на 5 %. Определить массу выделившейся меди и количество вещества  $\text{FeSO}_4$ .
12. Цинковая пластина массой 5 г была опущена в раствор  $\text{CuSO}_4$ . После окончания реакции пластина имела массу 4,96 г. Определите: а) массу

- прореагировавшего медь (II) сульфата; б) на сколько граммов изменится масса исходного раствора.
13. Магний массой 18 г поместили в раствор цинк нитрата. Через некоторое время твердый остаток отделили, высушили. Его масса оказалась равной 20,55 г. Найдите массовые доли веществ в твердом остатке.
  14. Смешали раствор, содержащий 5 г смеси NaCl и KCl, с раствором, содержащим 27,2 г AgNO<sub>3</sub>. Осадок отделили, а в раствор ввели медную проволоку, в результате 2,54 г меди перешло в раствор. Найдите массы хлоридов в исходной смеси.
  15. Железную пластину погрузили на некоторое время в разбавленную соляную кислоту, затем в раствор CuSO<sub>4</sub>. При этом выделилось 1,12 л (н.у.) газа, а масса пластины после 2-х реакций увеличилась на 2,4 г. Сколько всего граммов железа вступило в реакции?
  16. В раствор, содержащий 14,1 г Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и 14,6 г Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, погрузили кадмиевую пластинку массой 50 г. На сколько процентов увеличилась масса пластины после выделения меди и ртути из раствора?
  17. В растворе, содержащем 69,99 г KOH, растворен весь газ, полученный при сжигании 28 л (н.у.) метана. Найдите состав и массу полученной соли.
  18. Через раствор, содержащий 11,2 г KOH, пропустили 1,792 дм<sup>3</sup> (н.у.) CO<sub>2</sub>. Определите состав и количество (моль) полученной соли.
  19. 44,8 дм<sup>3</sup> (н.у.) сернистого газа пропустили через раствор, содержащий 224 г KOH. Найдите состав и массу полученной соли.
  20. Определите состав и массу соли, полученной при растворении 14,2 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в растворе, содержащем 8 г NaOH.
  21. Какая масса KOH должна прореагировать с 24,5 г ортофосфорной кислоты, чтобы продуктом был калий дигидрофосфат?
  22. Какая масса натрия карбоната и какой объем углекислого газа необходимы для получения 10 кг пищевой соды (NaHCO<sub>3</sub>), если потери в производстве составляют 16 %?
  23. Какой объем углекислого газа (н.у.) следует пропустить через взвесь в воде кальций карбоната массой 20,0 г до получения прозрачного раствора.
  24. 1,568 дм<sup>3</sup> (н.у.) углекислого газа пропускают через раствор, содержащий 3,2 г натрий гидроксида. Определите состав и количество веществ полученных солей.
  25. Через раствор, содержащий 10 г кальций гидроксида пропустили 4,48 дм<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> (н.у.). Определите массу вещества в растворе.
  26. К раствору, содержащему 4 г гидроксида натрия, прибавили 3,92 г ортофосфорной кислоты. Найти массы всех продуктов реакции.

27. Какую массу  $\text{H}_3\text{PO}_4$  надо нейтрализовать, чтобы получить 1,20 г натрий-дигидроортофосфата и 4,26 г натрий-гидроортофосфата?
28. К раствору калий гидроксида прибавили 14,7 г ортофосфорной кислоты. После этого в растворе оказалось 22,5 г смеси дигидрофосфата и гидрофосфата калия. Какова была масса калий гидроксида в исходном растворе?
29. К раствору серной кислоты прибавили натрий гидроксид, при этом образовалось 3,6 г кислой и 2,84 г средней соли. Определите массу кислоты в исходном растворе и массу добавленной щелочи.
30. Газ, выделившийся при обжиге 250 г известняка, содержащего 12 % термически устойчивых примесей, пропустили через раствор, полученный при растворении 9,75 г калия в  $180 \text{ см}^3$  воды. Найдите массу и состав полученной соли.
31. Через суспензию, содержащую 7,4 г кальций гидроксида, пропустили  $8 \text{ дм}^3$  газовой смеси (н.у.), содержащей 39,2 % углекислого газа по объему. Найдите химическое количество вещества полученного кальций карбоната.
32. К раствору, содержащему 18 г калий гидросульфита, прибавили раствор, содержащий 12,2 г стронций гидроксида. Определите массы всех веществ, получившихся в результате взаимодействия.
33. При действии избытка соляной кислоты на аммоний гидросульфит выделилось 0,896 л (н.у.) газа. Какая масса соли вступила в реакцию?
34. Какая соль получится при взаимодействии равных масс аммиака и сероводорода?
35. В воде растворили натрий оксид и добавили вещество, полученное при сжигании фосфора в избытке кислорода, затем раствор выпарили. Какое вещество находится в сухом остатке, если использовались равные массы натрий оксида и фосфора?
36. Через раствор, содержащий 2,4 г  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , пропустили  $896 \text{ см}^3$  газообразного аммиака (н.у.). Какая соль образовалась и какова ее масса?
37. Количество вещества сера (IV) оксида, пропущенного через раствор калий гидроксида, в 1,5 раза меньше количества вещества щелочи. Вычислите, в каком соотношении по массе находятся соединения калия в образовавшемся растворе.
38. Масса углекислого газа, пропущенного через раствор натрий гидроксида, в 2 раза меньше массы щелочи. Вычислите, в каком молярном соотношении находятся соединения натрия в образовавшемся растворе.
39. К раствору, содержащему 9,66 г калий карбоната, прибавили раствор, содержащий 6,3 г азотной кислоты. Определите массы образовавшихся солей.

**Ответы:** 1.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ . 2.  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . 3.  $n(\text{NaHS})/n(\text{NaHSO}_3) = 2,18$ . 4. 6,90 г. 5. 1,92 г. 6. 18,2 г. 7. 2,27 л. 8. 11,2 г. 9. 26,1 г Cu; 6,42 г Ag. 10. 12 г. 11. 16 г Cu; 0,25

моль  $\text{FeSO}_4$ . **12.** 6,4 г; 0,04 г. **13.** 80,34 % Mg; 19,66 % Zn. **14.** 3,51 г NaCl; 1,49 г KCl. **15.** 39,2 г. **16.** 0,81 %. **17.** 125 г  $\text{KHCO}_3$ . **18.** 0,08 моль  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . **19.** 316 г  $\text{K}_2\text{SO}_3$ . **20.** 24 г  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . **21.** 14 г. **22.** 7,51 кг  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 1,59 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$ . **23.** 4,48 л. **24.** 0,06 моль  $\text{NaHCO}_3$ ; 0,01 моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . **25.** 10,53 г  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . **26.** 3,28 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ; 2,84 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . **27.** 3,92 г. **28.** 11,48 г KOH. **29.** 4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 2,8 г NaOH. **30.** 25 г  $\text{KHCO}_3$ . **31.** 0,06 моль. **32.** 7,9 г  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ; 2,8 г KOH; 16,8 г  $\text{SrSO}_3$ . **33.** 3,96 г. **34.**  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . **35.**  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . **36.** 3,08 г  $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ . **37.**  $m(\text{K}_2\text{SO}_3)/m(\text{KHSO}_3) = 1,32$ . **38.**  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)/n(\text{NaOH}) = 5,01$ . **39.** 10,1 г  $\text{KNO}_3$ ; 4,0 г  $\text{KHCO}_3$ .

#### ТЕСТ 4. СОЛИ

<b>1.</b>	<b>В каких парах указаны формулы только средних солей?</b> а) $\text{KCrO}_2$ , $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ; б) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ; в) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ , $\text{CaSO}_4$ ; г) $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$ , $\text{KMnO}_4$ .
<b>2.</b>	<b>Укажите формулы солей, которые составлены неверно:</b> а) $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ; б) $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ ; в) $\text{CaTe}$ ; г) $\text{CaAlO}_2$ .
<b>3.</b>	<b>Укажите пары, в которых оба металла вытесняют медь из водного раствора медь (II) хлорида:</b> а) Zn, Fe; б) Ca, Mg; в) Cr, Cd; г) Hg, K.
<b>4.</b>	<b>Выберите пары, в которых второй металл вытесняет первый металл из водного раствора соли:</b> а) Fe, Zn; б) Zn, Na; в) Ag, Cu; г) Fe, Sn.
<b>5.</b>	<b>В раствор, содержащий смесь нитратов ртути, серебра, меди, железа, опустили цинковую пластину. Какой металл будет первым оседать на пластине:</b> а) Fe; б) Cu; в) Ag; г) Hg ?
<b>6.</b>	<b>Взаимодействие аммиака с водным раствором сероводорода относится к типу реакций:</b> а) замещения; б) обмена; в) соединения; г) окислительно-восстановительных.
<b>7.</b>	<b>Укажите ряд веществ, в котором все соли относительно легко разлагаются при нагревании:</b> а) $\text{NaNO}_3$ , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; б) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $\text{CuCO}_3$ , $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; в) KCl, $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; г) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .
<b>8.</b>	<b>В каких парах между веществами возможна реакция обмена в растворе?</b> а) калий сульфид и медь (II) сульфат; б) кальций нитрат и калий карбонат; в) барий сульфат и калий хлорид; г) медь (II) сульфат и калий нитрат?
<b>9.</b>	<b>Укажите реакции, в которых можно получить натрий-нитрат:</b> а) $\text{AgNO}_3 + \text{NaI} \rightarrow$ ; б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ ; в) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ; г) $\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow$ .

10.	<p><b>Вещества, расположенные в последовательности: кислая соль – двойная соль – средняя соль, находятся в ряду:</b></p> <p>а) <math>\text{NaH}_2\text{PO}_4</math>, <math>\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}</math>, <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math>;      б) <math>\text{Ca}(\text{HS})_2</math>, <math>\text{NaAlO}_2</math>, <math>\text{K}_2\text{CO}_3</math>;  в) <math>\text{NH}_4\text{HS}</math>; <math>(\text{NH}_4)_2\text{NaPO}_4</math>, <math>\text{Na}_2\text{BeO}_2</math>;      г) <math>\text{MgOHCl}</math>, <math>\text{KNaSO}_4</math>, <math>\text{MgBr}_2</math>.</p>
11.	<p><b>Укажите формулы солей, в которых атом цинка входит в состав аниона:</b></p> <p>а) <math>[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2</math>;      б) <math>\text{K}_2\text{ZnO}_2</math>;      в) <math>\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]</math>;      г) <math>\text{ZnOHNO}_3</math>.</p>
12.	<p><b>Формулы каких солей составлены неверно?</b></p> <p>а) <math>(\text{NH}_4)_2\text{Al}(\text{SO}_4)_3</math>;      б) <math>\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]</math>;  в) <math>\text{Al}(\text{OH})_2\text{SO}_4</math>;      г) <math>(\text{CuOH})_2\text{CO}_3</math>.</p>
13.	<p><b>Укажите число веществ из приведенных ниже — <math>\text{KFeO}_2</math>, <math>\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math>, <math>\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]</math>, <math>(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2</math>, <math>\text{FePO}_4</math> — в которых атом железа имеет одинаковую степень окисления:</b></p> <p>а) 5;      б) 4;      в) 3;      г) 2.</p>
14.	<p><b>Укажите вещества, которые при взаимодействии с соляной кислотой могут образовывать только две разные по составу соли:</b></p> <p>а) <math>\text{Fe}(\text{OH})_3</math>;      б) <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>;      в) <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math>;      г) <math>\text{LiOH}</math>.</p>
15.	<p><b>При взаимодействии 1 моль железа (III) гидроксида и 2 моль азотной кислоты образуются:</b></p> <p>а) <math>\text{Fe}(\text{OH})\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>;      б) <math>\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}</math>;  в) <math>\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}</math>;      г) <math>\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>.</p>
16.	<p><b>Цинк-нитрат не образуется в качестве основного продукта при взаимодействии с избытком раствора азотной кислоты веществ, формулы которых:</b></p> <p>а) <math>\text{ZnSO}_4</math>;      б) <math>\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]</math>;      в) <math>\text{ZnS}</math>;      г) <math>\text{ZnCl}_2</math>.</p>
17.	<p><b>В растворе, содержащем 0,1 моль алюминий хлорида, полностью растворили 0,3 моль калий оксида. Укажите формулу и химическое количество продукта реакции:</b></p> <p>а) 0,3 моль <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math>;      б) 0,1 моль <math>\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]</math>;  в) 0,1 моль <math>\text{KAlO}_2</math>;      г) 0,6 моль <math>\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]</math>.</p>
18.	<p><b>На основании уравнения реакции <math>\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{KOH}</math> (избыток) → <math>\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math> определите, какое число атомов водорода непосредственно связано с атомом фосфора в молекуле кислоты:</b></p> <p>а) 3;      б) 1;      в) 2;      г) 0.</p>
19.	<p><b>Укажите формулу гидроортофосфата некоторого элемента, если формула метаалюмината этого элемента <math>\text{Э}(\text{AlO}_2)_2</math>:</b></p> <p>а) <math>\text{Э}(\text{HPO}_3)_2</math>;      б) <math>\text{ЭHPO}_4</math>;      в) <math>\text{Э}(\text{HPO}_4)_2</math>;      г) <math>\text{Э}(\text{HPO}_4)_4</math>.</p>
20.	<p><b>Укажите вещества, которые при взаимодействии с раствором калий гидроксида могут образовывать две разные по составу соли:</b></p> <p>а) <math>\text{P}_2\text{O}_5</math>;      б) <math>\text{Mn}_2\text{O}_7</math>;      в) <math>\text{H}_2\text{Se}</math>;      г) <math>\text{SO}_2</math>.</p>



21.	<p>К раствору, содержащему 0,01 моль <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math> по каплям добавляют раствор, содержащий 0,03 моль <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>. Определите ряд, в котором правильно указана последовательность образования солей:</p> <p>а) <math>\text{CaHPO}_4</math>, <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>, <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math>; б) <math>\text{CaHPO}_4</math>, <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math>, <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>;  в) <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>, <math>\text{CaHPO}_4</math>, <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math>; г) <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math>, <math>\text{CaHPO}_4</math>, <math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>.</p>
22.	<p>Чтобы образовался только кальций-гидрофосфат, кальций гидроксид и <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> должны прореагировать в мольном соотношении, равном соответственно:</p> <p>а) 0,5: 1; б) 0,5: 0,25; в) 1: 1; г) 0,5: 1,5.</p>
23.	<p>В пробирку с барий ортофосфатом добавили избыточное количество горячей воды и <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> до прекращения реакции. Укажите формулу конечного продукта(-ов) реакции:</p> <p>а) <math>\text{BaHPO}_4</math>; б) смесь <math>\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math> и <math>\text{BaHPO}_4</math>;  в) <math>\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>; г) смесь <math>\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2</math> и <math>\text{BaHPO}_4</math>.</p>
24.	<p>Смесь натрия гидроксида, натрия карбоната и кальций карбоната образуется, когда между собой взаимодействуют:</p> <p>а) 1,5 моль <math>\text{NaHCO}_3</math> и 1 моль <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>;  б) 1 моль <math>\text{NaHCO}_3</math> и 1 моль <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>;  в) 2 моль <math>\text{NaHCO}_3</math> и 1 моль <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>;  г) 3 моль <math>\text{NaHCO}_3</math> и 1 моль <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>.</p>
25.	<p>Укажите схемы реакций, приводящих к образованию калий-гидроортофосфата (реакции протекают в водных растворах):</p> <p>а) <math>2 \text{ моль KOH} + 2 \text{ моль H}_3\text{PO}_4 \rightarrow</math>;  б) <math>2 \text{ моль K}_3\text{PO}_4 + 1 \text{ моль H}_3\text{PO}_4 \rightarrow</math>;  в) <math>2 \text{ моль KOH} + 1 \text{ моль P}_2\text{O}_5 \rightarrow</math>;  г) <math>8 \text{ моль KOH} + 2 \text{ моль P}_2\text{O}_5 \rightarrow</math>.</p>
26.	<p>С какими веществами реагирует аммоний гидрокарбонат:</p> <p>а) <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math>; б) <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>; в) <math>\text{NaOH}</math>; г) <math>\text{NH}_3</math>?</p>
27.	<p>Какие вещества надо добавить к раствору калий гидроортофосфата, чтобы получился калий ортофосфат?</p> <p>а) <math>\text{KOH}</math>; б) <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>; в) <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>; г) <math>\text{K}_2\text{O}</math>.</p>

**Раздел 6. Взаимосвязь между основными классами неорганических соединений.**

**Задание 1.** Приведите по 2 примера генетических рядов металлов и неметаллов. Запишите уравнения возможных химических взаимодействий.

**Задание 2.** Для перечисленных бинарных соединений:  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  — укажите, водные растворы каких соединений окрашивают лакмус: а) в красный цвет; б) в синий цвет.

**Задание 3.** Из каких, перечисленных ниже веществ, можно в одну стадию получить гидроксид (кислоту или основание): медь, железо (II) оксид, ба-

рий оксид, азот (II) оксид, азот (V) оксид, кремний (IV) оксид, медь (II) сульфат, калий, магний карбонат?

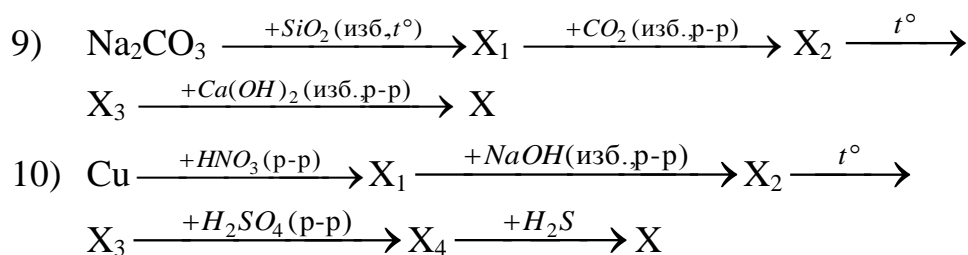
**Задание 4.** На основании уравнения реакции:  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{KOH}$  (избыток)  $\rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_3$ , напишите графическую формулу кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_3$  и укажите степень окисления атома фосфора.

**Задание 5.** Закончите уравнения практически осуществимых при умеренном нагревании химических реакций:

1. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^0}$	5. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^0}$	9. $\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t^0}$
2. $\text{KCl} \xrightarrow{t^0}$	6. $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0}$	10. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0}$
3. $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{t^0}$	7. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0}$	11. $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t^0}$
4. $\text{CaSiO}_3 \xrightarrow{t^0}$	8. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^0}$	12. $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t^0}$

**Задание 6.** Для каждой последовательности химических превращений установите формулу вещества X (в каждом конкретном случае вещество X содержит атомы элемента, входящие в состав исходного вещества в последовательности):

- 1 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$   $\xrightarrow{+6 \text{ моль NaOH (p-p)}}$  ...  $\xrightarrow{+3 \text{ моль HCl}}$  ...  $\xrightarrow{t^0}$  X  $\xrightarrow{+3 \text{ моль HNO}_3}$  ...
- 2 моль  $\text{NaOH (p-p)}$   $\xrightarrow{+4 \text{ моль NaOH}}$  ...  $\xrightarrow{+3 \text{ моль Ca(OH)}_2}$  X  $\xrightarrow{+0,5 \text{ моль P}_2\text{O}_5}$  ...  $\xrightarrow{+1 \text{ моль H}_3\text{PO}_4}$  ...
- 1 моль  $\text{P}_2\text{O}_5$   $\xrightarrow{+6 \text{ моль Ca(OH)}_2}$  ...  $\xrightarrow{+6 \text{ моль H}_2\text{SO}_4}$  X  $\xrightarrow{+3 \text{ моль Ca(OH)}_2 (p-p)}$  ...  $\xrightarrow{+4 \text{ моль H}_3\text{PO}_4}$  ...
- 2 моль  $\text{CO}_2$   $\xrightarrow{+1 \text{ моль NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}$  X  $\xrightarrow{+1 \text{ моль Ba(OH)}_2 (p-p)}$  ...  $\xrightarrow{+2 \text{ моль NaOH}}$  ...  $\xrightarrow{t^0}$  ...
- 1 моль  $\text{ZnO}$   $\xrightarrow{+1 \text{ моль HNO}_3}$  ...  $\xrightarrow{+1 \text{ моль HNO}_3}$  X  $\xrightarrow{+1 \text{ моль K}_2\text{O (тв.)}, t^0}$  ...  $\xrightarrow{+2 \text{ моль HCl (p-p)}}$  ...
- C  $\xrightarrow{t^0}$  X  $\xrightarrow{+O_2 (\text{изб.}, t^0)}$  ...  $\xrightarrow{+NaOH (\text{изб.}, p-p)}$  ...  $\xrightarrow{+Ca(OH)}_2 (\text{изб.}, p-p)}$  ...
- Al  $\xrightarrow{+NaOH (\text{изб.}, p-p)}$  X  $\xrightarrow{+O_2 (\text{изб.}, t^0)}$  ...  $\xrightarrow{+NaOH (\text{изб.}, \text{тв.}, t^0)}$  ...  $\xrightarrow{+HCl (\text{изб.}, p-p)}$  ...
- BeO  $\xrightarrow{+HCl (\text{изб.}, p-p)}$  X<sub>1</sub>  $\xrightarrow{+NaOH (\text{изб.}, p-p)}$  X<sub>2</sub>  $\xrightarrow{+HNO_3 (\text{изб.}, p-p)}$  X<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  X



### ТЕСТ 5. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1.	<b>Укажите формулы кислотных гидроксидов:</b> а) $\text{H}_2\text{ZnO}_2$ ;                      б) $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ;                      в) $\text{HCrO}_2$ ;                      г) $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
2.	<b>Укажите неверные утверждения: из атомов элементов — неметаллов состоят все ....:</b> а) кислоты;    б) амфотерные оксиды; в) кислотные оксиды;                                      г) соли аммония.
3.	<b>Белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте, образуется при взаимодействии:</b> а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и $\text{HNO}_3$ ;                                      б) $\text{CuCl}_2$ и $\text{NaOH}$ ; в) $\text{FeCl}_3$ и $\text{NaOH}$ ;                                      г) $\text{CuCl}_2$ и $\text{AgNO}_3$ .
4.	<b>В трех пробирках без этикеток находятся концентрированные растворы серной, азотной и ортофосфорной кислот. Различить их между собой можно с помощью:</b> а) медь (II) оксида;                                      б) медь (II) гидроксида; в) медных опилок;                                      г) натрий гидрокарбоната.
5.	<b>Укажите группы веществ, в которых каждое из них реагирует с раствором NaOH:</b> а) $\text{NO}_2$ , $\text{CaCO}_3$ , $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ;                                      б) $\text{SeO}_3$ , $\text{H}_3\text{PO}_4$ , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; в) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , $\text{NaHCO}_3$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;                                      г) $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , $\text{HPO}_3$ .
6.	<b>Из предложенных пар схем уравнений выберите те, в которых обе реакции осуществимы:</b> а) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ ; $\text{MgSO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$ б) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ ; $\text{HNO}_3 + \text{BaSO}_4 \rightarrow$ в) $\text{KOH} + \text{SnCl}_2 \rightarrow$ ; $\text{Na}_2\text{S} + \text{FeCl}_2 \rightarrow$ г) $\text{CrCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$ ; $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
7.	<b>Укажите, в каких парах при взаимодействии веществ могут образовываться соли разного состава:</b> а) $\text{BeO}$ и $\text{K}_2\text{O}$ ;                                      б) $\text{NH}_3$ и $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в) $\text{NaOH}$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;                                      г) $\text{NaOH}$ и $\text{Cl}_2\text{O}_7$ .
8.	<b>В каком из сосудов, содержащих указанные газы, влажная лакмусовая бумажка изменит свой цвет на красный?</b> а) $\text{NO}$ ;                                      б) $\text{NH}_3$ ;                                      в) $\text{CO}_2$ ;                                      г) $\text{CH}_4$ .
9.	<b>С растворами каких веществ реагирует как <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>, так и <math>\text{Ba}(\text{OH})_2</math>?</b> а) кальций дигидроортофосфат;                                      б) серебро нитрат; в) стронций гидрокарбонат;                                      г) калий карбонат.

10.	<p>К раствору, содержащему 0,025 моль <math>\text{Sr}(\text{OH})_2</math> по каплям добавляют раствор, содержащий 0,01 моль <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>. Определите ряд, в котором правильно указана последовательность образования солей:</p> <p>а) <math>\text{SrHPO}_4, \text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2, \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2</math>;    б) <math>\text{SrHPO}_4, \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2, \text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>;  в) <math>\text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2; \text{SrHPO}_4, \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2</math>;    г) <math>\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2, \text{SrHPO}_4, \text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math>.</p>
11.	<p>Укажите формулу оксида, при взаимодействии которого с водным раствором натрия гидроксида образуется соль состава <math>\text{Na}\text{Э}\text{O}_2</math>:</p> <p>а) <math>\text{BeO}</math>;                      б) <math>\text{Cl}_2\text{O}_7</math>;                      в) <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>;                      г) <math>\text{N}_2\text{O}_3</math>.</p>
12.	<p>Даны вещества: <math>\text{Na}_2\text{S}, \text{Ba}(\text{NO}_3)_2, \text{HNO}_3, \text{NH}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{Zn}(\text{OH})_2, \text{Au}, \text{Na}</math>. Сколько из них реагирует с водным раствором меди (II) сульфата?</p> <p>а) 3;                      б) 5;                      в) 4;                      г) 6.</p>
13.	<p>При добавлении к раствору неизвестной соли большого избытка раствора натрия гидроксида выпадает осадок белого цвета. Неизвестная соль — это:</p> <p>а) <math>\text{FeCl}_3</math>;                      б) <math>\text{CuSO}_4</math>;                      в) <math>\text{AlCl}_3</math>;                      г) <math>\text{MgSO}_4</math>.</p>
14.	<p>Укажите реакции, в которых выделяется газ:</p> <p>а) <math>\text{CuS} + \text{HCl} \rightarrow</math>;                      б) <math>\text{KNO}_3 (\text{кр.}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow</math>;  в) <math>\text{KHCO}_3 \xrightarrow{t^0}</math>;                      г) <math>\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow</math>.</p>
15.	<p>С помощью веществ (<math>\text{O}_2, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}</math>) возможно осуществить последовательность одностадийных превращений:</p> <p>а) <math>\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]</math>;  б) <math>\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaSO}_4 \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2</math>;  в) <math>\text{K} \rightarrow \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH}</math>;  г) <math>\text{FeS} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]</math>.</p>
16.	<p>В каком ряду указаны формулы бинарных соединений, каждое из которых можно назвать гидридом соответствующего элемента?</p> <p>а) <math>\text{CH}_4, \text{CaH}_2, \text{H}_2\text{S}</math>;                      б) <math>\text{NaNH}, \text{ZnH}_2, \text{NH}_3</math>;  в) <math>\text{CsH}, \text{SiH}_4, \text{KH}</math>;                      г) <math>\text{PH}_3, \text{CaH}_2, \text{HBr}</math>.</p>
17.	<p>Последовательность: <math>\text{S} - \text{SO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{CaSO}_4</math>, называется:</p> <p>а) электрохимическим рядом;                      б) гомологическим рядом;  в) вытеснительным рядом;                      г) генетическим рядом.</p>

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ.

- $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO}$
- $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgSiO}_3$
- $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$
- $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$
- $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{Be} \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{BeCO}_3 \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Na}_2\text{BeO}_2 \rightarrow \text{BeO}$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{CaZnO}_2$
- $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- $\text{Cr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CrO} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2$

11.  $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3$
12.  $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
13.  $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{RbOH} \rightarrow \text{Rb}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4$
14.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$
15.  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$
16.  $\text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
17.  $\text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
18.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
19.  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeO}$
20.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl}$
21.  $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
22.  $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2$
23.  $\text{Al} \rightarrow \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
24.  $\text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
25.  $\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaZnO}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2$
26.  $\text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2$
27.  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
28.  $\text{BeO} \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{BeCl}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{K}_2\text{BeO}_2$
29.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
30.  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
31.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl}$
32.  $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuS}$
33.  $\text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
34.  $\text{CuS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_3 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{HCl}$
35.  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeSO}_4$
36.  $\text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
37.  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HPO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
38.  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaSiO}_3$
39.  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaBr}_2$
40.  $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3$
41.  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$
42.  $\text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$
43.  $\text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2$
44.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuS}$
45.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
46.  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuS}$
47.  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$
48.  $\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4$
49.  $\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{HCl}$
50.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
51.  $\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
52.  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
53.  $\text{P} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$

54.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$
55.  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}$
56.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuBr}_2$
57.  $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
58.  $\text{SiH}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{BaSiO}_3 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
59.  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$
60.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
61.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
62.  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
63.  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$
64.  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
65.  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$
66.  $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{BaBr}_2$
67.  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
68.  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_4$
69.  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHS} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4$
70.  $\text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4$
71.  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{NaHPO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
72.  $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgOHCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
73.  $\text{ZnS} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnOHCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
74.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2$
75.  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuOHCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}$
76.  $\text{ZnS} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{CaZnO}_2$
77.  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})\text{NO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{KOH}$
78.  $\text{Sr} \rightarrow \text{SrO} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sr}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{SrCO}_3 \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2$
79.  $\text{Be} \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaBeO}_2$
80.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}$

## Тема 4. РАСТВОРЫ

### Основной объем учебного материала:

Понятие о растворах. Вода – универсальный растворитель. Растворение твердых, жидких и газообразных веществ в воде.

Концентрированные и разбавленные растворы, насыщенные и ненасыщенные растворы. Истинные растворы, взвеси, коллоидные растворы. Суспензии и эмульсии.

Растворение как физико-химический процесс. Гидраты. Кристаллогидраты. Растворимость веществ. Тепловые явления при растворении. Зависимость растворимости от различных факторов. Основные способы выражения количественного состава растворов (массовая доля растворенного вещества, молярная и массовая концентрации).

Основные положения теории электролитической диссоциации. Механизм электролитической диссоциации соединений с различными типами химической связи.

Гидратация ионов в растворах. Уравнения электролитической диссоциации.

Сильные и слабые электролиты. Равновесие в растворах электролитов. Степень диссоциации.

Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Кислотно-основные индикаторы.

Условия протекания обменных реакций в растворе. Ионно-молекулярные уравнения. Химические свойства оснований, кислот и солей с точки зрения теории электролитической диссоциации. Амфотерные гидроксиды. Закономерности изменения свойств гидроксидов элементов по группам и периодам. Гидролиз солей. Значение растворов в природе, технике и быту.

**Перечень основных типовых расчетов:** расчеты по уравнениям химических реакций, протекающих в растворах.

**В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки:**

- классификации дисперсных систем;\*
- классификации истинных растворов;
- расчета массовой доли кристаллизационной воды и безводного вещества в кристаллогидратах;
- вычисления массовой доли и массы растворенного вещества;
- вычисления молярной концентрации раствора;
- расчета молярной концентрации по известной массовой доле растворенного вещества и плотности раствора, и наоборот;
- расчета количественных характеристик раствора по известному коэффициенту растворимости, и наоборот;
- составления уравнений электролитической диссоциации сильных кислот и сильных оснований;
- составления уравнений ступенчатой диссоциации слабых многоосновных кислот и слабых многокислотных оснований;
- составления уравнений электролитической диссоциации амфотерных гидроксидов;
- составления уравнений ионизации средних, кислых, основных, двойных, смешанных и комплексных солей;
- составления полных и сокращенных ионных уравнений реакций обмена в растворах электролитов;
- составления полных и сокращенных ионных уравнений, одно- и многоступенчатого гидролиза солей.

**Изучив тему, учащиеся должны запомнить:**

- размеры частиц дисперсной фазы в грубодисперсных системах, коллоидных и истинных растворов;
- формулы и названия некоторых кристаллогидратов;
- формулы, по которым вычисляют массовую долю растворенного вещества, молярность раствора и коэффициент растворимости;
- названия и формулы некоторых полярных и неполярных растворителей;
- формулы и названия сильных кислот и оснований, формулы и названия слабых кислот и оснований;
- значение рН для нейтральной среды, интервалы изменений рН для кислой и щелочной сред;
- цвета индикаторов – метилового оранжевого, лакмуса и фенолфталеина в различных средах;

**Раздел 1. Понятие о дисперсных системах. Классификация растворов.  
Истинные растворы**

1. Что из приведенного является раствором, а что — неоднородной смесью:  
а) кровь; б) молоко; в) сметана; г) родниковая вода; д) воздух без пыли; е) мороженое; ж) зубная паста; з) пепси-кола; и) озонированный воздух; к) латунь.
2. Выберите из приведенного ниже списка истинные растворы, коллоидные растворы, суспензии и эмульсии: дождевая вода, крахмальный клейстер, кисель, настойка йода, молоко, цинковые белила, мясной бульон, сахарный сироп, нашатырный спирт, кислота для заправки аккумуляторов.
3. Возможно ли образование истинного раствора при смешении  
а) бензина и воды; б) метилового спирта и воды; в) воды и сахара; г) растительного масла и воды.
4. Предскажите, какие из веществ будут хорошо растворяться в воде:  $S_8$ ,  $HI$ ,  $I_2$ , бензол,  $C_2H_6$ ,  $HF$ ,  $CsI$ ,  $CO$ .

**ТЕСТ 1. ПОНЯТИЕ О ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ**

<b>1.</b>	<b>Выберите пары буква-номер так, чтобы буквенное обозначение термина соответствовало номеру того, что этот термин обозначает:</b>	
	<i>Термин:</i> а) суспензия  б) коллоидный раствор  в) эмульсия г) аэрозоль	<i>Дисперсная система, в которой:</i> 1. газообразные частицы распределяются в жидкости; 2. газообразные частицы распределяются в газе; 3. жидкость раздроблена в другой, не растворяющей ее жидкости;



	д) пена	4. твердые частицы распределяются в жидкости; 5. мельчайшие частицы жидкости распределяются в газе.
2.	<b>Промежуточное место между истинными растворами и суспензиями занимают:</b> а) пены; б) коллоидные растворы; в) аэрозоли; г) эмульсии.	
3.	<b>Туман представляет собой распределение мельчайших частиц:</b> а) твердого вещества в газе; б) жидкости в газе; в) газа в газе; г) жидкости в жидкости.	
4.	<b>Укажите системы, которые представляют собой эмульсии:</b> а) яичный белок в воде; б) молоко; в) крахмал в воде; г) сырая нефть.	
5.	<b>Укажите пары веществ, при смешении которых может образоваться эмульсия:</b> а) вода и серная кислота; б) вода и машинное масло; в) вода и этанол; г) этанол и растительное масло; д) вода и бензол.	
6.	<b>Система, состоящая из 10 г натрия хлорида и 500 г воды — это:</b> а) суспензия; б) эмульсия; в) истинный раствор; г) коллоидный раствор.	
7.	<b>Однородность и устойчивость — это характеристики:</b> а) эмульсии; б) суспензии; в) истинного раствора; г) взвеси.	

## ТЕСТ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТВОРОВ. ИСТИННЫЕ РАСТВОРЫ

1.	<b>Характеристиками истинного водного раствора являются:</b> а) однородность; б) устойчивость; в) способность расслаиваться со временем; г) отсутствие окраски.	
2.	<b>Истинные растворы могут быть:</b> а) жидкими, твердыми, гетерогенными; б) газообразными, водными, неводными; в) гомогенными, окрашенными, насыщенными; г) ненасыщенными, разбавленными, концентрированными.	
3.	<b>В зависимости от агрегатного состояния растворителя растворы бывают:</b> а) жидкими, прозрачными, окрашенными; б) твердыми, аморфными, стеклообразными; в) твердыми, жидкими, газообразными; г) газообразными, жидкими, мутными.	

4.	<b>Выберите правильные утверждения, характеризующие насыщенный водный раствор:</b> а) всегда является концентрированным; б) в зависимости от природы растворяемых веществ, может быть, как разбавленным, так и концентрированным; в) не может быть получен растворением вещества с низкой растворимостью; г) может быть получен как для веществ, обладающих хорошей растворимостью, так и для малорастворимых в воде веществ.
5.	<b>Растворением соли в воде получен насыщенный раствор. Получить из него ненасыщенный раствор можно:</b> а) изменив температуру раствора; б) добавив еще соли; в) добавив еще воды; г) увеличив давление над жидкостью.
6.	<b>Ненасыщенный раствор <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math> может стать насыщенным, если:</b> а) его упарить; б) добавить в раствор воды; в) растворить в нем дополнительно кальций гидроксид; г) растворить в нем дополнительно кальций оксид.
7.	<b>Раствор аммиака в воде по агрегатному состоянию:</b> а) газожидкостный;      б) жидкий; в) газообразный;      г) двухфазный.
8.	<b>В каких случаях речь идет именно о растворах веществ?</b> а) соляная кислота;      в) плавиковая кислота; б) сероводородная кислота;      г) ортофосфорная кислота.
9.	<b>Укажите однородную смесь, а не индивидуальное химическое вещество:</b> а) метиловый спирт;      б) амиловый спирт; в) нашатырный спирт;      г) аллиловый спирт.

## Раздел 2. Формирование растворов. Растворимость веществ. Тепловой эффект растворения. Количественные характеристики состава растворов

- Даны простые и сложные вещества:
  - а) Na, Ca, Cu, S, P, O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>;
  - б) K<sub>2</sub>O, CaO, CO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CO;
  - в) NaOH, Zn(OH)<sub>2</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, H<sub>2</sub>S;
  - г) BaSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10H<sub>2</sub>O, KCl, NaHCO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>;
  - д) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH.
  - Выберите вещества хорошо растворимые в воде.

- Охарактеризуйте физические и, возможно, химические явления, протекающие при растворении данных веществ в воде.
- Опишите тепловые эффекты растворения для NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.
- Выберите вещества, при растворении которых в воде формируются ионные растворы.
- Охарактеризуйте влияние на растворимость приведенных веществ температуры, давления над раствором, степени измельчения (для твердых веществ), интенсивности перемешивания при растворении.

### ТЕСТ 3. ФОРМИРОВАНИЕ РАСТВОРОВ

<b>1.</b>	<p><b>Суть сольватной теории растворов состоит в том, что:</b></p> <p>а) растворитель рассматривается как химически индифферентная среда;</p> <p>б) предполагается отсутствие межмолекулярного взаимодействия как между частицами растворенного вещества, так и между частицами растворенного вещества и растворителя;</p> <p>в) между частицами растворенного вещества и молекулами растворителя происходит взаимодействие, в результате которого образуются нестойкие соединения переменного состава.</p>
<b>2.</b>	<p><b>Принцип «подобное растворяется в подобном» означает, что растворитель и растворенное вещество должны...</b></p> <p>а) иметь примерно одинаковый размер структурных единиц;</p> <p>б) соответствовать друг другу по полярности;</p> <p>в) иметь примерно равные молярные массы;</p> <p>г) до формирования раствора находиться в одинаковых агрегатных состояниях.</p>
<b>3.</b>	<p><b>Какие особенности строения молекул воды определяют ее свойства как растворителя:</b></p> <p>а) отсутствие кратных связей;</p> <p>б) наличие неподеленных электронных пар у атома кислорода;</p> <p>в) полярность;</p> <p>г) небольшой размер.</p>
<b>4.</b>	<p><b>Соединения частиц растворенного вещества с молекулами воды в растворе называются:</b></p> <p>а) гидроксидами;                      б) гидратами;</p> <p>в) ангидридами;                      г) гидридами.</p>
<b>5.</b>	<p><b>Укажите правильные утверждения:</b></p> <p>а) изменение агрегатного состояния кристаллического вещества при растворении — физическое явление;</p> <p>б) химические явления при растворении — это гидратация ионов и диффузия;</p>

	<p>в) растворение может быть, как эндо-, так и экзотермическим процессом;</p> <p>г) электропроводность любого водного раствора много больше, чем электропроводность воды в тех же условиях.</p>
<b>6.</b>	<p><b>При растворении кристаллического хлорида натрия в воде:</b></p> <p>а) происходит разрушение кристаллической решетки соли;</p> <p>б) ионы <math>\text{Na}^+</math> и <math>\text{Cl}^-</math> гидратируются;</p> <p>в) гидратированные ионы двигаются хаотически;</p> <p>г) движение гидратированных ионов соли является направленным.</p>
<b>7.</b>	<p><b>Тепловой эффект растворения кристаллических веществ в воде в основном зависит:</b></p> <p>а) от энергии гидратации;</p> <p>б) прочности кристаллической решетки растворяемого вещества;</p> <p>в) скорости диффузии частиц растворенного вещества в воде;</p> <p>г) от образования водородных связей между молекулами растворителя.</p>
<b>8.</b>	<p><b>При растворении гидроксида натрия в воде температура раствора повышается в результате:</b></p> <p>а) гидратации ионов; б) электролитической диссоциации;</p> <p>в) разрушения кристаллической решетки; г) диффузии.</p>
<b>9.</b>	<p><b>Если растворение кристаллического вещества является эндотермическим процессом, это может свидетельствовать:</b></p> <p>а) о низкой растворимости вещества;</p> <p>б) высокой растворимости вещества;</p> <p>в) высокой прочности кристаллической решетки;</p> <p>г) о низкой скорости диффузии.</p>
<b>10.</b>	<p><b>Растворение 1 моль безводной соды (<math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>) идет с выделением 25 кДж теплоты, а растворение 1 моль кристаллогидрата – с поглощением 67 кДж теплоты. Тепловой эффект (кДж) гидратации безводной соды равен:</b></p> <p>а) +92;                      б) +42;                      в) –42;                      г) –92.</p>
<b>11.</b>	<p><b>Растворение 1 моль декагидрата натрий сульфата идет с поглощением 78,7 кДж теплоты, а его дегидратация – с поглощением 81,6 кДж теплоты. Тепловой эффект растворения (кДж/моль) безводного натрий сульфата равен:</b></p> <p>а) +2,9;                      б) +160,3;                      в) –2,9;                      г) –160,3.</p>
<b>12.</b>	<p><b>К образованию продуктов, отличающихся по составу от исходного вещества, приводит растворение в воде:</b></p> <p>а) кальция;                      б) натрий оксида;                      в) сера (VI) оксида;</p> <p>г) азота;                      д) метанола.</p>
<b>13.</b>	<p><b>Укажите вещества, при растворении которых в воде формируются растворы кислот:</b></p> <p>а) фтороводород;                      б) фосфор (V) оксид;</p> <p>в) кремний (IV) оксид;                      г) сероводород.</p>

#### ТЕСТ 4. РАСТВОРИМОСТЬ ВЕЩЕСТВ

<b>1.</b>	<b>По способности растворяться в воде все вещества делятся:</b> а) на хорошо растворимые и нерастворимые; б) растворимые и нерастворимые; в) хорошо растворимые, абсолютно нерастворимые, нерастворимые, малорастворимые; г) на хорошо растворимые, малорастворимые, практически нерастворимые.
<b>2.</b>	<b>Растворимость веществ зависит:</b> а) от природы растворяемого вещества; б) природы растворителя; в) температуры; г) от интенсивности перемешивания.
<b>3.</b>	<b>Укажите газы, хорошо растворимые в воде:</b> а) метан; б) водород; в) аммиак; г) аргон; д) метаналь; е) йодоводород.
<b>4.</b>	<b>Укажите газы, плохо растворимые в воде:</b> а) этан; б) гелий; в) углерод (II) оксид; г) хлороводород; д) азот.
<b>5.</b>	<b>Растворимость газов в жидкостях с ростом температуры:</b> а) увеличивается; б) не изменяется; в) становится неограниченной; г) уменьшается.
<b>6.</b>	<b>В отличие от твердых веществ и жидкостей на растворимость газов очень сильно влияет:</b> а) температура; б) присутствие катализатора; в) давление, под которым находится газ; г) природа растворителя.
<b>7.</b>	<b>На растворимость <math>\text{CO}_2</math> в воде не влияет:</b> а) давление; б) температура; в) скорость пропускания газа через растворитель; г) химическое взаимодействие газа с водой.
<b>8.</b>	<b>Как изменится масса раствора газа в воде, если его нагреть?</b> а) не изменится; б) уменьшится; в) увеличится; г) возможно как увеличение, так и уменьшение массы раствора.
<b>9.</b>	<b>Укажите жидкости, практически не растворяющиеся друг в друге:</b> а) вода и циклогексан; б) вода и этанол; в) бензин и толуол; г) вода и подсолнечное масло.
<b>10.</b>	<b>Укажите жидкости, неограниченно растворяющиеся друг в друге:</b> а) вода и серная кислота; б) бензол и ртуть; в) гексан и октан; г) гептан и вода.
<b>11.</b>	<b>С повышением температуры растворимость в воде твердых веществ:</b> а) может измениться незначительно; б) может значительно увеличиться; в) может уменьшиться; г) увеличение температуры не влияет на растворение твердых веществ.

<b>12.</b>	<b>Растворимость при увеличении температуры понижается:</b> а) для $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;    б) $\text{KCl}$ ;    в) $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ;    г) для $\text{KNO}_3$ .
<b>13.</b>	<b>Через несколько дней хранения раствора нитрата натрия в открытой колбе на дне образовались кристаллы. Раствор над кристаллами является:</b> а) ненасыщенным;    б) разбавленным; в) насыщенным;    г) ионным.
<b>14.</b>	<b>Процесс выделения твердого вещества из раствора при понижении температуры называется:</b> а) сольватацией;    б) гидратацией; в) кристаллизацией;    г) ректификацией.

### ТЕСТ 5. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РАСТВОРА

<b>1.</b>	<b>Под концентрацией вещества в растворе понимают:</b> а) массу или химическое количество растворенного вещества; б) содержание растворенного вещества (в определенных единицах) в единице массы или объема раствора; в) давление насыщенных паров растворителя в зависимости от количества растворенного вещества; г) плотность раствора.
<b>2.</b>	<b>Для выражения концентрации используют:</b> а) соотношение плотностей раствора и растворителя; б) соотношение химического количества растворенного вещества и объема раствора; в) водородный показатель pH; г) электропроводность раствора.
<b>3.</b>	<b>Укажите правильные утверждения:</b> а) истинным раствором является любая смесь веществ в одинаковом агрегатном состоянии; б) при нагревании насыщенного раствора он может стать ненасыщенным; в) при интенсивном перемешивании увеличивается коэффициент растворимости в воде твердых веществ; г) увеличение количества растворителя не изменяет коэффициента растворимости вещества.
<b>4.</b>	<b>При значительном охлаждении насыщенного при высокой температуре раствора <math>\text{KNO}_3</math> выпадает осадок, при этом:</b> а) масса раствора уменьшается; б) масса растворителя увеличивается; в) раствор становится ненасыщенным; г) массовая доля вещества в растворе уменьшается.

5.	<p>Для одного и того же насыщенного раствора массовая доля растворенного вещества (%) и численное значение коэффициента растворимости, выраженного в г/100 г растворителя:</p> <p>а) численно совпадают;</p> <p>б) массовая доля всегда больше;</p> <p>в) массовая доля всегда меньше;</p> <p>г) взаимосвязи между этими характеристиками нет.</p>
6.	<p>Массовая доля какого вещества в насыщенном растворе будет наименьшей?</p> <p>а) NaCl;            б) AgCl;            в) KOH;            г) Ca(OH)<sub>2</sub>.</p>

### Задачи

#### 1. Способы выражения количественного состава раствора.

##### 1.1. Массовая доля растворенного вещества.

1. Какую массу соли и воды (г) надо взять для приготовления раствора массой 250 г с массовой долей соли 8 %?
2. В воде объемом 200 см<sup>3</sup> растворили 40 г соли. Определите массовую долю соли в растворе (%).
3. Сколько атомов кислорода приходится на 1 атом калия в 40 %-ном растворе калий хромата?
4. Вычислите массовую долю натрий нитрита в водном растворе (%), если известно, что в 15,0 г такого раствора находится  $4,816 \times 10^{23}$  атомов кислорода.
5. Чему равна массовая доля серной кислоты в растворе (%), в котором число атомов кислорода равна числу атомов водорода?
6. Какова должна быть массовая доля (%) хлороводорода в соляной кислоте, чтобы в ней на 10 моль воды приходилось 1 моль хлороводорода.
7. 1 мл 25 %-ного раствора содержит 0,458 г растворенного вещества. Какова плотность этого раствора?

**Ответы:** 1. 20 и 230. 2. 16,7 %. 3. 10. 4. 8,4 %. 5. 73,1 %. 6. 16,9 %. 7. 1,832 г/см<sup>3</sup>.

##### 1.2. Расчет массовых долей веществ в многокомпонентном растворе.

8. В 10,0 моль воды растворили 0,05 моль натрий карбоната и 0,10 моль натрий гидроксида. Вычислите массовые доли всех веществ в растворе.
9. Смешали 100 г раствора поваренной соли и 150 г раствора калий нитрата. В полученном растворе массовая доля натрий хлорида стала равна 5 %, а массовая доля калий нитрата 10 %. Рассчитайте массовые доли солей в исходных растворах.

10. К 120 г 20 %-ного раствора барий бромиды добавили 5 %-ный раствор уксусной кислоты. Массовая доля кислоты в полученном растворе оказалась равной 3,5 %. Вычислите массовую долю соли в этом растворе.
11. Смешали равные массы растворов натрия сульфата и ортофосфорной кислоты. В полученном растворе массовые доли соли и кислоты стали равны соответственно 3,14 и 2,72 %. Вычислите массовые доли веществ в исходных растворах.
12. К 200 г 15 %-ного раствора кальция хлорида добавили безводный медь (II) нитрат. Массовая доля медь (II) нитрата в полученном растворе оказалась равной 15 %. Вычислите массовую долю кальция хлорида в полученном растворе.
13. К 100 г 6 %-ного раствора азотной кислоты добавили раствор серной кислоты, в результате чего в полученном растворе массовые доли азотной и серной кислот стали равны соответственно 5 и 2,5 %. Вычислите массовую долю серной кислоты в добавленном растворе.
14. Раствор азотной кислоты массой 250 г с массовой долей кислоты, равной 0,12, смешали с раствором серной кислоты, массой 350 г и с массовой долей, равной 0,35. Чему равны массовые доли веществ в образовавшемся растворе?

**Ответы:** 8. 2,80 %; 2,11 %, остальное — вода. 9. 12,5 и 16,67 %. 10. 6 %. 11. 6,28 и 5,44 %. 12. 12,75 %. 13. 15 %. 14. 5 %; 20,4 %.

### 1.3. Молярная концентрация

15. В 150 см<sup>3</sup> раствора находится 150 мг кальция гидроксида. Вычислите молярную концентрацию раствора щелочи.
16. Какую массу калий бромиды нужно взять для приготовления раствора калий бромиды с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> и объемом 500 см<sup>3</sup>?
17. Вычислите молярную концентрацию 40 %-ного раствора серной кислоты (плотность 1,30 г/см<sup>3</sup>).
18. Раствор был приготовлен путем растворения уксусной кислоты массой 12 г в воде объемом 240 см<sup>3</sup> и имеет плотность 1,02 г/см<sup>3</sup>. Чему равна молярная концентрация уксусной кислоты в приготовленном растворе?
19. Сколько граммов калий хлорида содержится в 750 см<sup>3</sup> 10 %-ного раствора, плотность которого равна 1,063 г/см<sup>3</sup>? Определите молярную концентрацию вещества в растворе.
20. Массовая доля серной кислоты в ее растворе с концентрацией 9,303 моль/дм<sup>3</sup> равна 60,62 %. Какой объем занимают 100 г такого раствора?
21. Необходимо приготовить 300 мл раствора, в котором молярная концентрация сульфат-ионов равна 0,500 моль/дм<sup>3</sup>. Какую массу алюминий сульфата следует взять для этого?
22. Вычислите массовую долю гидрокарбоната натрия в растворе, имеющем концентрацию этой соли 0,616 моль/дм<sup>3</sup> (плотность 1,035 г/см<sup>3</sup>).



23. Массовая доля фосфорной кислоты в ее растворе с концентрацией  $17,0 \text{ моль/дм}^3$  равна  $93,37 \%$ . Какую массу имеют  $100 \text{ см}^3$  такого раствора?
24. Сколько атомов водорода приходится на 1 атом калия в растворе гидрокарбоната калия с молярной концентрацией  $1,067 \text{ моль/дм}^3$  (плотность  $1,067 \text{ г/см}^3$ )?
25. В растворе сульфата калия, имеющем плотность  $1,22 \text{ г/см}^3$ , на один атом калия приходится 15 атомов кислорода. Вычислите молярную концентрацию соли в этом растворе.
26. Смешали  $150 \text{ г}$   $8 \%$ -ного раствора гидросульфата натрия (плотность  $1,06 \text{ г/см}^3$ ) и  $150 \text{ см}^3$  раствора с концентрацией этой же соли, равной  $1,93 \text{ моль/дм}^3$ . Вычислите молярную концентрацию соли в получившемся растворе.
27. Сульфат металла (катион имеет заряд  $+2$ ) массой  $32,2 \text{ г}$  растворили в воде, объем раствора довели до  $250 \text{ см}^3$ . В полученном растворе концентрация сульфат-ионов оказалась равной  $0,80 \text{ моль/дм}^3$ . Установите, какой сульфат растворили в воде.

**Ответы:** 15.  $0,0135 \text{ моль/дм}^3$ . 16.  $5,95 \text{ г}$ . 17.  $5,31 \text{ моль/дм}^3$ . 18.  $0,81 \text{ моль/дм}^3$ . 19.  $79,7 \text{ г}$ ;  $1,43 \text{ моль/дм}^3$ . 20.  $66,5 \text{ см}^3$ . 21.  $17,1 \text{ г}$ . 22.  $5 \%$ . 23.  $178,43 \text{ г}$ . 24.  $101$ . 25.  $1,89 \text{ моль/дм}^3$ . 26.  $1,34 \text{ моль/дм}^3$ . 27.  $\text{ZnSO}_4$ .

#### **1.4. Количественные характеристики насыщенных растворов. Коэффициент растворимости.**

28. Растворимость  $\text{CuSO}_4$  при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $20,7 \text{ г}$  в  $100 \text{ г}$  воды.
  - а) Определите массу воды, необходимую для растворения  $100 \text{ г}$   $\text{CuSO}_4$ .
  - б) Какие массы воды и  $\text{CuSO}_4$  надо взять для получения  $2 \text{ кг}$  насыщенного раствора?
  - в) Какое количество вещества  $\text{CuSO}_4$  растворяется при этой температуре в  $1,00 \text{ моль}$  воды?
  - г) Какая масса воды понадобится для приготовления  $8 \text{ кг}$  насыщенного раствора  $\text{CuSO}_4$ ?
  - д) Сколько атомов кислорода приходится на 1 атом меди в насыщенном растворе?
  - е) Какая масса воды понадобится для приготовления  $8 \text{ кг}$  насыщенного раствора  $\text{CuSO}_4$  при использовании медного купороса?
29. Растворимость хлороводорода при  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет  $67,3 \text{ г}$  на  $100 \text{ г}$  воды. Какова массовая доля  $\text{HCl}$  в насыщенном при  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  растворе хлороводорода?
30. Массовая доля  $\text{AlCl}_3$  в насыщенном при  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  водном растворе равна  $32,7 \%$ . Определить растворимость соли ( $\text{г/100 г}$  воды) при этой температуре.

31. Определите растворимость и массовую долю  $\text{CaI}_2$  в насыщенном при  $20^\circ\text{C}$  водном растворе, если 300 г такого раствора содержат 202,8 г соли.
32. Массовая доля  $\text{CuCl}_2$  в насыщенном при  $20^\circ\text{C}$  растворе равна 42,7 %. Определите коэффициент растворимости  $\text{CuCl}_2$  при данной температуре.
33. В воде массой 100 г при  $20^\circ\text{C}$  растворяется  $\text{NaOH}$  массой 108,7 г. Какие массы  $\text{NaOH}$  и воды надо взять для приготовления, насыщенного при  $20^\circ\text{C}$  раствора щелочи массой 40 г?
- Ответы:** 28. а) 483,1 г; б) 343 г, 1657 г; в) 0,0233 моль; г) 6628 г; д) 47; е) 5856 г. 29. 40,2 %. 30. 48,6 г на 100 г воды. 31. 208,6 г на 100 г воды; 67,6 %. 32. 74,52 г на 100 г воды. 33. 20,84 и 19,17 г.

## 2. Формирование растворов

### 2.1. Растворение кристаллических веществ

34. Какую массу  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и какую массу воды нужно взять для приготовления 40 кг 2 %-ного раствора медь (II) сульфата?
35. В 40 г воды растворили железный купорос  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  массой 3,5 г. Определите массовую долю  $\text{FeSO}_4$  в полученном растворе.
36. В бензоле объемом 170  $\text{cm}^3$  (плотность 0,88  $\text{г/см}^3$ ) растворили серу массой 1,8 г. Определите массовую долю серы в полученном растворе.
37. В 146 г воды растворили 28,6 г кристаллической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Определите массовую долю  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в образовавшемся растворе.
38. В какой массе воды нужно растворить 25 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 8 %-ный раствор  $\text{CuSO}_4$ ?
39. Сколько граммов воды и медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 10  $\text{дм}^3$  2 %-ного раствора  $\text{CuSO}_4$  с плотностью 1,0  $\text{г/см}^3$ .
40. Сколько граммов воды нужно взять для растворения 14,3 г декагидрата натрия карбоната  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить раствор с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,3 %?

**Ответы:** 34. 1,25 и 38,75 кг. 35. 4,4 %. 36. 1,19 %. 37. 6,07 %. 38. 175 г. 39. 312,5 и 9687,5 г. 40. 85,7 г.

### 2.2. Растворение газов.

41. При н.у. в 1  $\text{дм}^3$  воды растворено 500  $\text{дм}^3$  хлороводорода. Определите массовую долю хлороводорода в растворе.
42. Какой объем хлороводорода (н.у.) нужно растворить в 200 г воды, чтобы получить раствор с массовой долей вещества 4,4 %?
43. В воде массой 600 г растворили 560  $\text{см}^3$  аммиака (н.у.). Определите массовую долю  $\text{NH}_3$  в полученном растворе.

44. Водный раствор аммиака с массовой долей  $\text{NH}_3$  10 % — нашатырный спирт. Какой объем газа (н.у.) потребуется для получения  $200 \text{ см}^3$  нашатырного спирта с плотностью  $0,96 \text{ г/см}^3$ ?
45. При н.у. в  $100 \text{ г}$  воды растворили  $5,6 \text{ дм}^3$  газа. Относительная плотность газа по водороду равна 18. Определите массовую долю газа в растворе (н.у.).

**Ответы:** 41. 44,9 %. 42.  $5,65 \text{ дм}^3$ . 43. 0,07 %. 44.  $25,3 \text{ дм}^3$ . 45. 8,26 %.

### 2.3. Разбавление растворов.

46. К  $250 \text{ см}^3$  раствора азотной кислоты с массовой долей  $\text{HNO}_3$  46 % и плотностью  $1,29 \text{ г/см}^3$  прилили  $360 \text{ см}^3$  воды. Определите массовую долю азотной кислоты в растворе после разбавления.
47. К раствору соляной кислоты объемом  $400 \text{ см}^3$  (плотность  $1,1 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей  $\text{HCl}$  20 % добавили  $360 \text{ г}$  воды. Какова массовая доля  $\text{HCl}$  в растворе после разбавления?
48. В воде объемом  $200 \text{ см}^3$  растворили образец соли, получив при этом раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору прилили еще  $150 \text{ см}^3$  воды. Определить массовую долю соли в полученном растворе.
49. Какую массу раствора с массовой долей  $\text{K}_2\text{CO}_3$  40 % надо прибавить к  $500 \text{ г}$  воды для получения 15 %-ного раствора соли?
50. Какой объем раствора с плотностью  $1,33 \text{ г/см}^3$  и массовой долей  $\text{NaOH}$  30 % надо прилить к  $200 \text{ см}^3$  воды для получения 8 %-ного раствора  $\text{NaOH}$ ?
51. Какую массу раствора серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 % можно приготовить из  $600 \text{ г}$  ее раствора с массовой долей 50 %?
52. Сколько  $\text{см}^3$  раствора серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80 % (плотность  $1,755 \text{ г/см}^3$ ) надо взять для приготовления  $200 \text{ см}^3$  раствора этой кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  40 % (плотность  $1,5 \text{ г/см}^3$ )?
53. До какого объема надо разбавить  $400 \text{ см}^3$  20 %-ного раствора  $\text{NaCl}$  (плотность  $1,152 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить 4,5 %-ный раствор хлорида натрия с плотностью  $1,029 \text{ г/см}^3$ ?
54. Какую массу воды нужно добавить к  $75,0 \text{ г}$  50 %-ного раствора аммоний сульфата, чтобы число атомов увеличилось ровно в 2 раза?
55. К  $50 \text{ г}$  раствора аммоний бромиды добавили  $10 \text{ г}$  воды, в результате чего общее число атомов в растворе увеличилось на 25 %. Вычислите массовую долю аммоний бромиды в исходном растворе.

**Ответы:** 46. 21,73 %. 47. 11 %. 48. 12,5 %. 49.  $300 \text{ г}$ . 50.  $54,7 \text{ см}^3$ . 51.  $3750 \text{ г}$ . 52.  $85,4 \text{ см}^3$ . 53.  $1990,3 \text{ см}^3$ . 54.  $63,1 \text{ г}$ . 55. 31,6 %.

### 2.4. Концентрирование растворов упариванием.

56. Из  $400 \text{ г}$  50 %-ного раствора серной кислоты выпариванием удалили  $50 \text{ г}$  воды. Чему равна массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в оставшемся растворе?

57. Какую массу воды следует выпарить из  $200 \text{ см}^3$  10 %-ного раствора бромида хрома (III) с плотностью  $1,093 \text{ г/см}^3$  для получения 24 %-ного раствора этой же соли?
58. После частичного упаривания раствора  $\text{CuSO}_4$  массой 800 г с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  4 % получили раствор, масса которого равна 500 г. Вычислить массовую долю  $\text{CuSO}_4$  в полученном растворе.
59. Из  $0,5 \text{ дм}^3$  18,3 %-ного раствора натрий гидроксида (плотность  $1,20 \text{ г/см}^3$ ) частично выпарили воду. Какое количество вещества (моль) воды выпарили, если массовая доля щелочи увеличилась в 1,25 раза?
60. Из 250 г 3 %-ного раствора аммоний нитрата выпарили такую массу воды, что общее число атомов в растворе уменьшилось в 3 раза. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.
61. Какую массу воды нужно выпарить из 150 г 4 %-ного раствора магний бромида, чтобы общее число атомов в растворе уменьшилось вдвое?
62. При упаривании раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  выделяется соль в виде  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Какую массу кристаллогидрата можно получить из  $200 \text{ см}^3$  15 %-ного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  с плотностью  $1,14 \text{ г/см}^3$ ?
63. При упаривании 200 г раствора с массовой долей натрий хлорида 15 % масса раствора уменьшилась на 20 %. Определите массовую долю соли в растворе после упаривания.
64. В сосуде находится 600 г раствора с массовой долей вещества 10 %. После упаривания масса раствора уменьшилась на 15 %. Далее из сосуда отлили 50 г раствора и добавили 200 г воды. Какую массу этого вещества нужно добавить, чтобы его массовая доля в растворе вновь стала равной 10 %?

**Ответы:** 56. 57,14 %. 57. 127,5 г. 58. 6,4 %. 59. 6,67 моль. 60. 8,82 %. 61. 72,3 г. 62. 77,54 г. 63. 18,75 %. 64. 13,2 г.

#### 2.5. Смешение растворов одного и того же вещества.

65. Есть два раствора серной кислоты. Один — с массовой долей серной кислоты 60 % и плотностью  $1,5 \text{ г/см}^3$ , второй — с массовой долей кислоты 30 % и плотностью  $1,22 \text{ г/см}^3$ .
- а) Какова будет массовая доля серной кислоты, если смешать по  $100 \text{ см}^3$  этих растворов?
- б) Какие объемы растворов надо смешать, чтобы получить 500 г раствора с массовой долей серной кислоты 50 %?
66. Какую массу 32 %-ного раствора азотной кислоты следует добавить к  $500 \text{ см}^3$  80 %-ного раствора той же кислоты с плотностью  $1,45 \text{ г/см}^3$  для получения 65 %-ного раствора?
67. К раствору КОН массой 300 г с массовой долей 15 % добавили раствор этого же вещества массой 200 г с массовой долей КОН 7,5 %. Какова массовая доля КОН в полученном растворе?

68. К раствору серной кислоты объемом  $400 \text{ см}^3$  (плотность  $1,2 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  28 % добавили  $200 \text{ см}^3$  раствора этой же кислоты (плотность  $1,07 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 %. Какова массовая доля серной кислоты в полученном растворе?
69. Какой объем раствора с массовой долей серной кислоты 60 % (плотность  $1,5 \text{ г/см}^3$ ) и раствора с массовой долей серной кислоты 30 % (плотность  $1,2 \text{ г/см}^3$ ) надо взять для приготовления раствора серной кислоты массой 240 г с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  50 %?
70. К 250 г раствора серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 % добавили 500 г раствора этой же кислоты с неизвестной массовой долей. Получился раствор с массовой долей серной кислоты 25 %. Вычислите массовую долю серной кислоты в добавленном растворе.
71. В каком массовом соотношении нужно смешать 5 %-ный и 10 %-ный растворы серной кислоты для получения 8 %-ного раствора?

**Ответы:** 65. а) 46,54 %; б) 222,2 и 136,6  $\text{см}^3$ . 66. 330 г; 67. 12 %. 68. 22,5 %. 69. 106,7 и 66,6  $\text{см}^3$ . 70. 32,5 %. 71. 2:3.

*2.6. Концентрирование растворов увеличением количества растворенного вещества.*

72. В растворе  $\text{CuSO}_4$  массой 500 г с массовой долей соли 4 % растворили 25 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Вычислить массовую долю безводной соли в образовавшемся растворе.
73. В 20 г 20 %-ного раствора натрий сульфата растворили 4 г декагидрата натрий сульфата. Найдите массовую долю натрий сульфата в полученном растворе.
74. Какую массу  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  нужно добавить к 200 г раствора с массовой долей  $\text{CaCl}_2$  5 %, чтобы получить раствор с массовой долей соли 9 %?
75. Какую массу иодида кальция следует добавить к 500 мл 12 %-ного раствора (плотность  $1,107 \text{ г/см}^3$ ) этой соли для получения 30 %-ного раствора?
76. К раствору магний хлорида с массовой долей 3 % добавили еще 2 г этой соли. При этом массовая доля соли в растворе возросла на 1,59 %. Какой была масса исходного раствора?
77. После добавления 5 г глюкозы к 200 г ее раствора массовая доля вещества увеличилась на 2 %. Какой была массовая доля глюкозы в исходном растворе?
78. К раствору кальций бромид прибавили 9 г этой же соли. При этом масса раствора увеличилась на 5 %, а массовая доля вещества в растворе — в 1,5 раза. Найти массовые доли кальций бромид в исходном и конечном растворах.

79. К 300 г раствора натрий сульфата добавили 20 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , при этом массовая доля вещества в растворе стала 6 %. Рассчитайте массовую долю  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в исходном растворе.
80. К 250 г 3,45 %-ного раствора соли добавили некоторую порцию этой соли, в результате чего массовая доля увеличилась в 2,5 раза. Вычислите массу добавленной соли.
81. Какую массу йодида аммония следует добавить к 300 г 2 %-ного раствора этой соли, чтобы общее число атомов в растворе увеличилось в 1,5 раза?
82. Какую массу кристаллогидрата  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  нужно добавить к 250 см<sup>3</sup> 8 %-ного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  с плотностью 1,07 г/см<sup>3</sup>, чтобы получился 20 %-ный раствор  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ?
83. В каком объеме раствора с массовой долей  $\text{FeSO}_4$  10 % (плотность 1,05 г/см<sup>3</sup>) надо растворить 27,8 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получился 15 %-ный раствор  $\text{FeSO}_4$ ?
84. Найти массу раствора с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5 % и массу кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , которые потребуются для приготовления раствора массой 200 г с массовой долей карбоната натрия 10 %.
85. Сколько грамм кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо добавить к 100 см<sup>3</sup> 8 %-ного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (плотность 1,07 г/см<sup>3</sup>), чтобы удвоить массовую долю вещества в растворе?

**Ответы:** 72. 6,86 %. 73. 24 %. 74. 19,14 г. 75. 142 г. 76. 120 г. 77. 18 %. 78. 8,7 и 13,05 %. 79. 3,5 %. 80. 14,2 г. 81. 595 г. 82. 55,6 г. 83. 210 см<sup>3</sup>. 84. 168,81 и 31,19 г. 85. 30,5 г.

### 2.7. Формирование растворов при растворении в воде простых веществ или их оксидов.

86. Найти массовую долю вещества в растворе, полученном при взаимодействии 4,6 г металлического натрия с 75,6 см<sup>3</sup> воды.
87. Определить массовую долю  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  в растворе, полученном при добавлении к 50 г воды 1,2 г  $\text{BaO}$ .
88. Найти массы металлического натрия и воды, которые потребуются для получения раствора гидроксида натрия массой 300 г с массовой долей  $\text{NaOH}$  20 %.
89. Какая масса металлического натрия должна прореагировать с 89 см<sup>3</sup> воды, чтобы получился 20 %-ный раствор гидроксида натрия?
90. Найти массовую долю фосфорной кислоты в растворе, полученном растворением 71 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 600 см<sup>3</sup> воды при нагревании.
91. Какую массу  $\text{SO}_3$  надо растворить в воде массой 4 кг для получения раствора серной кислоты с массовой долей 4,9 %?
92. В какой массе воды нужно растворить 0,5 моль серного ангидрида, чтобы получился 10 %-ный раствор серной кислоты?

93. Сколько молекул  $\text{SO}_3$  и сколько молекул воды потребуется для приготовления раствора серной кислоты массой 200 г с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  12,25 %?

94. Оксид щелочного металла массой 24,8 г растворили в 175,2 г воды и получили раствор щелочи с массовой долей 16 %. Определите формулу оксида.

**Ответы:** 86. 10 %. 87. 2,62 %. 88. 34,5 и 267 г. 89. 11,5 г. 90. 14,6 %. 91. 166,67 г. 92. 450 г. 93.  $1,505 \cdot 10^{23}$  и  $6,02 \cdot 10^{24}$ . 94.  $\text{Na}_2\text{O}$ .

*2.8. Химические взаимодействия, протекающие при смешивании растворов различных веществ.*

95. Сколько граммов раствора калий гидроксида с массовой долей калий гидроксида, равной 11,2 %, потребуется для полной нейтрализации раствора серной кислоты массой 300 г с массовой долей серной кислоты 19,6 %?

96. К 416 г раствора барий хлорида с массовой долей  $\text{BaCl}_2$  10 % добавили раствор с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , равной 14 %. Осадок отфильтровали, а к фильтрату добавили раствор с массовой долей  $\text{HCl}$  5 % до прекращения выделения газа. Определите массу раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , если было израсходовано 438 г раствора  $\text{HCl}$ .

97. Рассчитайте массовые доли веществ в растворе, образовавшемся при действии 25 см<sup>3</sup> 20 %-ной соляной кислоты (плотность 1,1 г/см<sup>3</sup>) на 4,0 г  $\text{FeS}$ .

**Ответы:** 95. 600 г. 96. 378,57 г. 97. 7,27 %  $\text{HCl}$  и 19,3 %  $\text{FeCl}_2$ .

*2.9. Увеличение концентрации гидроксидов в растворах добавлением соответствующих оксидов или простых веществ*

98. Серный ангидрид, образовавшийся при полном окислении 8 дм<sup>3</sup> (н.у.)  $\text{SO}_2$ , растворили в 57,2 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,6 и плотностью 1,5 г/см<sup>3</sup>. Какова массовая доля серной кислоты в образовавшемся растворе?

99. К 242,9 г 8 %-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 7,1 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  и раствор прокипятили. Вычислить массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

100. В какой массе раствора с массовой долей серной кислоты 32 % следует растворить 40 г серного ангидрида, чтобы получить 50 %-ный раствор серной кислоты?

101. К 250 г 5 %-ного водного раствора натрий гидроксида добавили 34,5 г натрий оксида. Вычислите массовую долю вещества в полученном растворе.

102. Какую массу оксида фосфора (V) следует добавить к 500 г раствора с массовой долей ортофосфорной кислоты 64 %, чтобы после нагревания смеси получить 100 %-ный раствор?
103. Вычислить массу фосфорного ангидрида, который следует добавить к 85,8 см<sup>3</sup> 6,3 %-ного раствора ортофосфорной кислоты (плотность 1,04 г/см<sup>3</sup>), чтобы после кипячения получить раствор с массовой долей Н<sub>3</sub>РО<sub>4</sub> 25 %.
104. К 400 г раствора с массовой долей ортофосфорной кислоты 24,5 % прибавили весь оксид фосфора (V), получившийся при сжигании 62 г фосфора в избытке кислорода, и полученный раствор прокипятили. Вычислить объем 10 %-ного раствора NaOH (плотность 1,11 г/см<sup>3</sup>), который нужно добавить, чтобы превратить всю содержащуюся в растворе кислоту в гидрофосфат натрия.
105. Какую массу натрия следует ввести в 120 г 5 %-ного раствора натрия гидроксида, чтобы повысить концентрацию раствора до 25 %?

**Ответы:** 98. 75,61 %. 99. 11,7 %. 100. 161,1 г. 101. 20 %. 102. 473 г. 103. 14,77 г. 104. 2162 см<sup>3</sup>. 105. 16 г.

### 2.10. Химические изменения в растворе при кипячении.

106. Раствор с массовой долей натрия гидрокарбоната 4,2 % прокипятили до превращения гидрокарбоната в карбонат, а затем довели массу раствора до первоначальной. Какой стала массовая доля соли в растворе?
107. Раствор калий гидрокарбоната прокипятили таким образом, что испаряющаяся вода конденсировалась и возвращалась в исходный раствор. В результате образовался раствор с массовой долей К<sub>2</sub>СО<sub>3</sub> 3,49 %. Определить массовую долю калий гидрокарбоната в исходном растворе.

**Ответы:** 106. 2,65 %. 107. 5 %.

## Раздел 3. Электролитическая диссоциация

- Даны вещества: поваренная соль, сахароза, хлороводород, метан, барий сульфат, серебро (I) нитрат, серебро (I) хлорид, кислород, железо, медь, этиловый спирт, глюкоза, натрий гидроксид, азот, натрий сульфат, серная кислота, алюминий оксид, серебро. Выберите:
  - вещества, которые являются проводниками электрического тока, но не относятся к категории «электролиты»;
  - вещества, которые являются электролитами.
- В чем сходство и различие следующих частиц?
  - К<sup>0</sup> и К<sup>+</sup>;
  - Br<sup>0</sup> и Br<sup>-</sup>;
  - S<sup>0</sup> и S<sup>2-</sup>;
  - SO<sub>3</sub> и SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>;
  - NO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.
- Почему водный раствор серной кислоты проводит электрический ток, а безводная серная кислота практически не обладает электропроводностью?



4. На примере взаимодействия воды со фтороводородом и аммиаком, установите роль воды в первом и во втором случаях. Покажите двойственность ее поведения.
5. Составьте уравнение образования иона гидроксония. Какая из частиц является донором электронной пары, а какая — акцептором электронной пары в этом процессе?
6. Запишите уравнения диссоциации следующих веществ: кальций бромид, серная кислота, литий гидроксид, алюминий сульфат, калий гидроортофосфат, натрий дигидроортофосфат, гидроксомедь (II) хлорид, железо (III) хлорид, аммоний гидросульфат, азотная кислота, калий сульфат, магний гидроксид, аммоний хлорид, натрий тетрагидроксоцинкат, натрий карбонат, ортофосфорная кислота, натрий гидрокарбонат. Выберите вещества:
  - а) диссоциирующие в одну стадию;
  - б) диссоциирующие ступенчато;
  - в) диссоциация которых в водных растворах сопровождается образованием иона гидроксония.
7. Выберите, из приведенных ниже, вещества диссоциирующие: а) по типу кислоты; б) по типу основания. KOH, HNO<sub>3</sub>, LiCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HF, HBr, NaOH, Zn(OH)<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>.
8. Запишите формулы электролитов, в водных растворах которых содержатся ионы:
  - а) Fe<sup>3+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; б) Mn<sup>2+</sup> и Cl<sup>-</sup>; в) Na<sup>+</sup> и MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>; г) K<sup>+</sup> и CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;
  - д) Fe<sup>2+</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; е) Ba<sup>2+</sup> и OH<sup>-</sup>; ж) Na<sup>+</sup> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; з) Ca<sup>2+</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.
9. В каком из эквимольных растворов следующих веществ содержится больше ионов (объемы растворов равны)?
  - а) KCl, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; б) FeCl<sub>2</sub>, FeBr<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.
10. Раствор какого из указанных веществ будет обладать большей электропроводностью (температура растворов и молярные концентрации растворенных веществ во всех случаях одинаковы):
  - а) HCl, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; б) HCl, HNO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>;
  - в) NaNO<sub>3</sub>, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### ТЕСТ 6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ

<b>1.</b>	<b>Электролитической диссоциацией называется процесс распада:</b> а) электролита на ионы в водном растворе и расплаве; б) сложного вещества на простые; в) электролита на ионы только в водном растворе; г) электролита на ионы только в расплаве.
<b>2.</b>	<b>Процесс электролитической диссоциации является:</b> а) обратимым; б) окислительно-восстановительным; в) каталитическим; г) причиной образования водородных связей.

3.	<b>Электролиты — это вещества, которые:</b> а) обладают электропроводностью; б) растворимы в воде; в) не растворимы в органических растворителях; г) диссоциируют в расплаве или в растворе на ионы.
4.	<b>Электролитами могут быть вещества:</b> а) только с ионным типом химической связи; б) только с ковалентным полярным типом химической связи; в) только с ковалентным неполярным типом химической связи; г) с ионным и ковалентным полярным типом химической связи.
5.	<b>Ионы — это:</b> а) атомы, имеющие одинаковый положительный заряд ядра, но раз- личное нуклонное число; б) одноатомные или многоатомные частицы, несущие электрический заряд; в) частицы, имеющие неравное число электронов и протонов; г) частицы, которые образуются при несимметричном разрыве хими- ческой связи под влиянием воды или при нагревании.
6.	<b>Катион натрия отличается от атома натрия:</b> а) зарядом ядра; б) количеством нейтронов; в) общим количеством электронов; г) числом электронных слоев.
7.	<b>Анион хлора отличается от атома хлора:</b> а) числом протонов в ядре; б) общим количеством электронов; в) завершенностью внешнего электронного слоя; г) отсутствием окислительных свойств.
8.	<b>В четыре одинаковых пол-литровых стакана с дистиллирован- ной водой внесли по 1 г указанных веществ. В каком случае электропроводность образовавшегося раствора наибольшая (температура комнатная)?</b> а) NaCl; б) AgCl; в) сахар; г) MgO.
9.	<b>В водном 0,1М растворе какого из указанных веществ электро- проводность наименьшая:</b> а) серной кислоты; б) глицерина; в) гидроксида калия; г) медного купороса?
10.	<b>Сложные вещества, при электролитической диссоциации кото- рых в водных растворах в качестве катионов образуются только катионы гидроксония, называются:</b> а) кислотами; б) солями; в) основаниями; г) кислыми солями.
11.	<b>Ионы водорода образуются при диссоциации в водных раство- рах:</b> а) гидроксомедь (II) сульфата; б) натрий гидросульфата; в) натрий гидроксида; г) уксусной кислоты.

12.	Даны вещества: $\text{KClO}_3$ , $\text{NH}_4\text{Cl}$ , $\text{MgOHCl}$ , $\text{FeCl}_3$ , $\text{HCl}$ , $\text{HClO}_4$ , $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ , $\text{Cl}_2$ . Среди них число веществ, в водных растворах которых присутствуют ионы $\text{Cl}^-$ , равно: а) 3;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.
13.	Выберите ряды веществ, в которых каждое вещество в водном растворе может диссоциировать как по типу кислоты, так и по типу основания: а) $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ б) $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; $\text{Be}(\text{OH})_2$ ; $\text{Zn}(\text{OH})_2$ в) $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ г) $\text{H}_2\text{O}$ ; $\text{Be}(\text{OH})_2$ ; $\text{Al}(\text{OH})_3$
14.	Укажите правильно записанные уравнения электролитической диссоциации: а) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ;                      б) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ; в) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ;                      г) $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow 2\text{K}^+ + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
15.	В растворе объемом 1 л, содержащем 0,15 моль магний нитрата, суммарное количество (моль) ионов равно: а) 0,15;                      б) 0,30;                      в) 0,45;                      г) 0,60.
16.	Общее число ионов в растворе железо (III) хлорида химическим количеством 0,2 моль равно: а) $1,2 \times 10^{23}$ ;      б) $6,02 \times 10^{23}$ ;      в) $4,8 \times 10^{23}$ ;      г) $3,1 \times 10^{24}$ .
17.	В водном растворе содержится 0,1 моль ионов цинка, 0,5 моль нитрат-ионов и ионы натрия. Химическое количество (моль) ионов натрия в растворе равно: а) 0,1;                      б) 0,2;                      в) 0,3;                      г) 0,4.
18.	В каком из растворов содержится столько же ионов, сколько их в 1М растворе $\text{CaCl}_2$ (объемы одинаковы): а) 0,5 М $\text{CuSO}_4$ ;      б) 1 М $\text{CuSO}_4$ ;      в) 0,5 М $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;      г) 1 М $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
19.	Одинаковое число ионов образуется при диссоциации солей, формулы которых (химическое количество солей одинаково): а) $\text{KNO}_3$ и $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ ;                      б) $\text{CaCl}_2$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; в) $\text{Zn}(\text{NO})_2$ и $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ;                      г) $\text{AlCl}_3$ и $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .
20.	В очень разбавленном водном растворе натрий гидросульфата примерно одинаковой будет концентрация ионов (без учета диссоциации воды): а) $\text{Na}^+$ , $\text{H}^+$ и $\text{SO}_4^{2-}$ ;                      б) $\text{Na}^+$ , $\text{H}^+$ и $\text{S}^{2-}$ ; в) $\text{Na}^+$ и $\text{HSO}_4^-$ ;                      г) $\text{HSO}_4^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ .

#### Раздел 4. Степень диссоциации

##### ТЕСТ 7.

1.	Мерой электролитической диссоциации электролита принято считать: а) степень диссоциации;                      б) молярную концентрацию раствора; в) рН раствора;                      г) суммарное число ионов в растворе.
----	--

2.	<p><b>Степень диссоциации — это:</b></p> <p>а) отношение количества растворенного вещества к общему количеству веществ в растворе;</p> <p>б) отрицательный логарифм концентрации катионов в растворе;</p> <p>в) отношение числа молекул, распавшихся на ионы, к общему числу молекул растворенного вещества;</p> <p>г) число гидратированных молекул электролита.</p>
3.	<p><b>Численное значение степени диссоциации электролита в растворе зависит:</b></p> <p>а) от природы электролита;</p> <p>б) температуры раствора;</p> <p>в) концентрации вещества в растворе;</p> <p>г) от давления над раствором.</p>
4.	<p><b>Степень диссоциации уксусной кислоты в водном растворе возрастает, если в раствор добавить:</b></p> <p>а) уксусную кислоту;</p> <p>б) воду;</p> <p>в) натрий ацетат;</p> <p>г) немного щелочи.</p>
5.	<p><b>Формулы одной сильной и двух слабых кислот приведены в рядах:</b></p> <p>а) <math>H_2SO_4</math>, <math>H_2SO_3</math>, <math>H_2S</math>;</p> <p>б) <math>HNO_3</math>, <math>HNO_2</math>, <math>HCl</math>;</p> <p>в) <math>HF</math>, <math>HCl</math>, <math>HBr</math>;</p> <p>г) <math>HI</math>, <math>H_2CO_3</math>, <math>CH_3COOH</math>.</p>
6.	<p><b>Отметьте ряды, в которых приведены формулы только сильных электролитов:</b></p> <p>а) <math>KOH</math>, <math>H_3PO_4</math>, <math>H_2S</math>, <math>Na_2SO_3</math>;</p> <p>б) <math>H_2O</math>, <math>HNO_2</math>, <math>HF</math>, <math>K_2SO_4</math>;</p> <p>в) <math>Na_2CO_3</math>, <math>H_2SO_4</math>, <math>KOH</math>, <math>CH_3COONH_4</math>;</p> <p>г) <math>HNO_3</math>, <math>MgSO_4</math>, <math>Ca(OH)_2</math>, <math>HI</math>.</p>
7.	<p><b>Отметьте стадию диссоциации, для которой значение степени диссоциации наименьшее:</b></p> <p>а) <math>H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-</math>;</p> <p>б) <math>H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-</math>;</p> <p>в) <math>HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}</math>;</p> <p>г) <math>HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}</math>.</p>
8.	<p><b>Степень диссоциации вещества X <math>\alpha = 0,008</math> означает, что из 1000 молекул на ионы распалось:</b></p> <p>а) 0,8;      б) 8;      в) 80;      г) 800.</p>
9.	<p><b>Степень диссоциации одноосновной кислоты в растворе с концентрацией 0,2 моль/л равна 0,15. Рассчитайте массу ионов водорода в растворе объемом 2 л:</b></p> <p>а) 6 г;      б) 0,6 г;      в) 0,06 г;      г) 60 г.</p>
10.	<p><b>Рассчитайте количество (моль) всех частиц в растворе, полученном при растворении 0,7 моль <math>HF</math>, если степень диссоциации кислоты 0,3:</b></p> <p>а) 0,21;      б) 0,91;      в) 0,42;      г) 1,4.</p>
11.	<p><b>В 1 л 0,2 М раствора хлорида железа (III) суммарное количество (моль) ионов равняется:</b></p> <p>а) 0,24;      б) 0,4;      в) 0,6;      г) 0,8.</p>

### Задачи

1. В растворе уксусной кислоты содержится 0,01 г ионов водорода и 3,0 г недиссоциированных молекул. Какова степень диссоциации уксусной кислоты?
2. Вычислите концентрации ионов:
  - а)  $\text{Cl}^-$  в 0,5 М растворе  $\text{KCl}$ ,  $\alpha = 100\%$ ;
  - б)  $\text{OH}^-$  в 0,3 М растворе  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\alpha = 90\%$ ;
  - в)  $\text{Al}^{3+}$  в 0,01 М растворе  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\alpha = 100\%$
3. Рассчитайте степень диссоциации (%) слабых кислот в 0,1 М растворах со следующей равновесной концентрацией (моль/л) катионов водорода:
  - а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $1,3 \times 10^{-3}$
  - б)  $\text{HClO}$ ;  $5,4 \times 10^{-5}$
4. Рассчитайте степень диссоциации (%) гидрата аммиака  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в 0,01 М растворе, если концентрация  $\text{OH}^-$  равна  $4,2 \times 10^{-4}$  моль/л.
5. Найдите молярную концентрацию катионов водорода в 0,1 М растворах слабых кислот с заданной степенью их диссоциации:
  - а)  $\text{HF}$ ;  $\alpha = 8,1\%$
  - б)  $\text{HNO}_2$ ;  $\alpha = 7,2\%$
6. Рассчитайте степень электролитической диссоциации (%) указанных слабых кислот по следующим данным:
  - а)  $\text{HNO}_2$ , 0,1 М раствор,  $[\text{H}^+] = 7,2 \times 10^{-3}$  моль/л;
  - б)  $\text{HF}$ , 0,1 М раствор,  $[\text{H}^+] = 8,1 \times 10^{-3}$  моль/л;
  - в)  $\text{HClO}$ , 0,1 М раствор,  $[\text{H}^+] = 5,4 \times 10^{-5}$  моль/л;
  - г)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0,1 М раствор,  $[\text{H}^+] = 1,3 \times 10^{-3}$  моль/л.
7. Найдите молярную концентрацию гидроксид-ионов в 0,05 М растворе гидрата аммиака со степенью диссоциации гидрата аммиака 1,9 %.
8. В 0,5 л 0,01 М раствора слабой кислоты  $\text{HA}$  содержится  $2,4 \times 10^{20}$  ионов  $\text{A}^-$ . Вычислите степень диссоциации (%) кислоты.
9. Рассчитайте молярную концентрацию катионов аммония (моль/л) в 0,004 М растворе гидрата аммиака, если степень диссоциации гидрата аммиака равна 6,6 %.
10. Масса катионов водорода в 0,5 л 0,1 М раствора слабой кислоты  $\text{HA}$  равна 0,001 г. Рассчитайте степень диссоциации (%) кислоты.
11. В 20 г раствора с массовой долей сульфата однозарядного металла 4,35 % содержится  $9,06 \times 10^{21}$  ионов. Считая диссоциацию полной, установите металл.
12. Определите химическое количество анионов  $\text{HA}^-$  в растворе, содержащем кислоту  $\text{H}_2\text{A}$  химическим количеством 0,20 моль. Степень диссоциации двухосновной кислоты  $\text{H}_2\text{A}$  по первой ступени равна 100 %, а по второй — 10 %.

**Ответы:** 1. 0,167. 2. а) 0,5 М; б) 0,54 М; в) 0,02 М. 3. а) 1,3 %; б) 0,054 %; 4. 4,2 %.  
5. а)  $8,1 \cdot 10^{-3}$  моль/л; б)  $7,2 \cdot 10^{-3}$  моль/л. 6. а) 7,2 %; б) 8,1 %; в) 0,054 %; г) 1,3 %.  
7.  $9,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. 8. 8 %. 9.  $2,6 \cdot 10^{-4}$  моль/л. 10. 2 %. 11. калий. 12. 0,18 моль.

**Раздел 5. Ионные уравнения реакций. Составление полных и сокращенных ионных уравнений. Запись молекулярных уравнений по соответствующим сокращенным ионным**

*Задание 1.* Какие из приведенных ниже реакций являются реакциями ионного обмена?

- а)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{FeSO}_4 + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{NiS} + 2\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{AlPO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- д)  $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;

*Задание 2.* Закончите приведенные ниже уравнения реакций. Запишите для них полные и сокращенные ионные уравнения. Выберите реакции:

- при протекании которых образуются: а) осадок; б) газ;
- которые могут быть использованы как качественные;
- которым соответствует одно и тоже сокращенное ионное уравнение;
- в которых при взаимодействии одной и той же пары реагентов, могут образоваться различные продукты реакции;
- для которых полное и сокращенное ионные уравнения представлены одной и той же записью.

**I.**

- 1.  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow$
- 2.  $\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
- 3.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
- 4.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$
- 5.  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 6.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{LiOH} \rightarrow$
- 7.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
- 8.  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 9.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$
- 10.  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$
- 11.  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

**II.**

- 12.  $\text{KCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
- 13.  $\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 \rightarrow$
- 14.  $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
- 15.  $\text{FeCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
- 16.  $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{FeCl}_2 \rightarrow$

**III.**

- 17.  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 18.  $\text{KHSO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

**V.**

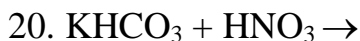
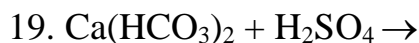
- 24.  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 25.  $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
- 26.  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 27.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 28.  $\text{FeS} + \text{HCl} \rightarrow$
- 29.  $\text{CaSO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 30.  $\text{BaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- 31.  $\text{BaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 32.  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 33.  $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)  $\rightarrow$
- 34.  $\text{ZnS} + \text{HCl} \rightarrow$
- 35.  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{HCl} \rightarrow$
- 36.  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- 37.  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{HNO}_3 \rightarrow$

**VI.**

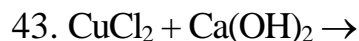
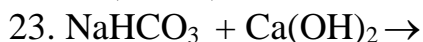
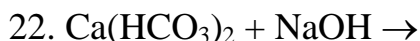
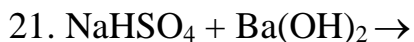
- 38.  $\text{FeO} + \text{HCl} \rightarrow$
- 39.  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- 40.  $\text{SO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$

**VII.**

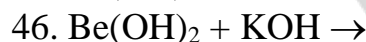
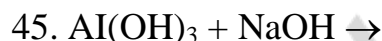
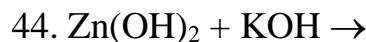
- 41.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$



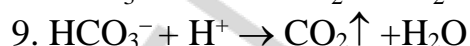
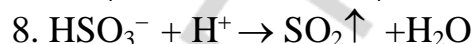
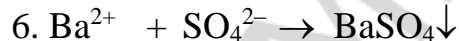
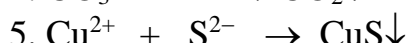
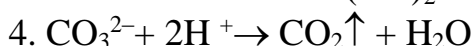
**IV.**



**VIII.**

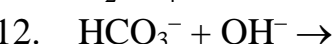
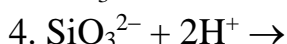
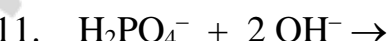
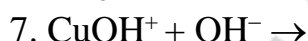
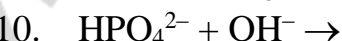
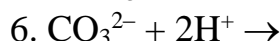
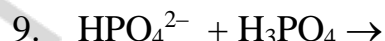
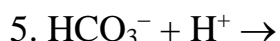
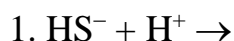


**Задание 3.** Используя сокращенные ионные уравнения, составьте молекулярные уравнения реакций:

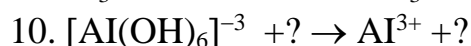
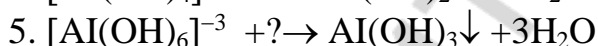
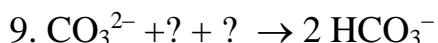
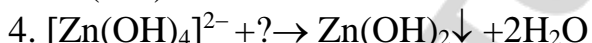
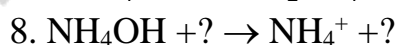
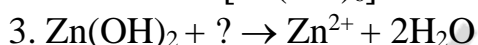
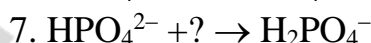
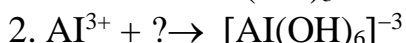
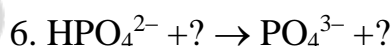
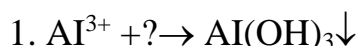


**Задание 4.** Составьте молекулярные уравнения реакций, соответствующие приведенным схемам:

**I.**



**II.**



### ТЕСТ 8. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА. ИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ РЕАКЦИЙ

1.	<p><b>Сокращенные ионные уравнения, в отличие от молекулярных:</b></p> <p>а) не содержат стехиометрических коэффициентов;</p> <p>б) не содержат записи реагентов или продуктов реакции в виде молекул (формульных единиц);</p> <p>в) могут соответствовать не одной реакции между конкретными веществами, а целой группе аналогичных реакций;</p> <p>г) каждое ионное уравнение соответствует только одной реакции между конкретными веществами.</p>
2.	<p><b>Выберите ряд, в котором каждое вещество не записывают в виде ионов при составлении ионных уравнений:</b></p> <p>а) <math>\text{H}_2\text{S}</math>, <math>\text{Na}_2\text{S}</math>, <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math>;</p> <p>б) <math>\text{NH}_4\text{OH}</math>, <math>\text{H}_2\text{SiO}_3</math>, <math>\text{CaSO}_4</math>;</p> <p>в) <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math>, <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math>, <math>\text{HI}</math>;</p> <p>г) <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math>, <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math>, <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>.</p>

3.	<p><b>Сокращенное ионное уравнение <math>\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}</math> соответствует реакциям между:</b></p> <p>а) уксусной кислотой и натрий гидроксидом;  б) азотной кислотой и кальций гидроксидом;  в) серной кислотой и барий гидроксидом;  г) соляной кислотой и калий гидроксидом;  д) фосфорной кислотой и гидратом аммиака;  е) серной кислотой и цинк гидроксидом.</p>
4.	<p><b>Сокращенное ионное уравнение реакции <math>\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}</math> соответствует взаимодействию:</b></p> <p>а) аммиака с известковой водой;    б) аммоний хлорида с водой;  в) аммиака с водой;    г) аммиака с соляной кислотой;  д) аммоний хлорида с известковой водой.</p>
5.	<p><b>Сокращенное ионное уравнение реакции: <math>2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}</math> соответствует взаимодействию:</b></p> <p>а) азотной кислоты с кальций карбонатом;  б) сероводородной кислоты с калий карбонатом;  в) серной кислоты с кальций карбонатом;  г) соляной кислоты с натрий карбонатом.</p>
6.	<p><b>Одинаковое ионное уравнение соответствует реакциям в водном растворе между:</b></p> <p>а) азотной кислотой и натрий гидроксидом;  б) соляной кислотой и натрий гидроксидом;  в) калий гидроксидом и сероводородной кислотой;  г) кальций гидроксидом и серной кислотой;  д) серной кислотой и натрий гидроксидом;  е) соляной кислотой и цинк гидроксидом.</p>
7.	<p><b>Суммы всех коэффициентов в полном и сокращенном ионных уравнениях реакции углекислого газа с избытком раствора натрий гидроксида соответственно равны:</b></p> <p>а) 10 и 3;    б) 10 и 5;    в) 9 и 3;    г) 9 и 5.</p>
8.	<p><b>Суммы всех коэффициентов в полном и сокращенном ионных уравнениях реакции между сероводородной кислотой и гидроксидом натрия с образованием кислой соли соответственно равны:</b></p> <p>а) 12 и 6;    б) 12 и 3;    в) 10 и 6;    г) 6 и 4.</p>
9.	<p><b>Суммы всех коэффициентов в полном и сокращенном ионных уравнениях реакции нейтрализации железо (III) гидроксида серной кислотой равны соответственно:</b></p> <p>а) 28 и 3;    б) 22 и 8;    в) 28 и 18;    г) 14 и 10.</p>
10.	<p><b>Укажите ряд, в котором ионы каждой пары взаимодействуют в растворах с образованием осадка:</b></p> <p>а) <math>\text{SO}_4^{2-}</math> и <math>\text{H}^+</math>; <math>\text{Ag}^+</math> и <math>\text{Cl}^-</math>;    б) <math>\text{Cl}^-</math> и <math>\text{Fe}^{2+}</math>; <math>\text{Fe}^{2+}</math> и <math>\text{OH}^-</math>;  в) <math>\text{OH}^-</math> и <math>\text{Cu}^{2+}</math>; <math>\text{Na}^+</math> и <math>\text{SiO}_3^{2-}</math>;    г) <math>\text{Ca}^{2+}</math> и <math>\text{SO}_4^{2-}</math>; <math>\text{Cu}^{2+}</math> и <math>\text{OH}^-</math>.</p>



<b>11.</b>	<b>Выберите ряды, в которых ионы каждой пары не могут одновременно присутствовать в растворе в значительных количествах:</b> а) $\text{HCO}_3^-$ и $\text{OH}^-$ ; $\text{H}^+$ и $\text{S}^{2-}$ ; б) $\text{Na}^+$ и $\text{Cl}^-$ ; $\text{SO}_4^{2-}$ и $\text{H}^+$ ; в) $\text{Zn}^{2+}$ и $\text{S}^{2-}$ ; $\text{CO}_3^{2-}$ и $\text{H}^+$ ; г) $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ и $\text{H}^+$ ; $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ и $\text{SO}_4^{2-}$ ; д) $\text{H}^+$ и $\text{HSiO}_3^-$ ; $\text{Na}^+$ и $\text{S}^{2-}$ ; е) $\text{Ag}^+$ и $\text{NO}_3^-$ ; $\text{Zn}^{2+}$ и $\text{SO}_4^{2-}$ .
<b>12.</b>	<b>Выберите пары веществ, которые в водном растворе взаимодействуют с образованием газа:</b> а) натрий карбонат и уксусная кислота; б) натрий гидрокарбонат и натрий гидроксид; в) калий гидросульфид и кальций гидроксид; г) калий гидросульфид и соляная кислота.
<b>13.</b>	<b>Только средняя соль образуется при взаимодействии растворов, содержащих:</b> а) 0,025 моль натрий гидроксида и 0,025 моль ортофосфорной кислоты; б) 0,05 моль натрий гидроксида и 0,025 моль $\text{CO}_2$ ; в) 0,025 моль кальций гидроксида и 0,025 моль $\text{CO}_2$ ; г) 0,075 моль кальций гидроксида и 0,05 моль ортофосфорной кислоты; д) 0,05 моль натрий гидроксида и 0,05 моль натрий гидрокарбоната.
<b>14.</b>	<b>Смесь кислой и средней соли получается при взаимодействии в водном растворе:</b> а) 0,1 моль $\text{P}_2\text{O}_5$ и 0,45 моль $\text{NaOH}$ ; б) 0,2 моль $\text{P}_2\text{O}_5$ и 1,4 моль $\text{NaOH}$ ; в) 0,1 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 1,2 моль $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; г) 0,12 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 0,1 моль $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
<b>15.</b>	<b>Различить между собой водные растворы нитратов алюминия, магния и аммония можно с помощью:</b> а) азотной кислоты; б) серной кислоты; в) натрий гидроксида; г) соляной кислоты.

**Раздел 6. Гидролиз солей. Типы гидролиза солей. Кислотность среды в водных растворах солей. Факторы, влияющие на протекание гидролиза солей**

*Задание 1.* Напишите уравнения гидролиза следующих ионов:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ .

*Задание 2.* Даны соли: железо (II) хлорид, калий карбонат, алюминий бромид, железо (III) нитрат, алюминий сульфид. Запишите молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза этих солей. Охарактеризуйте их гидролиз (по катиону, по аниону, полный гидролиз; число ступеней гидролиза; кислотность среды и изменение окраски лакмуса; факторы, усиливающие или ослабляющие гидролиз каждой из солей).

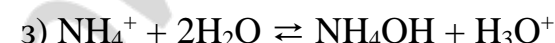
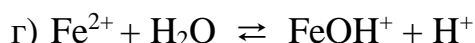
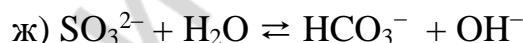
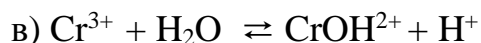
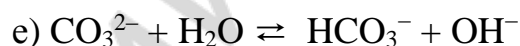
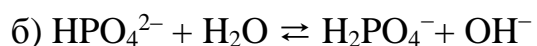
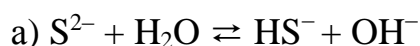
**Задание 3.** Какую реакцию среды (кислую, щелочную или нейтральную) имеют растворы следующих солей: натрий сульфата, алюминий нитрата, калий силиката, натрий фосфата, аммоний хлорида?

**Задание 4.** Какую окраску будет иметь лакмус в растворах следующих солей: алюминий сульфата, натрий хлорида, натрий карбоната, аммоний хлорида, натрий фосфата, калий сульфита, железо (III) хлорида, медь (II) сульфата, калий ацетата?

**Задание 5.** Какая из перечисленных солей гидролизуеться сильнее: железо (II) сульфат, калий хлорид, железо (II) карбонат, железо (III) хлорид?

**Задание 6.** Укажите, какая из двух солей в каждой паре гидролизуеться сильнее: а) калий сульфит и калий карбонат; б) железо (III) хлорид и железо (II) хлорид; в) калий сульфит и калий сульфид; г) аммоний сульфид и натрий сульфид; д) аммоний карбонат и аммоний хлорид; е) натрий сульфид и медь (II) сульфид.

**Задание 7.** Напишите в молекулярной форме уравнения реакций гидролиза, которые в ионной форме имеют следующий вид



### ТЕСТ 9. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

<b>1.</b>	<b>Укажите ряды солей, в которых каждая соль подвергается гидролизу по катиону:</b> а) $Al(NO_3)_3, NaHCO_3, KNO_3$ ; б) $FeSO_4, ZnCl_2, Cu(NO_3)_2$ ; в) $CH_3COONH_4, ZnS, CaCl_2$ ; г) $Fe_2(SO_4)_3, Be(NO_3)_2, NH_4Cl$ .
<b>2.</b>	<b>В каком ряду перечислены формулы солей, каждая из которых подвергается гидролизу по аниону?</b> а) $K_2CO_3, NaCl, NaNO_2$ ; б) $(CH_3COO)_2Zn, CuCl_2, K_3PO_4$ ; в) $Na_2SO_3, KHCO_3, CaCO_3$ ; г) $K_2SO_3, NaHS, Na_2HPO_4$ .
<b>3.</b>	<b>Необратимо в водном растворе протекает гидролиз:</b> а) $CH_3COONH_4$ ; б) $CuS$ ; в) $Cr_2S_3$ ; г) $Al_2(CO_3)_3$ .
<b>4.</b>	<b>Укажите вещества, водный раствор которых приготовить нельзя:</b> а) $CuS$ ; б) $Na$ ; в) $CaO$ ; г) $Al_2S_3$ .
<b>5.</b>	<b>Укажите вещества, в водном растворе которых лакмус имеет фиолетовую окраску:</b> а) $Na_2SO_4$ ; б) $Na_2SO_3$ ; в) $CH_3COONH_4$ ; г) $K_2HPO_4$ .
<b>6.</b>	<b>Укажите продукты, образующиеся при сливании водных растворов <math>AlCl_3</math> и <math>Na_2S</math>:</b> а) $Al(OH)_3$ ; б) $Al_2S_3$ ; в) $H_2S$ ; г) $NaCl$ .

<b>7.</b>	<b>Укажите, какие из приведенных факторов усиливают гидролиз соли <math>\text{CuCl}_2</math>:</b> а) добавление $\text{H}_2\text{O}$ ; б) добавление $\text{NaOH}$ ; в) добавление $\text{HCl}$ ; г) нагревание.
<b>8.</b>	<b>Укажите, какие из приведенных факторов ослабляют гидролиз соли <math>\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3</math>:</b> а) добавление кислоты; б) добавление $\text{NaOH}$ ; в) нагревание; г) охлаждение.
<b>9.</b>	<b>Укажите пары солей, где первая соль подвергается гидролизу больше, чем вторая:</b> а) $\text{MgCl}_2$ и $\text{BeCl}_2$ ; б) $\text{K}_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ; в) $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; г) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ .
<b>10.</b>	<b>Взаимно усиливают гидролиз соли:</b> а) $\text{K}_2\text{S}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; б) $\text{CuS}$ и $\text{CuCl}_2$ ; в) $\text{CH}_3\text{COOK}$ и $\text{BaCl}_2$ ; г) $\text{Na}_2\text{S}$ и $\text{MgCl}_2$ .
<b>11.</b>	<b>Укажите ряд, в котором каждый ион реагирует с водой:</b> а) $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ ; б) $\text{Na}^+$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Ca}^{2+}$ ; в) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{HS}^-$ , $\text{Zn}^{2+}$ ; г) $\text{Br}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{Be}^{2+}$ .
<b>12.</b>	<b>Выделение газа происходит при смешении водных растворов:</b> а) натрий карбоната и соляной кислоты; б) натрий гидросульфида и серной кислоты; в) алюминий хлорида и натрий карбоната; г) хром (III) нитрата и калий сульфида.

### Задачи

- К раствору, содержащему 0,1 моль уксусной кислоты, добавили 20 г раствора натрий гидроксида с массовой долей  $\text{NaOH}$  20 %. Какова будет реакция среды в полученном растворе?
- К 50 г раствора натрий карбоната с массовой долей растворенного вещества 10,6 % прилили избыточное количество раствора алюминий сульфата. Какой газ выделится при этом? Каков объем этого газа (н.у.)?
- К  $150 \text{ см}^3$  10 %-ного раствора алюминий сульфата с плотностью  $1,12 \text{ г/см}^3$  добавили избыток раствора карбоната калия. Каковы состав и масса образовавшегося осадка?
- К 150 г раствора железо (III) нитрата с массовой долей растворенного вещества 5,0 % прилили 50,0 г раствора натрий карбоната с массовой долей соли 10 %. После полного завершения химических взаимодействий раствор профильтровали. Определите массу фильтрата.

**Ответы:** 1. Щелочная. 2. 1,12 л. 3. 7,66 г. 4. 194,6 г.

**Раздел 7. Водородный показатель рН. Значения рН в растворах кислот, щелочей и солей. Расчет рН растворов**

**ТЕСТ 10. КИСЛОТНОСТЬ РАСТВОРА**

<b>1.</b>	Для воды остается постоянной величина $K_w = [H^+][OH^-]$ , которую называют: а) водородным показателем; б) произведением растворимости воды; в) ионным произведением воды; г) произведением диссоциации.
<b>2.</b>	Водородный показатель рН рассчитывается по формуле: а) $pH = \lg [H^+]$ ; б) $pH = -\lg [OH^-]$ ; в) $pH = -\lg [H^+]$ ; г) $pH = -\ln [OH^-]$ ;
<b>3.</b>	Значение рН чистой воды при 25 °С составляет: а) 1; б) 7; в) 0; г) 10;
<b>4.</b>	Концентрация ионов водорода в растворе с концентрацией калий гидроксида 0,01 моль/л (при условии полной его диссоциации) равна: а) $10^{-12}$ моль/л; б) 0,01; в) $10^{-14}$ моль/л; г) 0;
<b>5.</b>	Водородный показатель рН при молярной концентрации ионов водорода $10^{-3}$ моль/дм <sup>3</sup> равен: а) 3; б) 5; в) 11; г) 4.
<b>6.</b>	Водородный показатель рН при молярной концентрации соляной кислоты в растворе 0,1 моль/дм <sup>3</sup> равен (считать диссоциацию полной): а) 0; б) 1; в) 13; г) 14.
<b>7.</b>	Водородный показатель рН при молярной концентрации гидроксида калия в растворе 0,1 моль/дм <sup>3</sup> равен (считать диссоциацию полной): а) 1; б) 7; в) 13; г) 14;
<b>8.</b>	Укажите формулу вещества, в водном растворе которого значение водородного показателя будет наименьшим (концентрации растворов равны): а) NaCl; б) KOH; в) CH <sub>3</sub> COOH; г) HCl.
<b>9.</b>	Укажите формулу вещества, в водном растворе которого значение водородного показателя будет наибольшим (концентрации растворов равны): а) NaCl; б) KOH; в) NH <sub>4</sub> OH; г) HCl.

*Задачи*

- Зная, что степень диссоциации воды при комнатной температуре примерно равна  $10^{-9}$ , рассчитайте, какое число ионов водорода и какое число гидроксид-ионов содержится в воде объемом 200 см<sup>3</sup>.

2. Какое число ионов водорода содержится в растворе сильной кислоты HA с молярной концентрацией  $10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> и объемом 500 см<sup>3</sup>.
3. Чему равен водородный показатель, если в растворе объемом 200 см<sup>3</sup> содержится  $12,04 \times 10^{19}$  ионов водорода?
4. Чему равен водородный показатель, если в растворе объемом 5,0 дм<sup>3</sup> содержатся ионы водорода химическим количеством 0,050 моль?
5. В раствор разбавленной серной кислоты добавили избыток натрия оксида. Какой будет среда в растворе по окончании реакции?
6. Какое химическое количество ионов водорода содержится в 2,5 дм<sup>3</sup> нейтрального раствора при 25 °С?
7. В водном растворе концентрация ионов водорода  $H^+$  равна  $10^{-2}$  моль/л при 25 °С. Определите концентрацию гидроксид-ионов в этом растворе. Укажите характер среды в этом растворе.
8. Вычислите концентрацию катионов водорода в водном растворе, если концентрация гидроксид-ионов при 25 °С равна  $10^{-5}$  моль/л. Укажите характер среды раствора.
9. Вычислите рН водного раствора, в котором концентрация ионов  $OH^-$  равна 0,01 моль/л. Как изменится цвет фенолфталеина в этом растворе?

**Ответы:** 1. по  $6,69 \times 10^{15}$ . 2.  $N(H^+) = 3,01 \times 10^{18}$  ионов. 3. 3. 4. 2. 6.  $2,5 \times 10^{-7}$ . 7.  $10^{-12}$ . 8.  $10^{-9}$ . 9. 12.

### Раздел 8. Изменения в насыщенных растворах при изменении температуры

#### Задачи

1. В воде массой 100 г при 0 °С растворяется NaF массой 4,1 г, а при 40 °С — массой 4,5 г. Какая масса NaF выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при 40 °С раствора натрия фторида массой 500 г до 0 °С?
2. Коэффициент растворимости соли при 50 °С равен 40 г на 100 г воды, а при 10 °С — 15 г на 100 г воды. Определить массу осадка, полученного при охлаждении насыщенного при 50 °С раствора массой 70 г до 10 °С.
3. Раствор с массовой долей  $AgNO_3$  0,82 является насыщенным при 60 °С. При охлаждении этого раствора массой 140 г до 10 °С в осадок выпала соль массой 71,2 г. Определите коэффициент растворимости  $AgNO_3$  при 10 °С.
4. В воде массой 100 г растворятся при 30 °С  $NH_4Br$  массой 81,8 г. При охлаждении насыщенного при 30 °С раствора  $NH_4Br$  массой 300 г до 0 °С выпадает осадок — соль массой 36,8 г. Определите какая масса  $NH_4Br$  может быть растворена в 100 г воды при 0 °С.

5. При н.у. в воде массой 100 г растворяется хлороводород объемом 50,5 дм<sup>3</sup>. При 50 °С и нормальном давлении коэффициент растворимости хлороводорода равен 59,6 г на 100 г воды. Насыщенный при 0 °С раствор HCl массой 40 г нагрели до 50 °С. Определить массу полученного раствора (испарением воды пренебречь).
6. Из 12,86 г насыщенного при 15 °С водного раствора BaCl<sub>2</sub> получено путем выпаривания воды 4,11 г кристаллогидрата BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O. Найти коэффициент растворимости безводной соли BaCl<sub>2</sub>.
7. Из 300 г насыщенного при 40 °С раствора ZnCl<sub>2</sub> (растворимость 452,2 г на 100 г воды) при охлаждении до 0 °С выпало 254 г кристаллогидрата, а массовая доля соли в растворе снизилась до 73,1 %. Установить формулу кристаллогидрата.
8. Растворимость аммиака при 0 °С равна 1300 объемов в 1 объеме воды, а при 30 °С — 595 объемов в 1 объеме воды. Как изменится масса 250 г насыщенного при 0 °С раствора при его нагревании до 30 °С? Испарением воды пренебречь, давление 101 кПа.
9. В 100 г воды при 0 °С растворяется 127 г MnBr<sub>2</sub>. Массовая доля MnBr<sub>2</sub> в насыщенном при 40 °С растворе равна 62,8 %. Насыщенный при 0 °С раствор массой 250 г нагрели до 40 °С. Какую массу MnBr<sub>2</sub> можно дополнительно растворить в этом растворе?
10. Сколько г калий сульфата выпадет в осадок из 400 г раствора насыщенного при 80 °С при охлаждении его до 20 °С? Растворимость калий сульфата составляет 21,4 г при 80 °С и 11,1г/100 г воды при 20 °С.
11. Из 500 г 40 %-ного раствора FeSO<sub>4</sub> при охлаждении выпало 100 г FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O в виде осадка. Какова массовая доля FeSO<sub>4</sub> в оставшемся растворе?
12. Сколько г барий нитрата выделится из раствора насыщенного при 100 °С и охлажденного до 0 °С, если во взятом растворе было 50 мл воды? Растворимость барий нитрата при 0 °С 5 г, а при 100 °С 34,2 г/100 г воды.

**Ответы:** 1. 1,9 г. 2. 12,5 г. 3. 173 г на 100 г воды. 4. 59,5 г на 100 г воды. 5. 35 г. 6. 37,4 г на 100 г воды. 7. ZnCl<sub>2</sub> · 1,5H<sub>2</sub>O. 8. Уменьшится на 73,2 г. 9. 46 г. 10. 33,9 г. 11. 36,32 %. 12. 14,6 г.

## **Раздел 9. Формирование растворов при взаимодействиях типа «Металл + раствор соли»**

### *Задачи*

1. Вычислите массовую долю вещества в растворе, полученном при внесении 1 г железных опилок в 1,6 %-ный раствор сульфата меди (II) массой 30 г.
2. Масса железной пластинки, которая на некоторое время была опущена в 20 %-ный раствор CuSO<sub>4</sub> массой 200 г, изменилась на 0,77 г. Найдите массовые доли солей в растворе после окончания реакции.

3. Масса медной пластинки, которая была опущена в 20 %-ный раствор нитрата ртути (II) массой 200 г, изменилась на 6,85 г. Вычислить массу выделившейся на пластинке ртути и найти массовые доли солей в растворе после опыта.
4. Кусочек железа поместили в раствор нитрата неизвестного металла, который проявляет степень окисления +1. Масса образца металла увеличилась на 16 г. В полученный раствор  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  добавили избыток  $\text{Na}_2\text{S}$ , получив при этом осадок  $\text{FeS}$  массой 8,8 г. Какой металл выделен из раствора?
5. Медную пластинку массой 22 г погрузили на некоторое время в 160 г 6 %-ного раствора нитрата серебра. Затем пластинку из раствора вынули, при этом массовая доля нитрата серебра стала равна 3 %. Определить массу пластинки после окончания реакции, если все выделившееся в результате реакции серебро осталось на ней.
6. Железную пластинку выдержали в растворе соляной кислоты, затем на некоторое время опустили в раствор  $\text{CuSO}_4$ . Масса пластинки оказалась равной массе пластинки до опыта. Определить массу железа, вступившего в реакцию с соляной кислотой и с сульфатом меди (II), если в реакции с  $\text{HCl}$  выделилось  $2,24 \text{ дм}^3$  газа.

**Ответы:** 1. 1,52 %. 2. 12,34 % и 7,35 %. 3. 4,86 % и 12,29 %. 4. Ag. 5. 24,17 г. 6. 39,2 г и 5,6 г.

## **Раздел 10. Формирование растворов кислых, средних солей или их смесей.**

### *Задачи*

1. Какой максимальный объем 10 %-ного раствора натрия гидроксида с плотностью  $1,11 \text{ г/см}^3$  необходим для полного поглощения всего  $\text{SO}_2$ , образовавшегося при сжигании 24,25 г  $\text{ZnS}$ ?
2. Какой максимальный объем  $\text{SO}_2$  (н.у.) может быть поглощен 10 %-ным раствором натрия гидроксида объемом  $800 \text{ см}^3$  и плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ ? Определить массовую долю соли в полученном растворе.
3. Сколько литров смеси оксида серы  $\text{SO}_2$  и азота (н.у.), содержащей 20 % оксида серы по массе, надо пропустить через 1000 г 4 %-ного раствора натрия гидроксида, чтобы массовые доли полученных при этом солей стали одинаковы (растворимостью азота в воде пренебречь)?
4. Через 50,0 г 15 %-ного раствора  $\text{KOH}$  пропустили углекислый газ, после чего масса раствора стала равна 55,9 г. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе.
5.  $8,95 \text{ дм}^3$  аммиака (н.у.) пропустили через 250 г 10 %-ного раствора ортофосфорной кислоты. Определите состав и количества веществ полученных солей.

6. Через раствор массой 200 г с массовой долей аммоний дигидрофосфата 23 % пропущен газ (н.у.), полученный при нагревании 10,7 г аммоний хлорида с избытком калий гидроксида. Определите массовые доли солей в полученном растворе.
7. Продукты полного сгорания 4,48 дм<sup>3</sup> сероводорода (н.у.) в избытке кислорода поглощены 53 см<sup>3</sup> 16 %-ного раствора натрий гидроксида (плотность 1,18 г/см<sup>3</sup>). Найдите массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке полученного раствора избытком барий гидроксида.
8. CO<sub>2</sub>, полученный при сгорании 8,96 дм<sup>3</sup> (н.у.) метана, полностью поглотили 12 %-ным раствором натрий гидроксида массой 200 г. Определить состав полученного раствора в массовых долях.
9. 62 г кальций ортофосфата обработали 49 г 64 %-ного раствора серной кислоты. Определите качественный и количественный (г) состав остатка после выпаривания раствора.
10. 100 г 9,8 %-ного раствора ортофосфорной кислоты смешали с 200 г 17,4 %-ного раствора калий гидроортофосфата. Определить состав компонентов в полученном растворе и их массовые доли.
11. Смешали 150 г 5 %-ного раствора калий дигидрофосфата и 5 г 20 %-ного раствора калий гидроксида. Вычислите массовые доли веществ в получившемся растворе.

**Ответы:** 1. 180 см<sup>3</sup>. 2. 49,28 л, 22,4 %. 3. 156,5 л. 4. 24 и 76 %. 5. 0,1102 моль NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0,1445 моль (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6. 11,31 % NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 12,98 % (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 7. 7,98 % Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 19,76 % NaHSO<sub>3</sub>; m(BaSO<sub>3</sub>)=43,4 г. 8. 9,74 и 7,72 %. 9. 28,08, 21,76 и 43,52 г. 10. 9,1 и 5,8 %. 11. 3,25 % KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 2,02 % K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

## Раздел 11. Формирование олеума

### Задачи

1. Какую массу SO<sub>3</sub> нужно растворить в 300 г раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с массовой долей 49 %, чтобы получить олеум с массовой долей 20 %?
2. Какую массу оксида серы (VI) надо растворить в 100 г 91 %-ного раствора серной кислоты для того, чтобы получить 30 %-ный олеум?
3. Определить массу воды, необходимой для приготовления 30 %-ного раствора серной кислоты из 100 г 30 %-ного олеума.
4. Рассчитать массовую долю олеума, который может быть получен, если в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> массой 1 кг, содержащей 0,036 массовых долей воды, растворить SO<sub>3</sub> массой 0,2 кг.
5. Какую массу воды следует добавить к 300 г олеума, содержащего 40 % серного ангидрида, чтобы получить водный раствор с массовой долей H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 70 %?
6. Вычислите массу серы, требующуюся для получения 300 г 15 %-ного раствора SO<sub>3</sub> в серной кислоте.



7. К 100 г раствора серной кислоты с массовой долей 27,2 % добавлено 20 г олеума с массовой долей 40 %. Сколько грамм  $\text{BaCl}_2$  надо, чтобы осадить все сульфат-ионы?
8. К олеуму массой 29 г с массовой долей  $\text{SO}_3$  7 % добавляли раствор  $\text{KOH}$  с концентрацией  $\text{KOH}$  0,1 моль/дм<sup>3</sup> до полной нейтрализации. Рассчитайте объем раствора  $\text{KOH}$ .
9. На нейтрализацию 34,5 г олеума расходуется 74,5 см<sup>3</sup> 40 %-ного раствора  $\text{KOH}$  с плотностью 1,41 г/см<sup>3</sup>. Определить массовую долю  $\text{SO}_3$  в растворе.
10. Сколько (по массе) воды и сколько (по массе) 30 %-ного олеума потребуется для получения 100 г 9,8 %-ного раствора серной кислоты?
11. В каком массовом соотношении надо взять раствор серной кислоты с массовой долей 78 % и 10 %-ный олеум для получения 100 %-ной серной кислоты?
12. Смешали 14 г 14 %-ного олеума, 20 г кристаллического карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) и 56 г 8 %-ного раствора гидросульфита натрия. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе.
13. Вычислите массовую долю оксида серы (VI) в олеуме, в котором массовая доля серы равна 0,341.
14. Массовая доля серы в олеуме равна 0,350. Вычислите, какой объем 26 %-ного раствора хлорида бария (плотность 1,28 г/см<sup>3</sup>) может вступить в реакцию с 1,52 г этого олеума.

**Ответы:** 1. 925 г. 2. 100 г. 3. 256,1 г. 4. 3,3 %. 5. 167,1 г. 6. 101,26 г. 7. 104 г. 8. 6,012 дм<sup>3</sup>. 9. 29 %. 10. 9,18 и 90,82 г. 11. 978:100. 12. 15,4 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 6,5 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 13. 19,7 %. 14. 10,4 см<sup>3</sup>

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите уравнения реакций (в молекулярной и ионной формах), при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1.  $\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3$
2.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
3.  $\text{K} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH}$
4.  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaHSO}_4$
5.  $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3$
6.  $\text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$
7.  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$
8.  $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2$
9.  $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3$
10.  $\text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$
11.  $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$
12.  $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6] \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{AlCl}_3$

13.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
14.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
15.  $\text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4$
16.  $\text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
17.  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
18.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2$
19.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCO}_3 \rightarrow \text{CuO}$
20.  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
21.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$
22.  $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCl}$
23.  $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
24.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NH}_3$
25.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
26.  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HPO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$
27.  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
28.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$
29.  $\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$
30.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2$
31.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$
32.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
33.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
34.  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
35.  $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{BaHPO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
36.  $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$
37.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$
38.  $\text{BaSO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3$
39.  $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
40.  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$

## Тема 5. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

### ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

#### Основной объем учебного материала:

Окислительно-восстановительные процессы. Важнейшие окислители и восстановители. Прогноз окислительно-восстановительных возможностей различных веществ.

Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Межмолекулярные и внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции. Реакции диспропорционирования. Методы уравнивания окислительно-восстановительных реакций.

Электролиз. Катодные и анодные процессы. Электролиз воды. Составление схем электролиза. Электролиз расплавов и водных растворов солей. Расчеты на основании схем электролиза. Применение электролиза для получения металлов, водорода и щелочей.

***В результате изучения темы учащиеся должны приобрести навыки:***

- составления уравнений окислительно-восстановительных реакций;
- предсказания окислительно-восстановительных свойств веществ по степеням окисления элементов, образующих эти вещества;
- определения окислителей и восстановителей в окислительно-восстановительных реакциях;
- нахождения коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях методом электронного баланса;
- классификации окислительно-восстановительных реакций.

***Изучив тему, учащиеся должны иметь представление*** об электролизе воды, раствора и расплава NaCl (KCl) и электролизе бокситов в расплаве криолита (промышленное получение алюминия).

**После изучения темы, учащиеся должны запомнить:**

- важнейшие вещества окислители и восстановители;
- характер катодных процессов при электролизе водных растворов солей в зависимости от положения металла, образующего соль, в электрохимическом ряду напряжений.

### **Раздел 1. Расчет степени окисления атомов по формуле соединения.**

**Определение числа отданных и принятых электронов по схемам изменения веществ или их фрагментов. Узнавание процессов окисления, восстановления и процессов, протекающих без изменения степеней окисления. Прогнозирование окислительно-восстановительных возможностей веществ или ионов.**

**Задание 1.** Укажите степени окисления элементов в их соединениях и ионах:

- водорода CaH<sub>2</sub>; KOH; NaH; CH<sub>4</sub>; SiH<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>O; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; KHCO<sub>3</sub>; HCl; H<sub>2</sub>;
- кислорода O<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O; OF<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; NO; Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; MnO<sub>2</sub>; O<sub>3</sub>;
- марганца MnO; KMnO<sub>4</sub>; Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; MnO<sub>3</sub>; Mn<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; MnCl<sub>2</sub>; Na<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>;
- хрома Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>; Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; [Cr(OH)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>; CrO; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; CrO<sub>2</sub><sup>-</sup>;

- железа FeO; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; KFeO<sub>2</sub>; FeSO<sub>4</sub>; Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; FeS; FeS<sub>2</sub>;
- азота N<sub>2</sub>; NH<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; NH<sub>4</sub>Cl; NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>; NF<sub>3</sub>; N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;  
HNO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; NH<sub>4</sub>OH; NO<sub>2</sub><sup>-</sup>;
- серы S<sub>8</sub>; H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>; NaHSO<sub>3</sub>; KHSO<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>S; FeS<sub>2</sub>; KHS; Cr<sub>2</sub>S<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;  
FeSO<sub>4</sub>; FeS; SO<sub>2</sub>; SO<sub>3</sub>; HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>; HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>; HS<sup>-</sup>; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>;
- хлора ClF; Cl<sub>2</sub>O; HClO; HClO<sub>2</sub>; HClO<sub>3</sub>; ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>; KClO; Ca(OCl)<sub>2</sub>; SCl<sub>2</sub>
- йода KIO<sub>3</sub>; I<sub>2</sub>; HI; HIO<sub>3</sub>; IO<sub>3</sub><sup>-</sup>;
- кремния SiH<sub>4</sub>; Mg<sub>2</sub>Si; SiO<sub>2</sub>; SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; KHSiO<sub>3</sub>; Ca<sub>2</sub>Si; SiF<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; HSiO<sub>3</sub><sup>-</sup>;
- углерода CH<sub>4</sub>; CaC<sub>2</sub>; Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>; CO<sub>2</sub>; CO; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; KHCO<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- фосфора P<sub>4</sub>; K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; HPO<sub>3</sub>; H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; PO<sub>3</sub><sup>-</sup>; PH<sub>3</sub>.

**Задание 2.** Укажите число отданных или принятых электронов при переходах:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. Mn <sup>+7</sup> → Mn <sup>+2</sup> | 11. Cl <sup>-</sup> → Cl <sup>+7</sup>                    | 21. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → NO <sub>2</sub>                 |
| 2. Mn <sup>+7</sup> → Mn <sup>+6</sup> | 12. 2H <sup>+</sup> → H <sub>2</sub>                      | 22. NO <sub>2</sub> → NO   |
| 3. Mn <sup>+7</sup> → Mn <sup>+4</sup> | 13. N <sub>2</sub> → 2N <sup>-3</sup>                     | 23. NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> → NO <sub>2</sub>                 |
| 4. Cr <sup>+3</sup> → Cr <sup>+6</sup> | 14. H <sup>+</sup> → H <sup>-</sup>                       | 24. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → S <sup>2-</sup>                |
| 5. Cr <sup>+6</sup> → Cr <sup>+2</sup> | 15. O <sub>2</sub> → 2O <sup>-2</sup>                     | 25. SO <sub>2</sub> → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                |
| 6. S <sup>+6</sup> → S <sup>-2</sup>   | 16. 2O <sup>-</sup> → 2O <sup>-2</sup>                    | 26. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> → 2FeO                          |
| 7. S <sup>+6</sup> → S <sup>+4</sup>   | 17. MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> → Mn <sup>+2</sup>      | 27. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → S <sup>0</sup>                 |
| 8. S <sup>0</sup> → S <sup>+6</sup>    | 18. CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → Cr <sup>+3</sup>     | 28. 3FeO → Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                          |
| 9. S <sup>+4</sup> → S <sup>+6</sup>   | 19. Al <sup>0</sup> → [Al(OH) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup> | 29. 2ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → 3O <sub>2</sub>               |
| 10. Cl <sub>2</sub> → 2Cl <sup>-</sup> | 20. NO → NO <sub>2</sub>                                  | 30. MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> |

**Задание 3.** Укажите, какие из приведенных ниже схем отражают:

- окисления;
- восстановления;
- протекающие без изменения степени окисления элементов.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. NH <sub>3</sub> → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                   | 8. Cr(OH) <sub>3</sub> → [Cr(OH) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>                     | 15. H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> → HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |
| 2. 2NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> → N <sub>2</sub>                   | 9. 2CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> | 16. MnO <sub>2</sub> → Mn <sup>+7</sup>  |
| 3. NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> → NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>      | 10. H <sub>2</sub> S → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                              | 17. ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> → Cl <sup>-</sup>                              |
| 4. NO <sub>2</sub> → NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                   | 11. 2HIO <sub>3</sub> → I <sub>2</sub>  | 18. 2ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → Cl <sub>2</sub>                             |
| 5. PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>     | 12. Cu → Cu <sup>2+</sup>   | 19. Cl <sub>2</sub> → 2HClO  |
| 6. Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> → 2Cr <sup>3+</sup> | 13. SiH <sub>4</sub> → 2H <sub>2</sub> O  | 20. ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> → ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                |
| 7. Cr(OH) <sub>3</sub> → CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>             | 14. Cl <sup>-</sup> → HClO  | 21. SO <sub>2</sub> → SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                              |

**Задание 4.** Завершите схемы окислительно-восстановительных процессов:

1. $I^{-1} - ? \rightarrow I^0$	4. $S^0 + 2\bar{e} \rightarrow ?$	7. $Se^0 + ? \rightarrow Se^{-2}$	10. $S^{-2} - ? \rightarrow S^{+6}$
2. $Ca^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow ?$	5. $? + 3\bar{e} \rightarrow Fe^0$	8. $Fe^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow ?$	11. $S^{+4} + ? \rightarrow S^{-2}$
3. $? + 6 \bar{e} \rightarrow S^0$	6. $? - \bar{e} \rightarrow Fe^{+3}$	9. $N^{+5} + ? \rightarrow N^{-3}$	12. $N^{+1} - ? \rightarrow N^{+4}$

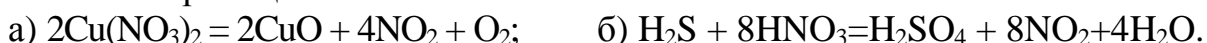
**Задание 5.** Из ряда соединений: CaS, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S — выберите вещества, в которых сера может проявлять свойства:

- только окислительные;
- только восстановительные;
- как окислительные, так и восстановительные.

**Задание 6.** Какие из перечисленных ионов могут проявлять только окислительные свойства, а какие — только восстановительные: Cl<sup>-</sup>, Cu<sup>2+</sup>, S<sup>2-</sup>, I<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Br<sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>?

**Задание 7.** По отношению к каким металлам ионы водорода могут выступать в качестве окислителя: магний, золото, цинк, ртуть, серебро, алюминий, платина, хром?

**Задание 8.** Определите окислитель и восстановитель в следующих химических реакциях:



### ТЕСТ 1

1.	Степень окисления фосфора в соединении, имеющем формулу $H_4P_2O_7$ равна: а) +7;                      б) +3;                      в) +5;                      г) -3.
2.	Степень окисления железа в соединении, имеющем формулу $K_4[Fe(CN)_6]$ равна: а) 0;                      б) +3;                      в) +2;                      г) +1.
3.	Степень окисления серы уменьшается в ряду веществ, имеющих формулы: а) Na <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ;                      б) SO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , KHS; в) S, H <sub>2</sub> S, BaSO <sub>4</sub> ;                      г) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .
4.	Укажите соединения, которые содержат олово в степени окисления +2: а) SnSO <sub>4</sub> ;      б) SnO <sub>2</sub> ;      в) Na <sub>2</sub> SnO <sub>2</sub> ;      г) Sn(OH) <sub>4</sub> ;      д) Na <sub>2</sub> [Sn(OH) <sub>4</sub> ].
5.	Выберите ряд, в котором степень окисления всех атомов азота во всех соединениях одинакова: а) HNO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , NH <sub>3</sub> ;                      б) NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; в) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub> ;                      г) HNO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> I.

6.	<p><b>Степень окисления атома углерода одинакова в ряду соединений или ионов:</b></p> <p>а) <math>\text{HCO}_3^-</math>, <math>\text{CaC}_2</math>, <math>\text{CH}_4</math>;    б) <math>\text{K}_2\text{CO}_3</math>, <math>\text{CCl}_4</math>, <math>\text{NaHCO}_3</math>;  в) <math>\text{CH}_4</math>, <math>\text{Al}_4\text{C}_3</math>, <math>\text{CaC}_2</math>;    г) <math>\text{CaC}_2</math>, <math>\text{CO}</math>, <math>\text{CS}_2</math>.</p>
7.	<p><b>Степени окисления кислорода в воде и пероксиде водорода соответственно равны:</b></p> <p>а) <math>-2</math> и <math>-2</math>;                          б) <math>-2</math> и <math>+2</math>;                                  в) <math>-2</math> и <math>-1</math>;                                  г) <math>+2</math> и <math>0</math>.</p>
8.	<p><b>В каком соединении атом серы имеет степень окисления, равную степени окисления атома свинца в соединении <math>\text{Na}_2\text{PbO}_2</math>?</b></p> <p>а) <math>\text{NaHSO}_3</math>;                          б) <math>\text{SOCl}_2</math>;                                  в) <math>\text{K}_2\text{S}</math>;    г) <math>\text{SCL}_2</math>.</p>
9.	<p><b>Восстановитель — это атом или ион, который:</b></p> <p>а) увеличивает свою степень окисления;                          б) принимает электроны;  в) окисляется;    г) отдает свои электроны.</p>
10.	<p><b>При восстановлении элемента его степень окисления:</b></p> <p>а) увеличивается;                          б) уменьшается;                                  в) не изменяется;  г) может как увеличиваться, так и уменьшаться.</p>
11.	<p><b>Атомы или ионы, отдающие электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции, называются:</b></p> <p>а) донорами электронной пары;                                  б) акцепторами электронной пары;  в) окислителями;    г) восстановителями.</p>
12.	<p><b>В приведенных схемах окислительно-восстановительных процессов — <math>\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}</math>; <math>\text{Cr}^{+2} \rightarrow \text{Cr}^{+3}</math>; <math>\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^0</math>; <math>\text{Mo}^{+2} \rightarrow \text{Mo}^{+6}</math>; <math>\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+2}</math>; <math>\text{Au}^0 \rightarrow \text{Au}^{+3}</math> — суммарное число процессов восстановления равно:</b></p> <p>а) 1;    б) 2;    в) 3;    г) 4.</p>
13.	<p><b>В приведенных схемах окислительно-восстановительных процессов: <math>\text{Mg}^0 \rightarrow \text{Mg}^{+2}</math>; <math>\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-</math>; <math>\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}^0</math>; <math>\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}</math>; <math>\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3</math>; <math>\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}</math>; <math>\text{CrO}_3^{3-} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}</math> — суммарное число процессов окисления равно:</b></p> <p>а) 3;    б) 5;    в) 4;    г) 2.</p>
14.	<p><b>Из перечисленных ниже веществ самым сильным окислителем является:</b></p> <p>а) плавиковая кислота;                                  б) фтор;    в) кислород;                                  г) платина.</p>
15.	<p><b>Выберите ряд, в котором каждая из частиц в химических реакциях может быть только окислителем:</b></p> <p>а) <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{F}^-</math>, <math>\text{H}^+</math>;                                  б) <math>\text{F}_2</math>, <math>\text{Mn}^{+7}</math>, <math>\text{Hg}^{2+}</math>;                                  в) <math>\text{S}^{+6}</math>, <math>\text{Cr}^{+6}</math>, <math>\text{I}_2</math>;                                  г) <math>\text{Fe}^{+2}</math>, <math>\text{S}^{2-}</math>, <math>\text{Cl}^-</math>.</p>
16.	<p><b>Выберите ряд, в котором каждая из частиц в химических реакциях может быть только восстановителем:</b></p> <p>а) <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{H}^+</math>;                                  б) <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>, <math>\text{Mn}^{+2}</math>, <math>\text{Na}^+</math>;                                  в) <math>\text{S}^{-2}</math>, <math>\text{H}^-</math>, <math>\text{Cu}</math>;                                  г) <math>\text{Fe}^{+3}</math>, <math>\text{S}^{2-}</math>, <math>\text{H}^+</math>.</p>

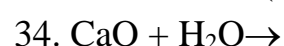
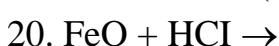
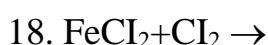
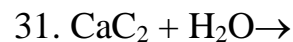
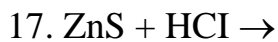
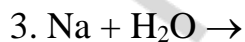
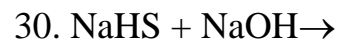
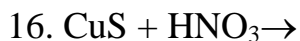
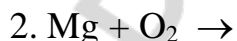
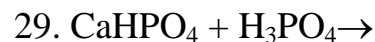
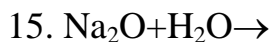
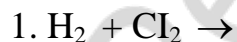
17.	<b>В окислительно-восстановительных реакциях только в роли окислителя может выступать:</b> а) $K_2Cr_2O_7$ ;                      б) $H_2O_2$ ;                      в) $SO_2$ ;                      г) HF.
18.	<b>В окислительно-восстановительных реакциях только в роли восстановителя может выступать:</b> а) фосфор;                      б) сера;                      в) алюминий;                      г) водород.
19.	<b>Выберите ряд, в котором каждое вещество может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства:</b> а) вода, литий, азотная кислота; б) перекись водорода, сернистый газ, азотистая кислота; в) фтор, фтороводород, хлорноватистая кислота; г) натрий, неон, озон.
20.	<b>Укажите вещества, в которых кислород может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства:</b> а) $K_2O_2$ ;                      б) $OF_2$ ;                      в) $H_2O$ ;                      г) $H_2O_2$ .
21.	<b>Даны соединения: <math>N_2O</math>, <math>HNO_3</math>, <math>NO_2</math>, <math>KNO_3</math>, <math>N_2</math>, <math>NH_4Cl</math>, <math>N_2O_5</math>. Число соединений, в которых азот может быть, как окислителем, так и восстановителем равно:</b> а) 3;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.
22.	<b>Соединение, содержащее <math>Mn^{+7}</math> в кислой среде восстанавливается до:</b> а) $Mn^{+4}$ ;                      б) $Mn^{+6}$ ;                      в) $Mn^{+2}$ ;                      г) $Mn^0$ ;
23.	<b>Выберите верное утверждение:</b> а) наиболее сильным окислителем перманганат калия является в кислой среде; б) наиболее сильным окислителем перманганат калия является в нейтральной среде; в) наиболее сильным окислителем перманганат калия является в щелочной среде; г) кислотность среды не влияет на окислительную способность перманганата калия.
24.	<b>В окислительно-восстановительной реакции, схема которой <math>K_2S + K_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow S + K_2SO_4 + H_2O</math> окислителем является вещество, формула которого:</b> а) $K_2S$ ;                      б) $K_2SO_3$ ;                      в) $H_2SO_4$ ;                      г) S.
25.	<b>Выберите утверждения, которые правильно характеризуют свойства серной кислоты:</b> а) при взаимодействии с металлами проявляет окислительные свойства, как за счет $H^+$ , так и за счет $S^{+6}$ ; б) окисляет только те металлы, которые в ряду стандартных электродных потенциалов стоят до водорода;

	<p>в) реагируя с металлами, может образовывать как водород, так и <math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{S}</math> или серу;</p> <p>г) окислительная способность серной кислоты не зависит от концентрации ее в растворе;</p>
<b>26.</b>	<p><b>Выберите утверждения, которые правильно характеризуют строение и свойства азотной кислоты:</b></p> <p>а) степени окисления азота и водорода в составе молекулы максимальны;</p> <p>б) может окислять как металлы и неметаллы, так и сложные вещества;</p> <p>в) продукты восстановления азотной кислоты в ОВР, зависят только от концентрации ее в растворе;</p> <p>г) при взаимодействии с металлами одновременно выступает в роли окислителя и солеобразователя.</p>
<b>27.</b>	<p><b>Водород не выделяется при взаимодействии следующих кислот и металлов:</b></p> <p>а) концентрированная серная кислота и цинк;</p> <p>б) разбавленная азотная кислота и железо;</p> <p>в) концентрированная соляная кислота и серебро;</p> <p>г) разбавленная серная кислота и алюминий.</p>
<b>28.</b>	<p><b>Укажите правильные утверждения. В окислительно-восстановительных реакциях:</b></p> <p>а) каждое из перечисленных веществ: <math>\text{S}</math>, <math>\text{HNO}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>, <math>\text{HCl}</math> — может проявлять и окислительные, и восстановительные свойства;</p> <p>б) <math>\text{I}^-</math> и <math>\text{S}^{2-}</math> могут выступать только в роли восстановителей;</p> <p>в) в ряду <math>\text{HCl} - \text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4</math> наиболее сильно окислительные свойства аниона выражены у <math>\text{HClO}_4</math>;</p> <p>г) <math>\text{F}_2</math> не выступает в роли восстановителя.</p>

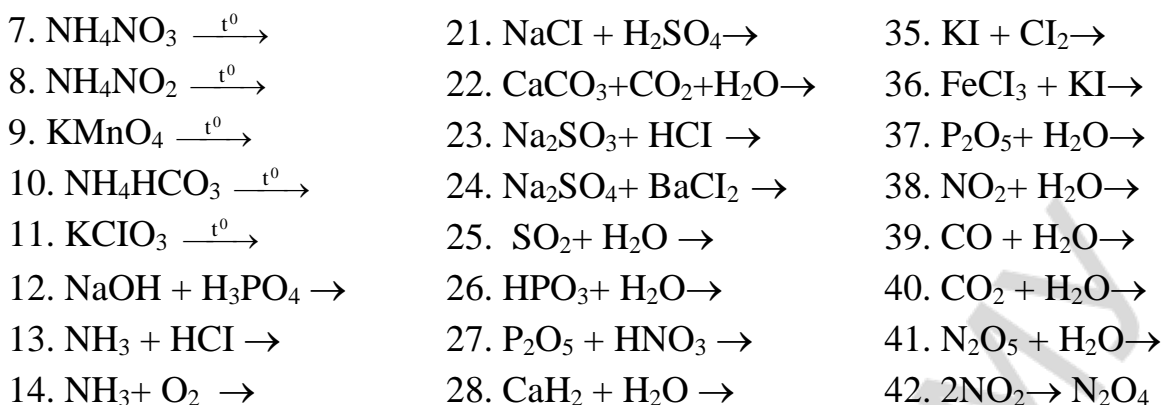
## Раздел 2. Классификация окислительно-восстановительных реакций.

**Реакции межмолекулярного взаимодействия, внутримолекулярные ОВР, реакции диспропорционирования. Уравнивание ОВР с помощью метода электронного баланса**

*Задание 1.* Укажите, какие из приведенных ниже схем реакций описывают окислительно-восстановительные процессы:



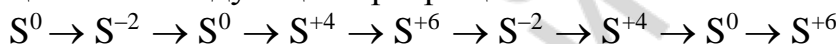




**Задание 2.** Классифицируйте следующие окислительно-восстановительные реакции:

- $2\text{KMnO}_4 + 10\text{KI} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O};$
- $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2;$
- $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}.$

**Задание 3.** Запишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



**Задание 4.** Даны соли аммония:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ . Составьте уравнения реакций термического разложения солей и укажите, какие из этих процессов являются реакциями внутримолекулярного окисления-восстановления. Приведите схемы электронных переходов.

**Задание 5.** Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в приведенных ниже схемах окислительно-восстановительных реакций, указывая окислители и восстановители. Укажите, какие из этих реакций:

- являются межмолекулярными, внутримолекулярными, диспропорционирования;
- сопровождаются солеобразованием.

Отметьте, в каких случаях при взаимодействии одних и тех же веществ образуются различные продукты реакции. От чего зависит в этих случаях результат реакции?

**I.**

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$         | 6. $\text{CuS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2$              |
| 2. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$          | 7. $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$              |
| 3. $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$         | 8. $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ |
| 4. $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 9. $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$   |
| 5. $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$    |  |

**II.**

- $\text{NaOH} + \text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2$
- $\text{KOH} + \text{Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2$
- $\text{NaOH} + \text{P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$

4.  $\text{KOH} + \text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{NaOH} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{NaOH} + \text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

### III.

1.  $\text{S} + \text{HNO}_3 (\text{p.}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
2.  $\text{S} + \text{HNO}_3 (\text{k.}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{k.}) \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{P} + \text{HNO}_3 (\text{p.}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
5.  $\text{P} + \text{HNO}_3 (\text{k.}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{k.}) \rightarrow \text{SO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{C} + \text{HNO}_3 (\text{k.}) \rightarrow \text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### IV.

1.  $\text{Cu} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{k.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
9.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### V.

1.  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{H}_2\text{S} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KCl}$
5.  $\text{HI} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{KClO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{KCl} + \text{P}_2\text{O}_5$
7.  $\text{NH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{HCl}$
9.  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr}$
10.  $\text{Cl}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{SO}_2$

### VI.

1.  $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
6.  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
7.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
8.  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
9.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
10.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$

### VII.

1.  $\text{FeS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

### VIII.

- $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### IX.

- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$

### ТЕСТ 2

1.	<b>Окислительно-восстановительной реакции разложения соответствует схема:</b> а) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; б) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; в) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2$ ; г) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ .
2.	<b>Не соответствует внутримолекулярной окислительно-восстановительной реакции схема:</b> а) $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; б) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ; в) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; г) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
3.	<b>Окислительно-восстановительным реакциям диспропорционирования соответствуют схемы:</b> а) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ; б) $\text{HCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ; в) $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$ ; г) $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .
4.	<b>Укажите схему реакции, которая не относится к тому же типу окислительно-восстановительных реакций, что и три остальные:</b> а) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ; б) $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2$ ; в) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2$ ; г) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ;

5.	<p>Атомы окислителя и восстановителя находятся в составе одного и того же вещества в окислительно-восстановительных превращениях:</p> <p>а) <math>\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}</math>;</p> <p>б) <math>\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>;</p> <p>в) <math>\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}</math>;</p> <p>г) <math>\text{NaOH} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>.</p>
6.	<p>В превращении, схема которого <math>\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4</math>, число электронов отданных одной молекулой восстановителя, равно:</p> <p>а) 3;                      б) 2;                      в) 5;                      г) 6.</p>
7.	<p>В окислительно-восстановительной реакции, схема которой <math>\text{KI} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}</math>, сумма коэффициентов перед формулами продуктов реакции равна:</p> <p>а) 7;                      б) 9;                      в) 11;                      г) 14.</p>
8.	<p>Закончите уравнение окислительно-восстановительной реакции, схема которой <math>\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots</math>. Сумма коэффициентов перед формулами исходных веществ равна:</p> <p>а) 11;                      б) 15;                      в) 16;                      г) 20.</p>
9.	<p>Коэффициент перед формулой одного из веществ в уравнении реакции, схема которой <math>\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> равен 9. Число атомов в формульной единице этого соединения равно:</p> <p>а) 13;                      б) 10;                      в) 5;                      г) 3.</p>
10.	<p>Для ОВР, протекающей по схеме <math>\text{Mg} + \text{HNO}_3(\text{очень разб.}) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>, укажите химическое количество (моль) кислоты, расходуемое на солеобразование при окислении 1 моль Mg:</p> <p>а) 10;                      б) 10/4;                      в) 9;                      г) 9/4.</p>
11.	<p>Укажите химическое количество (моль) окислителя, которое расходуется только на окисление (без учета солеобразования) 4 моль меди в реакции с концентрированной азотной кислотой:</p> <p>а) 4;                      б) 8;                      в) 16;                      г) 2.</p>

### Задачи

1. При восстановлении азотной кислоты химическим количеством 0,025 моль атомы азота присоединили  $6,02 \cdot 10^{22}$  электронов. Какое вещество могло выделиться в данной реакции в качестве продукта восстановления азотной кислоты?

- 2 При каталитическом разложении бертолетовой соли степень окисления атомов хлора изменяется с +5 до -1. Рассчитайте, какое число электронов перейдет от атомов кислорода к атомам хлора при полном разложении бертолетовой соли массой 28 г.
3. При разложении водород-пероксида одни атомы кислорода отдают электроны, а другие — принимают. Каким числом электронов обменялись атомы кислорода, если полностью разложилось 1,50 дм<sup>3</sup> раствора с массовой долей водород-пероксида 30 % и плотностью 1,08 г/см<sup>3</sup>?

**Ответы:** 1. N<sub>2</sub>O. 2.  $8.257 \times 10^{23}$ . 3.  $8.604 \times 10^{24}$ .

### Раздел 3. Электролиз. Катодные и анодные процессы.

#### Составление схем электролиза

*Задание 1.* Будет ли растворяться при электролизе анод: а) из железа; б) графита; в) платины; г) из меди?

*Задание 2.* Составьте электронные схемы процессов, протекающих на инертном катоде при электролизе водных растворов: натрий сульфата, никель (II) сульфата, марганец (II) сульфата, барий хлорида, серебро (I) нитрата, медь (II) сульфата, кальций нитрата и воды. Получение каких металлов возможно при электролизе водных растворов их солей?

*Задание 3.* Какие продукты и в какой последовательности образуются на катоде при электролизе водного раствора смеси солей, содержащих катионы: Na<sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> и Mn<sup>2+</sup>?

*Задание 4.* Составьте электронные схемы процессов, протекающих на инертном аноде при электролизе водных растворов: натрий сульфата, натрий хлорида, натрий нитрата, натрий фосфата, натрий фторида и воды. В каких случаях не происходит окисление аниона соли?

*Задание 5.* Какие продукты и в какой последовательности образуются на аноде при электролизе водного раствора смеси солей, содержащих анионы: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, I<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>?

*Задание 6.* Напишите уравнения электролиза водных растворов следующих соединений (электроды инертные): натрий гидроксид, серная кислота, натрий хлорид, калий сульфат, медь (II) хлорид, медь (II) сульфат. Сформулируйте, в каких случаях электролиз водного раствора химического соединения сводится к электролизу воды.

#### ТЕСТ 3

1.	<b>При электролизе раствора цинк сульфата с инертными электродами на аноде выделяется:</b> а) цинк;                      б) водород;                      в) кислород;                      г) сера.
2.	<b>При электролизе водного раствора бромид бария на аноде:</b> а) окисляются катионы бария;      б) восстанавливаются бромид-ионы; в) восстанавливаются катионы бария; г) окисляются бромид-ионы.

<b>3.</b>	<b>Электролизом водного раствора хлорида натрия получают одновременно:</b> а) кислород и хлор; б) натрий и водород; в) водород, хлор и гидроксид натрия; г) натрий, хлор и водород.
<b>4.</b>	<b>При электролизе водных растворов каких веществ на катоде выделяется водород?</b> а) литий гидроксид; б) кальций нитрат; в) медь (II) нитрат; г) никель (II) хлорид.
<b>5.</b>	<b>При электролизе водных растворов каких веществ на аноде выделяется кислород?</b> а) магний хлорид; б) цинк сульфат; в) натрий гидроксид; г) калий фторид.
<b>6.</b>	<b>Электролизом водного раствора соли нельзя получить:</b> а) щелочь; б) фтор; в) ртуть; г) йод.
<b>7.</b>	<b>Электролизом водного раствора соли можно получить:</b> а) серу; б) свинец; в) хлор; г) литий.
<b>8.</b>	<b>При электролизе водного раствора никель (II) хлорида на инертных электродах образуются:</b> а) водород, никель (II) гидроксид, хлор; б) кислород, водород, никель; в) никель, водород, хлор; г) соляную кислоту, никель.
<b>9.</b>	<b>Укажите, какое из веществ образует одинаковые продукты при электролизе водного раствора и расплава:</b> а) $\text{CuCl}_2$ ; б) $\text{KBr}$ ; в) $\text{NaOH}$ ; г) таких веществ не бывает.
<b>10.</b>	<b>При электролизе водного раствора кальций хлорида на катоде выделилось 5,6 г водорода. Какой газ выделился на аноде и какова его масса?</b> а) 198,8 г $\text{Cl}_2$ ; б) 89,6 г $\text{O}_2$ ; в) 243,6 г $\text{Cl}_2\text{O}$ ; г) 102,2 г $\text{HCl}$ .

### Задачи

- Какая масса металла будет получена, если известно, что в результате электролиза расплава кальций хлорида выделился хлор объемом 896 л (н.у.)?
- Определите массу меди, выделившейся на катоде при электролизе водного раствора, содержащего 16 г медь (II) сульфата. Какой газ и в каком объеме выделился при этом на нерастворимом аноде (н.у.)?
- Какой объем водорода выделился на катоде, если электролизу подвергался раствор, содержащий 5,85 г натрий хлорида? Какой газ и в каком объеме выделился при этом на аноде (н.у.)?
- При электролизе водного раствора серебро (I) нитрата с инертными электродами на аноде выделился кислород массой 12 г. Какая масса серебра была получена при этом?

5. Сколько молей меди, кислорода и серной кислоты образовалось в результате полного электролиза 160 г водного раствора медь (II) сульфата с массовой долей 10 %? Определите массу раствора после электролиза и массовую долю серной кислоты в этом растворе.
6. При работе электролизера, содержащего водный раствор натрий гидроксида, на аноде получили 280 л газа (н.у.). Вычислите массу вещества, разложившегося в ходе электролиза.
7. Вычислить объем водного раствора с массовой долей натрий хлорида 14,6 % (плотность 1,12 г/см<sup>3</sup>), при полном электролизе которого можно получить 125 г щелочи.
8. При электролизе 250 г водного раствора массовой долей NaCl 30 % выделилось 11,2 л водорода (н.у.). Определить массовые доли электролитов в растворе к этому моменту времени.
9. При электролизе расплава калий хлорида получили калий массой 7,8 г. Определите объем хлора (н.у.), выделившегося при проведении процесса.
10. Электролизу подвергли водный раствор AgNO<sub>3</sub>. При этом на катоде выделилось 43,2 г металла. Вычислите объем газа (н.у.), выделившегося на аноде, и массу образовавшейся кислоты.
11. При электролизе водного раствора, содержащего 4,52 г смеси FeCl<sub>2</sub> и FeCl<sub>3</sub> на катоде выделилось 1,68 г металла. Считая выделение металла полным, определите количества обеих солей в смеси и объем газа (н.у.), выделившегося при этом на аноде.
12. При электролизе водного раствора NaOH массой 400 г с массовой долей щелочи 10 % на аноде выделилось 22,4 л (н.у.) кислорода. Какой продукт и в каком количестве образовался на катоде? Как изменились масса и массовая доля щелочи в растворе к этому моменту времени?
13. При электролизе 250 г водного раствора NaCl с массовой долей соли 30 % выделился водород объемом 10 дм<sup>3</sup>(н.у.). Определите, какая часть (%) соли подверглась электролизу, и какая масса щелочи при этом образовалась.
14. Электролиз 200 см<sup>3</sup> 6 %-ного водного раствора CuSO<sub>4</sub> (плотность 1,02 г/см<sup>3</sup>) продолжили до уменьшения массы раствора на 5 г. Определите массовые доли веществ в оставшемся растворе и массы продуктов, выделившихся на инертных электродах.
15. При электролизе 200 г раствора с массовой долей Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 %, на катоде выделилось 22,4 л (н.у.) водорода. Какой продукт и в каком количестве выделился на аноде? Рассчитайте массовую долю соли в оставшемся растворе.
16. При электролизе 200 г водного раствора с массовой долей CuCl<sub>2</sub> 20 %, на катоде выделилось 3,18 г меди. Какой объем газа (н.у.) выделился на

аноде? Рассчитайте массовую долю соли в растворе после окончания электролиза.

17. Через водный раствор, массой 200 г с массовой долей NaCl 17,55 %, некоторое время пропускали электрический ток. Выделилось 3,36 л (н.у.) хлора. Рассчитайте массу раствора по окончании реакции и массовые доли содержащихся в растворе компонентов.

**Ответы:** 1. 1,6 кг. 2. 6,4 г; 1,12 л. 3. 1,12 л. 4. 162 г. 5. 0,1; 0,05; 0,1; 152; 6,4 %. 6. 450 г. 7. 1118 см<sup>3</sup>. 8. 18,73 и 7,75 %. 9. 2,24 л. 10. 2,24 л; 25,2 г. 11. 0,01 моль FeCl<sub>2</sub>, 0,02 моль FeCl<sub>3</sub>, 0,896 л Cl<sub>2</sub>. 12. 44,8 л H<sub>2</sub>, увеличилась на 0,98 %. 13. 35,7 г, 69,64 %. 14. 1,13 % CuSO<sub>4</sub>; 3,08 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 4 г Cu; 1 г O<sub>2</sub>. 15. 0,5 моль, 21,98 %. 16. 1,12 л; 17,21 %. 17. 189,05 г; 17,55 г; 9,3 %; 12 г; 6,3 %

## ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. ТЕРМОХИМИЯ

### Основной объем учебного материала:

Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения.

Скорость химических реакций. Зависимость скорости химических реакций от природы и концентрации реагирующих веществ, от температуры и площади поверхности соприкосновения. Понятие о катализе. Гомогенный и гетерогенный катализ. Закон действующих масс.

Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Константа равновесия. Условия смещения химического равновесия.

### *После изучения темы учащиеся должны уметь:*

- классифицировать химические реакции по тепловым эффектам;
- составлять термохимические уравнения реакций и проводить расчеты по ним;
- находить скорость химической реакции по изменению концентрации веществ в определенный промежуток времени;
- составлять кинетические уравнения реакций;
- производить расчеты по кинетическим уравнениям реакций;
- определять изменение скорости при изменении температуры;
- различать обратимые и необратимые реакции;
- определять направление сдвига химического равновесия при изменении условий реакции.

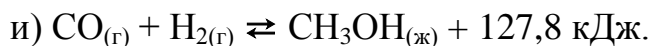
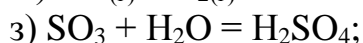
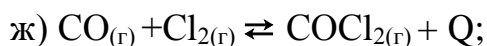
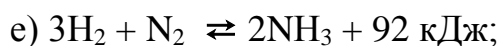
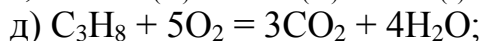
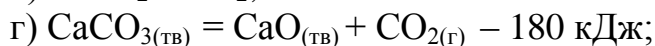
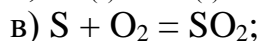
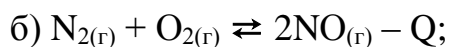
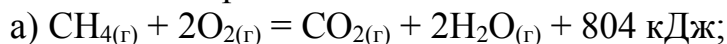
### *Изучив тему, учащиеся должны запомнить:*

- соотношение между килокалорией и килоджоулем (1 ккал=4,18 кДж)
- стандартные условия проведения химических реакций;
- математическое выражение правила Вант-Гоффа.



## Раздел 1. Тепловые эффекты химических реакций

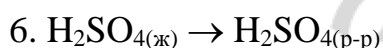
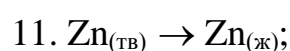
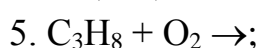
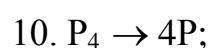
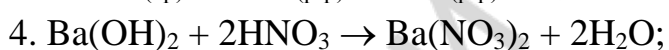
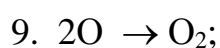
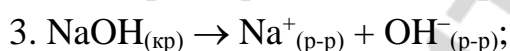
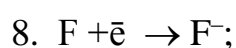
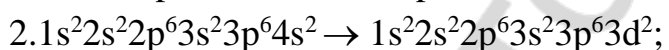
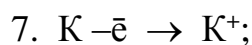
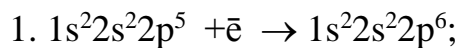
**Задание 1.** Укажите, какие из нижеуказанных уравнений химических реакций являются термохимическими:



Из термохимических уравнений реакций выберите уравнения экзотермических реакций.

**Задание 2.** Термохимическое уравнение реакции имеет вид  $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 483,7 \text{ кДж}$ . Укажите, эта реакция является экзотермической или эндотермической. В данной реакции энергия, которая поглотилась при разрыве связи в молекулах исходных веществ, больше или меньше энергии, которая выделилась при образовании новых связей?

**Задание 3.** Укажите, какие из описанных ниже процессов протекают с поглощением, а какие — с выделением энергии.



### ТЕСТ 4.

**1. Укажите неверные утверждения:**

- а) разрыв химической связи сопровождается поглощением энергии;
- б) образование химической связи сопровождается поглощением энергии;
- в) в эндотермической реакции количество энергии, затраченной на разрыв химической связи, меньше количества энергии, выделяющейся при образовании химической связи;
- г) положительным тепловым эффектом характеризуется экзотермическая реакция.

2.	<b>Какой из перечисленных процессов является эндотермическим:</b> а) диссоциация молекул водорода на атомы; б) образование молекул хлора из атомов; в) образование водородных связей между молекулами этанола и воды; г) образование водородных связей между молекулами воды?
3.	<b>Тепловой эффект химической реакции зависит от:</b> а) природы веществ, участвующих в реакции; б) температуры и давления системы; в) промежуточных стадий реакции; г) агрегатного состояния вступающих в реакцию и образующихся веществ.
4.	<b>Укажите, какими значениями температуры и давления характеризуется стандартное состояние термодинамической системы:</b> а) 273К (0 °С) и 1 кПа                      б) 273К (0 °С) и 101,3 кПа в) 298К (25 °С) и 101,3 кПа                г) 298К (25 °С) и 101325 Па
5.	<b>На знак и величину теплового эффекта реакции не влияет:</b> а) прочность химических связей в исходных веществах; б) прочность химических связей в продуктах реакции; в) агрегатное состояние веществ; г) присутствие катализатора.
6.	<b>В результате протекания экзотермической реакции энергия системы:</b> а) уменьшается;                      б) возрастает; в) не изменяется;                      г) может увеличиваться, а может уменьшаться.
7.	<b>При составлении термохимических уравнений реакций необходимо указывать:</b> а) тепловой эффект реакции; б) агрегатное состояние исходных веществ и продуктов реакции; в) объем сосуда, в котором протекает реакция; г) химическое количество (моль) исходных веществ и продуктов реакции.
8.	<b>Укажите уравнения эндотермических химических реакций:</b> а) $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{H}_{2(г)} + \text{CO}_{2(г)} + Q$ ; б) $3\text{Fe}_2\text{O}_{3(т)} + \text{CO}_{(г)} = 2\text{Fe}_3\text{O}_{4(т)} + \text{CO}_{2(г)} - Q$ ; в) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO} - 180,8 \text{ кДж}$ ; г) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 130 \text{ кДж}$ ;

### Задачи

1. Рассчитайте, сколько теплоты (кДж) выделится при сжигании метана объемом 134,4 дм<sup>3</sup> (н.у.). Термохимическое уравнение реакции горения метана:  $\text{CH}_4(г) + 2\text{O}_2(г) = \text{CO}_2(г) + 2\text{H}_2\text{O}(г) + 804 \text{ кДж}$ .

2. Термохимическое уравнение реакции горения серы:  $S(\text{тв.}) + O_2(\text{г}) = SO_2(\text{г}) + 296,9 \text{ кДж}$ . Какова масса (г) сгоревшей серы, если в реакции выделилось 742,25 кДж?
3. При сгорании ацетилена количеством 0,2 моль выделяется 260 кДж теплоты. Вычислите, сколько теплоты (кДж) выделится при сгорании 45 см<sup>3</sup> ацетилена (н.у.).
4. Сколько теплоты (кДж) выделится при сгорании водорода объемом 5,6 дм<sup>3</sup> (н.у.) по уравнению реакции  $2H_2 + O_2 = 2H_2O + 483,7 \text{ кДж}$ ?
5. Известно, что при окислении 1 моль азота поглощается 180,7 кДж теплоты. Какое количество теплоты (кДж) поглотится при окислении 56 г азота?
6. Какое количество теплоты (кДж) поглотится при окислении азота массой 10 г до азот (II) оксида, если при образовании азота (II) оксида химическим количеством 1 моль поглощается 90,4 кДж теплоты?
7. Какой объем водорода (н.у., дм<sup>3</sup>) нужно сжечь, чтобы получить 2857,5 кДж теплоты? При сгорании 1 моль водорода выделяется 285,75 кДж.
8. Составьте термохимическое уравнение реакции разложения кальций карбоната, если известно, что при разложении 340 г этой соли поглощается 533,8 кДж теплоты.
9. Для образования глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  массой 540 г в процессе фотосинтеза должно быть затрачено 8409 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции фотосинтеза.
10. При взаимодействии водорода объемом 224 см<sup>3</sup> (н.у.) с фтором массой 304 мг выделилось 4,32 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции взаимодействия водорода с фтором.
11. На получение озона ( $O_3$ ) объемом 1,12 см<sup>3</sup> (н.у.) из кислорода затрачено 7,115 Дж теплоты. Составьте термохимическое уравнение химической реакции.
12. Окисление азота объемом 4,48 см<sup>3</sup> (н.у.) требует затраты 36,16 Дж теплоты. Определите тепловой эффект этой реакции.
13. При восстановлении алюминием железа из железа (III) оксида массой 100 г выделилось 476 кДж. Определите тепловой эффект этой реакции.
14. Какой объем водорода (н.у.) нужно сжечь, чтобы выделилось 30 МДж теплоты? При сгорании водорода массой 2 г выделяется 286 кДж.
15. При сгорании 3,25 г цинка выделилось 17,5 кДж. Вычислите теплоту образования (кДж/моль) цинк оксида.
16. Термохимическое уравнение реакции образования оксида меди  $2Cu + O_2 = 2CuO + 309 \text{ кДж}$ . Рассчитайте теплоту образования медь (II) оксида.
17. При сжигании 8 г серы до сера (IV) оксида выделяется 73,45 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования сера (IV) оксида.

18. Найдите теплоту образования (кДж/моль) сера (IV) оксида, если при сжигании серы образовалось 16 г сера (IV) оксида и выделилось 74,225 кДж теплоты.
19. Теплота образования хлороводорода 92,05 кДж. Вычислите, сколько теплоты выделяется при образовании 1 дм<sup>3</sup> хлороводорода при н.у.
20. Какую массу (г) угля, в котором 96 % углерода, а остальное — инертные примеси, нужно сжечь, чтобы получить 5700 кДж теплоты? При сгорании углерода химическим количеством 1 моль выделяется 393,5 кДж теплоты.
21. Известно, что при сгорании 1 моль углерода выделяется 393,5 кДж теплоты. Какую массу угля, содержащего 95 % углерода и инертные примеси, нужно сжечь, чтобы получить 1867,5 кДж теплоты?
22. Термохимическое уравнение реакции горения метана  $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 804 \text{ кДж}$ , а горения угля  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 396 \text{ кДж}$ . Рассчитайте, какое из указанных веществ выгоднее применять в качестве топлива в расчете на 1 кг.
23. При полном сгорании в кислороде метана химическим количеством 1 моль выделяется 802 кДж теплоты, а при сгорании 1 моль глюкозы — 2803 кДж. При сгорании какого из этих веществ массой 1 г выделится больше тепловой энергии? Ответ подтвердите расчетом.
24. Термохимические уравнения реакций горения угля и разложения известняка имеют вид:
- а)  $\text{C}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 412 \text{ кДж}$   
 б)  $\text{CaCO}_{3(\text{тв})} = \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} - 180 \text{ кДж}$
- Определите, сколько угля (кг) надо сжечь, чтобы выделившейся энергии хватило для получения 112 кг негашеной извести CaO.
25. Какое количество теплоты (кДж) выделится при полном сгорании смеси пропана и кислорода объемом 5,6 м<sup>3</sup>, если объемная доля пропана 20 %, а кислорода — 80 %? Термохимическое уравнение реакции горения пропана  $\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})} + 5\text{O}_{2(\text{г})} = 3\text{CO}_{2(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 2220 \text{ кДж}$ .
26. Взаимодействие сера (VI) оксида с водой протекает согласно следующему термохимическому уравнению  $\text{SO}_{3(\text{ж})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})} + 130 \text{ кДж}$ . Навеску сера (VI) оксида растворили в 50 см<sup>3</sup> воды. При этом выделилось 1,95 кДж теплоты. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.
27. Растворение кристаллогидрата соли химическим количеством 1 моль сопровождается поглощением 98,7 кДж теплоты, а полная дегидратация кристаллогидрата, взятого таким же количеством — поглощением 108,9 кДж теплоты. Укажите тепловой эффект реакции растворения безводной соли химическим количеством 1 моль.

**Ответы на задачи:** 1. 4824; 2. 80; 3. 2,6; 4. 60,46; 5. 361,4; 6. 64,6; 7. 224; 8.  $Q = -157 \text{ кДж}$ ; 9.  $Q = -2803 \text{ кДж}$ ; 10.  $Q = +540 \text{ кДж}$ ; 11.  $Q = -284,48 \text{ кДж}$ ; 12.  $Q = -180,8 \text{ кДж}$ ;

13.  $Q = +761,6$  кДж; 14.  $2,35$  м<sup>3</sup>; 15. 350; 16.  $154,5$  кДж; 17.  $293,8$  кДж; 18.  $296,9$ ; 19.  $4,11$  кДж; 20. 181; 21.  $59,9$ ; 22. метан; 23.  $50,125$ ;  $15,58$  кДж; 24.  $10,485$ ; 25.  $88,8$  МДж; 26.  $2,87$  %; 27.  $Q = +10,2$  кДж

## Раздел 2. Скорость химической реакции

### I. Средняя скорость химической реакции.

*Задание 1.* Определите, какие из следующих реакций являются гомогенными, а какие — гетерогенными:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\text{KOH}_{(p-p)} + \text{HNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;   | 7. $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ;                   |
| 2. $2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ;   | 8. $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ ;               |
| 3. $\text{AgNO}_{3(p-p)} + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ ;  | 9. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ ;              |
| 4. $\text{Na}_2\text{SO}_{3(p-p)} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; | 10. $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ;      |
| 5. $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ .  | 11. $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ; |
| 6. $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ;                                    |  |

В каких из вышеуказанных реакций взаимодействие происходит между ионами? Скорость этих реакций будет выше или ниже, чем скорость реакции между молекулами (атомами)?

*Задание 2.* Напишите математические выражения для расчета средней скорости реакции  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ : а) по веществу  $\text{CO}$ ; б) веществу  $\text{O}_2$ ; в) по веществу  $\text{CO}_2$ . Как изменяются в ходе реакции концентрации веществ  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ ? Как при этом изменяется скорость данной химической реакции?

*Задание 3.* Выберите, при добавлении какого из следующих металлов: Ва, К, Zn, Fe, — к раствору серной кислоты скорость реакции будет выше (ниже)? Реакции идут в одинаковых условиях.

*Задание 4.* В две пробирки, содержащие по отдельности растворы серной и уксусной кислот с одинаковой концентрацией растворенного вещества, поместили примерно одинаковые порции цинка. В какой из пробирок скорость реакции будет выше и почему? В какой из пробирок за одинаковый промежуток времени выделится наибольший объем газа?

*Задание 5.* В пробирку поместили порцию железа, а затем налили соляную кислоту. Через некоторое время после начала реакции содержимое пробирки нагрели на спиртовке. Как нагревание повлияет на интенсивность выделения газа?

*Задание 6.* В первую пробирку поместили целый кусочек мела, а во вторую — такой же, но мелко раздробленный. Затем в каждую пробирку налили одинаковый объем уксусной кислоты с молярной концентрацией  $0,2$  моль/дм<sup>3</sup>. В какой пробирке газ выделяться будет более бурно?

ТЕСТ 5

1.	<p><b>Укажите верные утверждения:</b></p> <p>а) скорость химической реакции показывает изменение концентрации одного из реагирующих веществ или продукта реакции в единицу времени;</p> <p>б) в ходе реакции концентрации исходных веществ уменьшаются, при этом скорость реакции — увеличивается;</p> <p>в) скорость гетерогенной химической реакции может не зависеть от концентрации исходного вещества;</p> <p>г) катализатор — это вещество, которое изменяет скорость реакции, формально не участвуя в ней.</p>
2.	<p><b>В каких единицах измерения можно выразить скорость химической реакции:</b></p> <p>а) моль · дм<sup>3</sup>/с;                              б) моль/дм<sup>3</sup> · с;</p> <p>в) моль/дм<sup>3</sup> · мин;                              г) моль · мин/дм<sup>3</sup>?</p>
3.	<p><b>Среднюю скорость химической реакции, уравнение которой <math>2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3</math>, можно вычислить по формулам:</b></p> <p>а) <math>V = - \frac{\Delta C(\text{O}_2)}{\Delta t}</math>                              в) <math>V = - \frac{\Delta C(\text{SO}_2)}{\Delta t}</math></p> <p>б) <math>V = + \frac{\Delta C(\text{SO}_2)}{\Delta t}</math>                              г) <math>V = + \frac{\Delta C(\text{SO}_3)}{\Delta t}</math></p>
4.	<p><b>На скорость гомогенной химической реакции влияют:</b></p> <p>1) концентрация исходных веществ;</p> <p>2) температура;</p> <p>3) добавление катализатора;</p> <p>4) природа реагирующих веществ;</p> <p>5) концентрация продуктов реакции:</p> <p>а) 1, 2, 3, 5;      б) 2, 3, 4;      в) 1, 2, 4;      г) 1, 2, 3, 4.</p>
5.	<p><b>Скорость химической реакции как правило увеличивается:</b></p> <p>а) при повышении температуры;</p> <p>б) в присутствии ингибитора;</p> <p>в) при повышении концентрации реагирующих веществ в гомогенной реакции;</p> <p>г) при повышении температуры только для эндотермических реакций, а для экзотермических — нет.</p>
6.	<p><b>Скорость какой химической реакции при комнатной температуре будет ниже?</b></p> <p>а) железа с раствором H<sub>2</sub>S в воде;</p> <p>б) железа с раствором серной кислоты;</p> <p>в) раствора натрия гидроксида с серной кислотой;</p> <p>г) магния с раствором серной кислоты.</p>

### Задачи

1. Вычислите среднюю скорость реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с)  $A + B \rightarrow C$ , если концентрация вещества А до реакции была равна 0,7 моль/дм<sup>3</sup>, а через 2 мин после начала реакции стала равной 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
2. В запаянном сосуде протекает реакция разложения фосгена  $COCl_2 \rightarrow CO + Cl_2$ . Исходная концентрация фосгена 0,1 моль/дм<sup>3</sup>. Через 8 с после начала реакции концентрация фосгена стала равной 0,02 моль/дм<sup>3</sup>. Определите среднюю скорость разложения фосгена (моль/дм<sup>3</sup>·с).
3. Определите среднюю скорость реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с)  $CO_2 + H_2 = CO + H_2O$ , если через 80 с после начала реакции молярная концентрация воды была равна 0,24 моль/дм<sup>3</sup>, а через 2 мин 7 с стала равна 0,28 моль/дм<sup>3</sup>.
4. В сосуде объемом 4 дм<sup>3</sup> протекает реакция  $2CO + O_2 = 2CO_2$ . Через 2 мин после начала реакции химическое количество  $CO_2$  увеличилось на 2,40 моль. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) реакции образования  $CO_2$ .
5. В сосуде объемом 2 дм<sup>3</sup> протекает реакция  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ . Через 2 с после начала реакции количество триоксида серы увеличилось на 0,1 моль. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) образования  $SO_3$ .
6. В сосуде объемом 2 дм<sup>3</sup> протекает реакция  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ . Через 4 с после начала реакции образовалось 1,7 г аммиака. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) образования аммиака.
7. Концентрация вещества А до реакции  $2A + B = C$  была равна 3 моль/дм<sup>3</sup>. Через 30 с концентрация вещества А стала равна 1 моль/дм<sup>3</sup>. Определите среднюю скорость химической реакции. Чему будет равна концентрация вещества С после реакции? Как изменится за это время концентрация вещества В?
8. В сосуде объемом 350 см<sup>3</sup>, содержащем катализатор, смешали азот и водород химическим количеством по 5 моль и нагрели. Через 10 с химическое количество водорода уменьшилось на 2,1 моль. Как изменилась молярная концентрация азота за это время? Определите среднюю скорость реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с) по азоту.
9. Вычислите среднюю скорость реакции  $A + B \rightarrow 2C$ , если начальная концентрация вещества А равна 0,22 моль/дм<sup>3</sup>, а через 10 с — 0,215 моль/дм<sup>3</sup>. Как изменилась за это время концентрация веществ В и С?
10. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) реакции разложения вещества  $A_2B$ , протекающей по схеме  $A_2B = 2A + B$ , если через 10 с от начала реакции концентрация вещества А стала равной 0,5 моль/дм<sup>3</sup>.
11. В водном растворе вещество  $A_2B$  разлагается по уравнению  $A_2B \rightarrow C + 2D$ . Через 5 с после начала реакции концентрация вещества D в рас-

творе стала равной 0,40 моль/дм<sup>3</sup>. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) реакции разложения A<sub>2</sub>B.

12. В сосуде протекает реакция  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ . Через 5 с после начала реакции концентрация NO снизилась на 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Определите среднюю скорость (моль/дм<sup>3</sup>·с) образования NO<sub>2</sub>.
13. Средняя скорость реакции  $\text{A}_{(г)} + \text{B}_{(г)} \rightarrow 2\text{C}_{(г)}$  равна 0,01 моль/дм<sup>3</sup>·с. Каковы будут концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) веществ А, В и С через 5 секунд после начала реакции, если начальные концентрации веществ А и В равны соответственно 1 и 2 моль/дм<sup>3</sup>?
14. Начальные концентрации веществ А и В равны соответственно 2 и 3 моль/дм<sup>3</sup>. Каковы будут концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) веществ А, В и С через 7 с после начала реакции, если средняя скорость реакции  $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C}$  равна 0,015 моль/дм<sup>3</sup>·с?
15. Средняя скорость образования этана равна 0,02 моль/дм<sup>3</sup>·с. Определите массу (г) образовавшегося этана в сосуде объемом 5 дм<sup>3</sup> через 4 с после начала реакции.
16. В растворе вещество АВ разлагается по уравнению  $\text{AB} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ . При 10 °С в сосуде объемом 4 дм<sup>3</sup> за 10 с химическое количество вещества АВ уменьшилось на 0,20 моль, а при 30 °С в сосуде объемом 1 дм<sup>3</sup> за 6 с — на 0,15 моль. Во сколько раз скорость этой реакции при 30 °С выше, чем при 10 °С?

**Ответы:** 1. 0,005; 2. 0,01; 3. 0,000851; 4. 0,005; 5. 0,025; 6. 0,0125; 7. 0,0667 моль/дм<sup>3</sup>·с; C(C) = 1 моль/дм<sup>3</sup>; C(B) ум. на 1 моль/дм<sup>3</sup>; 8. C(N<sub>2</sub>) ум. на 2 моль/дм<sup>3</sup>; 0,2 моль/дм<sup>3</sup>·с; 9. 0,0005 моль/дм<sup>3</sup>·с; (B) ум. на 0,005 моль/дм<sup>3</sup>; C(C) ув. на 0,01 моль/дм<sup>3</sup>. 10. 0,025. 11. 0,04. 12. 0,04. 13. 0,95; 1,95; 0,1. 14. 1,895 моль/дм<sup>3</sup>; 2,79 моль/дм<sup>3</sup>; 0,105 моль/дм<sup>3</sup>. 15. 12 г. 16. В 5 раз.

### Раздел 3. Температурный коэффициент скорости химической реакции Вант-Гоффа

*Задание.* Проанализируйте представленную энергетическую схему:

- Энергия каких веществ — исходных или продуктов реакции — больше?
- На схеме представлен ход экзо- или эндотермической реакции?
- Можно ли утверждать, что энергия активации — это разность между энергией исходных веществ и энергией продуктов реакции?



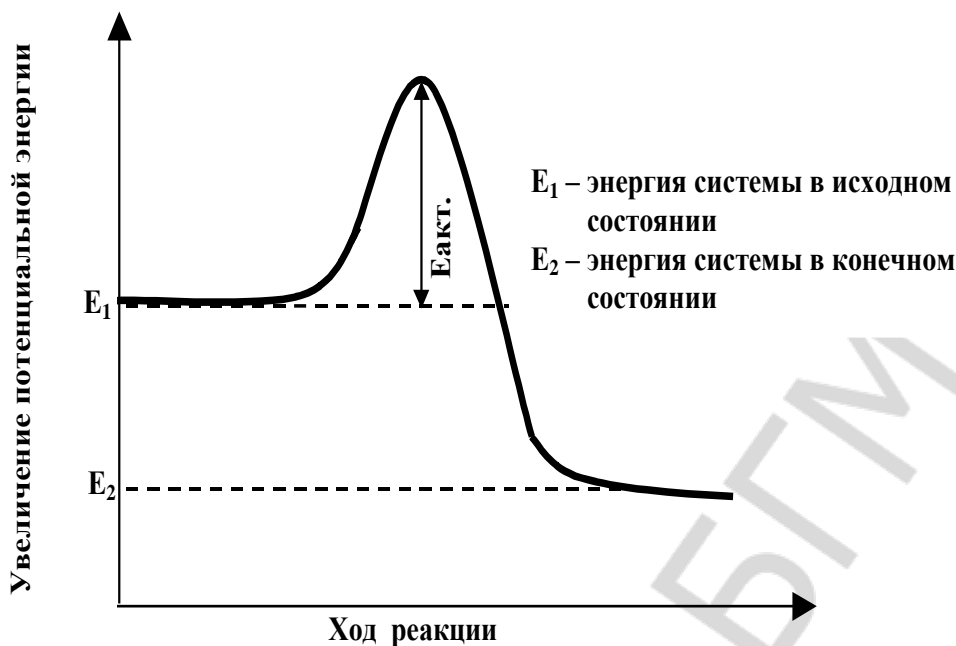


Рис. Энергетическая схема хода реакции  $A_2 + B_2 = 2AB$  ( $E_{\text{акт.}}$  — энергия активации)

#### ТЕСТ 6

1.	<p><b>Горение многих веществ сопровождается выделением теплоты. Однако, чтобы горение началось, исходные вещества вначале нагревают:</b></p> <p>а) для увеличения энергии активации;          б) уменьшения энергии активации;          в) сообщения дополнительной энергии молекулам реагирующих веществ;          г) для уменьшения теплоты реакции.</p>
2.	<p><b>Укажите верные утверждения:</b></p> <p>а) с ростом температуры число частиц, обладающих энергией, достаточной для осуществления данной химической реакцией, возрастает в геометрической прогрессии;          б) в случае эндотермической реакции исходные вещества обладают более высокой энергией, чем продукты реакции;          в) чем энергия активации выше, тем скорость реакции меньше;          г) при увеличении температуры на 10 градусов скорость эндотермической реакции уменьшается в 2–4 раза.</p>
3.	<p><b>При увеличении температуры:</b></p> <p>а) скорость химической реакции увеличивается;          б) скорость химической реакции уменьшается;          в) изменяется энергия активации;          г) изменяется тепловой эффект реакции.</p>

<b>4.</b>	<b>Катализатор увеличивает скорость реакции за счет:</b> а) повышения энергии активации; б) снижения энергии активации; в) увеличения температуры; г) сообщения дополнительной энергии молекулам реагирующих веществ.
<b>5.</b>	<b>Скорость химической реакции <math>2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} - Q</math> при увеличении температуры:</b> а) увеличится;      б) уменьшится;      в) не изменится; г) вначале уменьшится, а затем увеличится.

### Задачи

- Во сколько раз увеличится скорость некоторой химической реакции при повышении температуры с 20 до 60 °С, если при повышении температуры на каждые 10 °С скорость реакции увеличивается в 3 раза?
- Температурный коэффициент скорости реакции равен 4. Как изменится скорость химической реакции:
  - при повышении температуры с 35 до 65 °С?
  - повышении температуры на 20 °С?
  - понижении температуры с 70 до 40 °С?
  - при понижении температуры на 10 °С?
- Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры с 150 до 200 °С, если при повышении на 10 °С скорость увеличивается в 3 раза?
- На сколько градусов следует увеличить температуру, чтобы скорость химической реакции повысилась в 16 раз? Температурный коэффициент скорости реакции равен: а) 2; б) 4.
- На сколько градусов необходимо увеличить температуру реакционной смеси, чтобы скорость реакции возросла в 27 раз? Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.
- На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 625 раз при температурном коэффициенте скорости реакции равном 5?
- Температурный коэффициент скорости реакции равен 3. На сколько градусов понизилась температура реакционной смеси, если скорость химической реакции уменьшилась в: а) 27 раз; б) 81 раз?
- Температурный коэффициент скорости реакции равен 2. На сколько градусов надо охладить реакционную смесь, чтобы скорость химической реакции уменьшилась в 16 раз?
- Скорость химической реакции при 40 °С равна 2 моль/дм<sup>3</sup>·с. Рассчитайте скорость химической реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с; моль/дм<sup>3</sup>·мин) при 60 °С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

10. Скорость химической реакции при 40 °С равна 2 моль/дм<sup>3</sup>·с. Рассчитайте скорость химической реакции при 80 °С, если известно, что при повышении температуры на 10 °С скорость возрастает в 2 раза?
11. При температуре 60 °С скорость некоторой реакции равна 0,64 моль/дм<sup>3</sup>·с. Какова скорость реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с) при 10 °С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2?
12. При температуре 100 °С скорость некоторой реакции равна  $3,6 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>·с. При какой температуре следует проводить эту реакцию, чтобы ее скорость стала равной  $9 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>·с? Температурный коэффициент равен 2.
13. Рассчитайте температурный коэффициент скорости реакции, если известно, что при 80 °С скорость реакции равна 1 моль/дм<sup>3</sup>·с, а при 110 °С — 27 моль/дм<sup>3</sup>·с.
14. Скорость некоторой реакции при 70 °С равна 2,48 моль/дм<sup>3</sup>·с, а при 30 °С — 0,155 моль/дм<sup>3</sup>·с. Во сколько раз увеличивается скорость этой реакции при увеличении температуры на каждые 10 °С?
15. Рассчитайте температурный коэффициент скорости реакции, если известно, что при 80 °С скорость реакции равна 2 моль/дм<sup>3</sup>·с, а при 110 °С — 54 моль/дм<sup>3</sup>·с.
16. Рассчитайте температурный коэффициент скорости реакции, если известно, что при 20 °С реакция протекает за 2 минуты, а при 50 °С — за 15 с.
17. Две реакции при температуре 293 К протекают с одинаковой скоростью. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 4, второй — 2. Как будут относиться скорости реакций ( $v_1/v_2$ ), если реакции проводить при 323 К?
18. Растворение образца железа в серной кислоте при 20 °С заканчивается через 13,5 минут, а при 30 °С такой же образец металла растворяется за 4,5 минут. За какое время данный образец железа растворится при 50 °С?

**Ответы:** 1. В 81 раз. 2. 64; 16; 64; 4. 3. 243. 4. 40 °С; 20 °С. 5. 30 °С. 6. 40 °С. 7. 30 °С; 40 °С. 8. 40 °С. 9. 18 моль/дм<sup>3</sup>·с; 1080 моль/дм<sup>3</sup>·мин. 10. 32 моль/дм<sup>3</sup>·с. 11. 0,02. 12. 80 °С. 13. 3. 14. В 2 раза. 15. 3. 16. 2. 17. 8. 18. 30 с.

#### Раздел 4. Закон действующих масс

*Задание 1.* Напишите математическое выражение закона действующих масс для реакции  $A_{(г)} + B_{(г)} = C_{(г)}$ . Как будет изменяться в ходе реакции ее скорость после увеличения концентрации исходных веществ?

*Задание 2.* Напишите математические выражения закона действующих масс для следующих реакций:

- а)  $A_{(г)} + 2B_{(г)} = C_{(г)}$ ; б)  $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ ;  
 в)  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ ; г)  $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$ .

**Задание 3.** Скорость реакции какого из двух процессов будет зависеть от концентрации исходного вещества:  $CaCO_{3(г)} = CaO_{(г)} + CO_{2(г)}$  или  $C_{(г)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$ ?

**Задание 4.** В двух пробирках находятся примерно одинаковые кусочки магния. В первую пробирку налили соляную кислоту с молярной концентрацией  $HCl$   $0,1$  моль/дм<sup>3</sup>, а во вторую — с концентрацией  $0,05$  моль/дм<sup>3</sup>. В какой из пробирок интенсивность выделения водорода будет выше и почему?

### ТЕСТ 7

1.	<p><b>Какая из приведенных ниже формулировок отвечает математическому выражению <math>v = k \times C_{(A)} \times C_{(B)}</math> для реакции <math>A + B = C</math>?</b></p> <p>а) скорость химической реакции измеряется изменением концентрации реагирующих веществ в единицу времени;</p> <p>б) скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ;</p> <p>в) по мере протекания химической реакции ее скорость уменьшается;</p> <p>г) скорость химической реакции увеличивается в присутствии катализатора.</p>
2.	<p><b>Укажите наиболее верное утверждение. Скорость химической реакции с увеличением концентраций реагирующих веществ:</b></p> <p>а) вначале увеличивается, а затем уменьшается; б) увеличивается;</p> <p>в) может увеличиваться, а может — уменьшаться;</p> <p>г) вначале уменьшается, а затем увеличивается.</p>
3.	<p><b>Скорость растворения цинка в серной кислоте будет увеличиваться:</b></p> <p>а) при увеличении концентрации кислоты;</p> <p>б) разбавлении раствора кислоты;</p> <p>в) понижении температуры;</p> <p>г) при раздроблении цинка.</p>
4.	<p><b>Какое утверждение верно?</b></p> <p>а) скорость любой химической реакции зависит от давления;</p> <p>б) при уменьшении давления в газообразной системе скорость реакции увеличивается;</p> <p>в) при увеличении давления в системе <math>3H_2 + N_2 = 2NH_3</math> в 2 раза скорость прямой реакции увеличится в 16 раз;</p> <p>г) при разбавлении раствора соляной кислоты в 3 раза скорость реакции <math>Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2</math> увеличится в 9 раз;</p> <p>д) при увеличении концентрации угля в 10 раз скорость реакции <math>CO_2 + C = 2CO</math> увеличится в 10 раз.</p>

5.	<p><b>Увеличить скорость реакции <math>2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2</math> можно, если:</b></p> <p>а) уменьшить концентрацию <math>\text{O}_2</math>;  б) увеличить парциальное давление <math>\text{NO}</math>;  в) увеличить давление в системе;  г) увеличить объем реакционного сосуда.</p>
6.	<p><b>Скорость реакции образования <math>\text{HI}</math> в эндотермическом процессе <math>\text{H}_{2(\text{r})} + \text{I}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})} - Q</math> увеличится, если по отдельности:</b></p> <p>а) увеличить температуру; увеличить давление;  б) уменьшить температуру; уменьшить давление;  в) уменьшить концентрацию <math>\text{HI}</math>; увеличить температуру;  г) увеличить концентрацию <math>\text{H}_2</math>; уменьшить давление.</p>

### Задачи

1. В растворе протекает реакция  $\text{A} + \text{B} = \text{C}$ . Определите скорость химической реакции (моль/дм<sup>3</sup>·с) в тот момент, когда в растворе объемом 0,2 дм<sup>3</sup> содержалось 0,1 моль вещества А и 0,2 моль вещества В. Константа скорости равна 10.
2. Как изменится скорость химической реакции, если при увеличении температуры на 30 °С константа скорости химической реакции возрастет в 100 раз?
3. Вычислите начальную скорость прямой реакции  $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{NO}_{2(\text{r})}$ , а также скорость этой реакции через некоторое время, когда концентрация кислорода уменьшится на 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Начальные концентрации кислорода и азот (II) оксида соответственно равны 0,3 и 0,6 моль/дм<sup>3</sup>, а константа скорости реакции — 0,5.
4. Определите константу скорости химической реакции  $2\text{A} + \text{B} = \text{C}$ , если известно, что скорость реакции в тот момент, когда в растворе объемом 3 дм<sup>3</sup> содержалось 1,5 моль вещества А и 1,2 моль вещества В, была равна 5 моль/дм<sup>3</sup>·с.
5. В системе протекает реакция между газообразными веществами  $\text{A} + \text{B} = \text{C}$ . Во сколько раз увеличится (уменьшится) скорость химической реакции, если:
  - а) молярную концентрацию вещества А увеличить в 3 раза;
  - б) молярную концентрацию вещества А и вещества В увеличить в 2 раза;
  - в) молярную концентрацию вещества А увеличить в 3 раза, а вещества В в 2 раза;
  - г) молярную концентрацию вещества А и вещества В уменьшить в 2 раза?
6. Во сколько раз увеличится скорость прямой реакции  $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{NO}_{2(\text{r})}$ , если молярные концентрации исходных веществ увеличить в 2 раза?
7. Как изменится скорость прямой реакции  $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} = \text{H}_{2(\text{r})} + \text{CO}_{2(\text{r})}$  при уменьшении молярной концентрации паров воды в 5 раз?

8. Как изменится скорость прямой реакции  $\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} = \text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$  при увеличении концентрации водорода в 3 раза?
9. Во сколько раз необходимо увеличить концентрацию KOH, чтобы скорость реакции  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  увеличилась в 64 раза?
10. Как изменится скорость реакции  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  после разбавления реагирующей смеси водой в 3 раза?
11. Как изменится скорость реакции  $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCNS} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$  после разбавления реагирующей смеси водой вдвое?
12. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции  $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{NO}_{2(\text{r})}$ , если давление в сосуде увеличить в 2 раза?
13. Во сколько раз увеличится скорость прямой реакции  $\text{A}_{(\text{r})} + 2\text{B}_{(\text{r})} = \text{C}_{(\text{r})} + \text{Q}$ , если давление в системе увеличить в 3 раза?
14. Во сколько раз понизится скорость химической реакции  $\text{A}_{(\text{r})} + \text{B}_{(\text{r})} = 2\text{C}_{(\text{r})} + \text{D}_{(\text{r})}$ , если давление в сосуде уменьшить в 4 раза?
15. Как изменится скорость химической реакции  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} = 2\text{HCl}_{(\text{r})}$  при уменьшении давления в системе в 2 раза?
16. Во сколько раз нужно повысить давление, чтобы скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{NO}_{2(\text{r})}$  возросла в 1000 раз?
17. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции  $2\text{A} + \text{B} = \text{C}$ , если молярные концентрации вещества А увеличить в 2 раза, а вещества В в 3 раза?
18. В растворе протекает реакция  $\text{A} + \text{B} = \text{C}$ . Во сколько раз возрастет скорость реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 2 раза, а концентрацию вещества В — в 1,5 раза?
19. В растворе протекает реакция  $2\text{A} + 3\text{B} = \text{C}$ . Во сколько раз возрастет скорость реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 2 раза, а концентрацию вещества В — в 3 раза?
20. Концентрацию NO в системе  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  уменьшили в два раза. Во сколько раз надо увеличить концентрацию кислорода, чтобы скорость реакции не изменилась?
21. В сосуде между газообразными веществами протекает реакция  $2\text{A} + \text{B} = \text{C}$ . Во сколько раз увеличится скорость реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 3 раза и повысить температуру на 30 °С? Температурный коэффициент скорости реакции равен 2.

**Ответы:** 1. 5. 2. Ув. в 100 раз. 3. 0,054; 0,002. 4. 50. 5. Ув. в 3 раза; ув. в 4 раза; ув. в 6 раз; ум. в 4 раза. 6. 8. 7. Ум в 5 раз. 8. Ув. в 3 раза. 9. 8. 10. Ум. в 9 раз. 11. Ум. в 16 раз. 12. 8. 13. 27. 14. 16. 15. Ум. в 4 раза. 16. 10. 17. 12. 18. 3. 19. 108. 20. 4. 21. 72.

## Раздел 5. Химическое равновесие

**Задание 1.** Какие из указанных схем являются схемами обратимых реакций:

1.  $N_2 + H_2 \rightarrow$
2.  $Mg + HCl \rightarrow$
3.  $SO_2 + O_2 \rightarrow$
4.  $NaCl + KOH \rightarrow$
5.  $N_2 + O_2 \rightarrow$
6.  $C_2H_6 + O_2 \rightarrow$
7.  $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow$
8.  $CH_3COONa + HNO_3 \rightarrow$
9.  $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$
10.  $CuO + H_2SO_4 \rightarrow$

**Задание 2.** Для обратимой реакции  $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$ , достигшей состояния равновесия, с течением времени не изменяются:

- скорости прямой и обратной реакции;
- концентрации  $H_2$ ,  $O_2$  и  $H_2O$ ;
- массы исходных веществ и массы продуктов реакции;
- количества молей каждого из исходных веществ и продуктов реакции;
- число молекул каждого из исходных веществ и продуктов реакции.

**Задание 3.** Для обратимой реакции  $H_{2(r)} + I_{2(r)} \rightleftharpoons 2HI_{(r)}$  напишите математические выражения скорости прямой ( $v_{пр.}$ ) и скорости обратной реакций ( $v_{обр.}$ ). Как будут изменяться концентрации исходных веществ и концентрация продукта реакции от начала реакции и до наступления химического равновесия? Как будут изменяться при этом скорость прямой и скорость обратной реакций?

**Задание 4.** Для реакции  $2NO_{(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2NO_{2(r)}$  напишите математические выражения скорости прямой и скорости обратной реакций. Запишите отношение константы скорости прямой реакции к константе скорости обратной реакции ( $k_{пр.}/k_{обр.}$ ). Является ли это соотношение для системы, находящейся в состоянии химического равновесия, при данной температуре величиной постоянной?

**Задание 5.** Напишите математические выражения констант химического равновесия для следующих реакций:

- а)  $A_{(r)} + B_{(r)} \rightleftharpoons C_{(r)} + D_{(r)}$ ;
- б)  $A_{(r)} + 2B_{(r)} \rightleftharpoons C_{(r)}$ ;
- в)  $2CO_{(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons 2CO_{2(r)}$ ;
- г)  $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ ;
- д)  $A_{(r)} + 2B_{(r)} \rightleftharpoons C_{(r)}$ .

Что характеризует константа химического равновесия?

### ТЕСТ

1.	<b>При движении системы к состоянию химического равновесия:</b> а) увеличиваются скорости прямой и обратной реакций; б) уменьшаются скорости прямой и обратной реакций; в) увеличивается скорость прямой реакции и уменьшается скорость обратной; г) уменьшается скорость прямой реакции и увеличивается скорость обратной.
----	---

2.	<p><b>В состоянии химического равновесия равны:</b></p> <p>а) концентрации исходных веществ и концентрации продуктов реакции;</p> <p>б) массы исходных веществ и продуктов реакции;</p> <p>в) скорости прямой и обратной реакции;</p> <p>г) суммы химического количества вещества исходных реагентов и продуктов реакции.</p>
3.	<p><b>Выберите верные утверждения. В состоянии химического равновесия...</b></p> <p>а) в системе присутствуют как продукты реакции, так и каждое из исходных веществ;</p> <p>б) превращение веществ не происходит;</p> <p>в) за единицу времени образуется столько же молекул продуктов реакций, сколько их распадается;</p> <p>г) концентрации исходных веществ и продуктов реакции не изменяются.</p>
4.	<p><b>Исходные концентрации NO и O<sub>2</sub> равны соответственно 0,03 и 0,04 моль/дм<sup>3</sup>. Каковы будут концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) исходных веществ и продукта реакции в смеси в тот момент, когда прореагирует 0,01 моль кислорода?</b></p> <p>а) C(NO) = 0,02; C(O<sub>2</sub>) = 0,03; C(NO<sub>2</sub>) = 0,01;</p> <p>б) C(NO) = 0,01; C(O<sub>2</sub>) = 0,03; C(NO<sub>2</sub>) = 0,01;</p> <p>в) C(NO) = 0,01; C(O<sub>2</sub>) = 0,03; C(NO<sub>2</sub>) = 0,02;</p> <p>г) C(NO) = 0,02; C(O<sub>2</sub>) = 0,01; C(NO<sub>2</sub>) = 0,02.</p>
5.	<p><b>Равновесные концентрации CO, O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> после установления равновесия 2CO + O<sub>2</sub> ⇌ 2CO<sub>2</sub> соответственно равны 0,2 моль/дм<sup>3</sup>, 0,1 моль/дм<sup>3</sup> и 0,15 моль/дм<sup>3</sup>. Объемная и массовая доля кислорода в исходной газовой смеси равны:</b></p> <p>а) 0,667 и 0,636;                      б) 0,444 и 0,364;</p> <p>в) 0,333 и 0,364;                      г) 0,222 и 0,208.</p>

### Задачи

- Смесь сернистого газа и кислорода, содержащую вещества химическим количеством по 10 моль, пропустили над катализатором. В смеси образовалось 4 моль сера (VI) оксида. Какое химическое количество SO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> осталось в смеси? Определите состав равновесной газовой смеси в объемных % и ее среднюю молярную массу.
- Определите константу химического равновесия реакции  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ , если в начальный момент реакции в реакторе объемом 1 дм<sup>3</sup>



- присутствовало 16 моль водорода и 12 моль кислорода, а равновесие установилось после образования 10 моль паров воды.
3. Равновесная концентрация азот (II) оксида в реакции  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$  составляет 4 моль/дм<sup>3</sup>, а исходные концентрации азота и кислорода — соответственно 6 и 5 моль/дм<sup>3</sup>. Определите равновесные концентрации азота и кислорода и рассчитайте константу данного химического равновесия.
  4. В закрытом сосуде находится смесь трех газообразных веществ с концентрацией  $C(\text{A}) = 1$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C(\text{B}) = 2$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C(\text{C}) = 0,01$  моль/дм<sup>3</sup>. По истечении некоторого времени установилось химическое равновесие  $3\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ . Вычислите концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) всех веществ в момент равновесия, если известно, что концентрация вещества А уменьшилась на 30 %.
  5. Реакция протекает по уравнению  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ . Начальные концентрации водорода и кислорода соответственно равны 0,4 моль/дм<sup>3</sup> и 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) этих реагентов в момент, когда количество водорода уменьшится на 40 %.
  6. В закрытом сосуде смешали 4 моль сера (IV) оксида и 2 моль кислорода. К моменту наступления равновесия прореагировало 90 % от первоначального количества оксида серы. Определите состав равновесной смеси в объемных и массовых %.
  7. В закрытом сосуде смешали 8 моль диоксида серы и 4 моль кислорода. К моменту наступления равновесия прореагировало 80 % первоначального количества диоксида серы. Определите состав равновесной газовой смеси (об. %) и ее плотность по воздуху.
  8. В системе  $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{г})}$  установилось равновесие. Равновесная молярная концентрация сера (VI) оксида равна 0,1 моль/дм<sup>3</sup>. Определите равновесную молярную концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) кислорода, если известно, что к моменту установления равновесия прореагировало 40 % кислорода.
  9. В системе  $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{г})}$  установилось равновесие. Равновесная концентрация  $\text{SO}_3$  равна 0,20 моль/дм<sup>3</sup>. Определите равновесную концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) кислорода, если известно, что к моменту установления равновесия прореагировало 60 % начального химического количества кислорода.
  10. В системе установилось равновесие  $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ . Химические количества  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  в ней соответственно равны 2,0, 1,0 и 2,0 моль. Рассчитайте начальные химические количества углерод (II) оксида и кислорода, а также состав исходной газовой смеси (об. %).

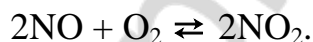
11. В системе установилось равновесие  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$ . Количества  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  в ней соответственно равны 1, 2 и 3 моль. Определите исходное химическое количество (моль) кислорода.
12. В закрытом сосуде после наступления равновесия содержится 11 моль углерод (II) оксида, 8 моль кислорода и 4 моль углерод (IV) оксида. Найдите состав исходной смеси (об. %).
13. Через некоторое время после начала реакции в системе  $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}$  концентрации веществ равны:  $C(\text{N}_2)$  — 2 моль/дм<sup>3</sup>,  $C(\text{H}_2)$  — 1,5 моль/дм<sup>3</sup>,  $C(\text{NH}_3)$  — 4 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте исходные концентрации азота и водорода.
14. При состоянии равновесия системы  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  концентрация углерод (II) оксида равна 3 моль/дм<sup>3</sup>, хлора — 0,3 моль/дм<sup>3</sup>, фосгена — 2 моль/дм<sup>3</sup>. Определите исходную концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) хлора и константу химического равновесия.
15. Равновесие реакции  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$  установилось при следующих концентрациях участвующих в ней веществ: водорода — 0,25 моль/дм<sup>3</sup>, хлора — 0,05 моль/дм<sup>3</sup>, хлороводорода — 0,9 моль/дм<sup>3</sup>. Определите исходные концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) хлора и водорода, а также плотность исходной газовой смеси.
16. После установления равновесия в системе  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  количество аммиака стало равно 4 моль. Определите исходную массу (г) водорода, если известно, что к наступлению равновесия прореагировало 80 % водорода.
17. После наступления равновесия в системе  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  равновесные концентрации  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{NH}_3$  соответственно равны 0,1, 0,2 и 0,15 моль/дм<sup>3</sup>. Как изменилось давление в сосуде к моменту установления равновесия ( $P_{\text{равн}}/P_{\text{исх}}$ )?
18. В герметичный сосуд поместили углерод (II) оксид и кислород. Через некоторое время в системе установилось равновесие  $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ . Исходные молярные концентрации  $\text{CO}$  и  $\text{O}_2$  соответственно равны 0,25 и 0,15 моль/дм<sup>3</sup>, а равновесная молярная концентрация кислорода — 0,075 моль/дм<sup>3</sup>. Как изменилось давление в сосуде к моменту установления равновесия?
19. В системе установилось равновесие  $\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_{2(\text{г})}$ . Рассчитайте отношение скорости прямой реакции к скорости обратной реакции после увеличения парциального давления  $\text{SO}_2$  в 2 раза, а  $\text{Cl}_2$  — в 3 раза.
20. В сосуде смешали 25,4 г йода и 0,4 г водорода. После нагревания смеси в системе установилось равновесие  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ . К моменту наступления равновесия прореагировало 40 % водорода. Определите выход (%) иодоводорода.

**Ответы:** 1. 6 моль; 8 моль; 33,3 %; 44,4 %; 22,2 %; 53,3 г/моль. 2. 0,4. 3. 4 моль/дм<sup>3</sup>; 3 моль/дм<sup>3</sup>; 1,33. 4. 0,7; 1,9 и 0,21. 5. 0,24 и 0,12. 6. 9,5 %; 4,8 и 85,7 %; 8 %; 2 и 90 %. 7. 18,2 %; 9,1 %; 72,7 %; 2,51. 8. 0,075. 9. 0,067. 10. 33,3 %; 66,7 %. 11. 3,5. 12. 60 и 40. 13. 4 и 7,5 моль/дм<sup>3</sup>. 14. 2,3; 2,2. 15. 0,7 и 0,5; 1,373 г/дм<sup>3</sup>. 16. 15. 17. 0,75. 18. Ум. в 1,23 раза. 19. 6. 20. 80.

## Раздел 6. Степень превращения вещества в газообразной системе

### Задачи

1. Смесь равных объемов SO<sub>2</sub> и кислорода пропущена над катализатором, при этом 80 % SO<sub>2</sub> превратилось в SO<sub>3</sub>. Какова плотность по водороду полученной газовой смеси (SO<sub>3</sub> в условиях опыта — газ)?
2. При прохождении равных объемов O<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> над катализатором при температуре 400°C 60 % SO<sub>2</sub> вступает в реакцию. Вычислите объемный состав (%) полученной смеси, если температура и давление постоянны.
3. Какой объем азота (дм<sup>3</sup>, н.у.) необходимо взять для синтеза 33,6 дм<sup>3</sup> аммиака, если степень превращения азота равна 55 %?
4. Через некоторое время после начала окисления азот (II) оксида кислородом объем газовой смеси уменьшился на 20 %. Какова к этому времени степень превращения (%) исходных веществ? Считать, что исходные газы взяты в соответствии со стехиометрией реакции:



5. При нагревании 20 дм<sup>3</sup> паров SO<sub>3</sub> объем конечной смеси газов увеличился на 5 дм<sup>3</sup>. Определите степень разложения SO<sub>3</sub> и среднюю молярную массу смеси.
6. После разложения SO<sub>3</sub> получена газовая смесь с плотностью по водороду 32. Найти степень разложения SO<sub>3</sub> (SO<sub>3</sub> в условиях опыта — газ).
7. Имеется смесь азота и водорода, в которой их объемы относятся как 1:3. При пропускании этой смеси над катализатором прореагировало 40 % смеси. Найдите объемные доли компонентов в конечной смеси.
8. При нагревании аммиака 25 % его первоначального объема распалось на простые вещества. Найдите объемные доли газов в конечной смеси и среднюю молярную массу смеси.
9. При нагревании аммиака половина его количества разложилась на простые вещества. Рассчитайте плотность полученной при этом газовой смеси при 101,3 кПа и 273 К.
10. Как изменится давление в замкнутом сосуде, если в смеси равных объемов азота и водорода 25 % азота по объему превратится в аммиак?

**Ответы:** 1. 30. 2. 23,5; 41,2; 35,3. 3. 30,5. 4. 60. 5. 50 %; 64 г/моль. 6. 50 %. 7. 18,75 %; 56,25 %; 25 %. 8. 13,6 г/моль. 9. 0,506 г/дм<sup>3</sup>. 10. Ум. в 1,33 раза.

## Раздел 7. Смещение химического равновесия

### Задачи

1. Как повлияют на равновесие?

а) увеличение молярной концентрации азот (II) оксида в системе  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$ ;

б) уменьшение молярной концентрации водорода в системе  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(г)} + \text{CO}_{2(г)}$ ;

в) увеличение молярной концентрации хлора в системе  $4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_{2(г)}$ ;

г) увеличение парциального давления кислорода в системе:  $2\text{SO}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(г)}$ ;

д) добавление в эту же систему катализатора.

2. В каком направлении сместится химическое равновесие  $\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$  при увеличении концентрации  $\text{O}_2$ ?

3. В каком направлении сместится химическое равновесие  $\text{CH}_{4(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$  при увеличении концентрации  $\text{H}_2$ ?

4. В каком направлении сместится химическое равновесие  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$  при уменьшении концентрации  $\text{Cl}_2$ ?

5. В каком направлении сместится химическое равновесие при увеличении давления в системах?

а)  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$ ; б)  $\text{N}_2\text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$ ; в)  $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(тв)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(г)}$ .

6. Для каких из указанных реакций увеличение объема сосуда приведет к смещению равновесия влево?

а)  $\text{H}_{2(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(г)}$ ; б)  $\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$ ;

в)  $\text{CaCO}_{3(тв)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)}$ .

7. В каком направлении сместится химическое равновесие  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$  при уменьшении давления?

8. Как повлияет увеличение давления в сосуде на равновесие  $3\text{Fe}_2\text{O}_3(г) + \text{CO}_{(г)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_3\text{O}_4(г) + \text{CO}_{2(г)}$ ?

9. В каком направлении сместится химическое равновесие при повышении температуры в системах?

а)  $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(г)} - Q$ ; б)  $4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_{2(г)} + Q$ .

10. Экзотермической или эндотермической является реакция  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ , если при повышении температуры реакционной смеси концентрация  $NH_3$  в ней уменьшается?
11. Как повлияет на состояние равновесия процесса  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 192 \text{ кДж}$  понижение температуры?
12. В каком направлении сместится химическое равновесие  $Fe_2O_3 + H_2 \rightleftharpoons 2FeO + H_2O - Q$  при повышении температуры?
13. Как нужно изменить давление, температуру, концентрацию исходных веществ и продуктов реакции в системах для смещения химического равновесия вправо?
- а)  $N_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftharpoons 2NO_{(г)} - Q$ ; б)  $Fe_2O_{3(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftharpoons 2Fe_{(г)} + 3H_2O_{(г)} - Q$ ;  
в)  $CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftharpoons COCl_{2(г)} + Q$ .
14. Метанол можно получить в результате реакции  $CO_{(г)} + H_{2(г)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(ж)} + Q$ . Можно ли увеличить выход продукта реакции при понижении давления и повышении температуры?
15. Как повлияют на равновесие?
- а) одновременное понижение температуры и увеличение молярной концентрации йодоводорода в системе  $H_{2(г)} + I_{2(г)} \rightleftharpoons 2HI_{(г)} - Q$ ;  
б) одновременное понижение давления и повышение температуры в системе  $MgCO_{3(г)} \rightleftharpoons MgO_{(г)} + CO_{2(г)} - Q$ ;  
в) одновременное повышение давления и понижение температуры в системе  $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftharpoons 2NH_{3(г)} + Q$ .
16. Как повлияет на химическое равновесие  $N_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftharpoons 2NO_{(г)} - Q$  добавление в систему катализатора и понижение давления?
17. Как повлияет на химическое равновесие системы  $H_{2(г)} + I_{2(г)} \rightleftharpoons 2HI_{(г)} - Q$  повышение температуры и понижение давления?
18. В каком направлении сместится химическое равновесие  $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92 \text{ кДж}$  при добавлении в систему инертного газа без изменения ее объема?
19. Для реакции  $CO_{(г)} + H_{2(г)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(ж)} + 127,8 \text{ кДж}$  укажите все факторы, позволяющие увеличить выход  $CH_3OH$ .
20. Укажите все факторы, смещающие равновесие  $4Fe_{(г)} + 3O_{2(г)} \rightleftharpoons 2Fe_2O_{3(г)} + 470 \text{ кДж}$  влево.
21. Как изменить температуру и давление, чтобы сместить равновесие реакции  $CO_{2(г)} + C_{(г)} \rightleftharpoons 2CO_{(г)} - Q$  в сторону образования угарного газа?

**Ответы:** 1. а) вправо б) вправо в) влево г) вправо д) равновесие не сместится.  
2. Вправо. 3. Влево. 4. Вправо. 5. Вправо; влево; влево. 6. б). 7. Влево. 8. Не смест.

9. Вправо; влево. 10. Экзотермическая реакция. 11. Вправо. 12. Вправо. 13. Увел. темпер., конц.  $N_2$ ,  $O_2$  и уменьш. конц.  $NO$ ; увел. темпер., конц.  $H_2$  и уменьш. конц.  $H_2O$ ; увел. давл., конц.  $CO$ ,  $Cl_2$  и уменьш. темп., конц.  $COCl_2$ . 14. Нет. 15. а) влево б) вправо в) вправо. 16. Не смест. 17. Вправо. 18. Вправо. 19. Уменьш. темп. и конц.  $CH_3OH$ ; увел. давл. и конц.  $CO$ ,  $H_2$ . 20. Уменьш. темп., увел. давл. и конц.  $O_2$ . 21. Увел. темп., конц.  $CO_2$  и уменьш. давл., конц.  $CO$ .

## ТЕСТ

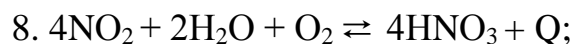
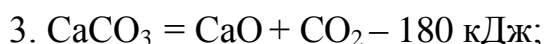
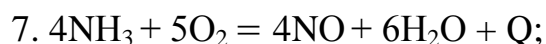
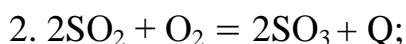
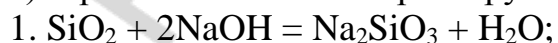
<b>1.</b>	<p><b>Какими факторами можно сместить равновесие в системе?</b></p> <p>а) изменением температуры;  б) изменением концентрации одного или всех исходных веществ;  г) добавлением катализатора;  в) изменением концентрации продуктов реакции;  д) изменением давления.</p>
<b>2.</b>	<p><b>Укажите правильные утверждения:</b></p> <p>а) равновесие смещается вправо, если продукт реакции выводить из равновесной смеси;  б) равновесие смещается вправо, если исходное вещество добавлять к равновесной смеси.  в) при увеличении давления в газовой системе равновесие всегда смещается влево;  г) положительные катализаторы смещают равновесие вправо, а ингибиторы влево.</p>
<b>3.</b>	<p><b>Катализатор — это вещество, которое в равновесной системе:</b></p> <p>а) увеличивает скорость только прямой реакции;  б) замедляет скорость только обратной реакции;  в) смещает равновесие обратимой реакции вправо;  г) ускоряет достижение равновесия;</p>
<b>4.</b>	<p><b>Каким воздействием можно сместить химическое равновесие <math>N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} - Q</math> в сторону прямой реакции?</b></p> <p>а) понизить температуру;                      б) повысить температуру;  в) повысить давление;                          г) добавить катализатор;  д) уменьшить концентрацию <math>N_2</math>;        е) увеличить концентрацию <math>O_2</math>;  ж) увеличить концентрацию <math>NO</math>;  з) увеличить объем реакционного сосуда.</p>
<b>5.</b>	<p><b>Повышение давления приведет к смещению равновесия в сторону образования исходных веществ для обратимых реакций:</b></p> <p>а) <math>MgCO_{3(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + MgO_{(г)}</math>;                      б) <math>H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(г)}</math>;  в) <math>CO_{2(g)} + C_{(г)} \rightleftharpoons 2CO_{(г)}</math>;                          г) <math>2NO_{(г)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}</math>.</p>
<b>6.</b>	<p><b>В обратимой реакции <math>2NO_{(г)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(г)} + 73,6 \text{ кДж}</math> на смещение равновесия в одном направлении будут действовать:</b></p> <p>а) повышение температуры и давления;</p>

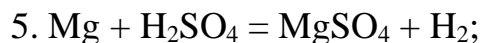
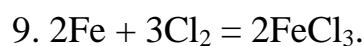
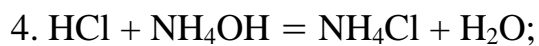
	б) понижение температуры и давления; в) понижение температуры и повышение давления; г) повышение давления и добавление NOCl.
7.	<b>Для увеличения выхода прямой реакции <math>\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{тв}) + 4\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{тв}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г}) - Q</math> необходимо:</b> а) понизить температуру; б) повысить концентрацию водорода; в) уменьшить содержание водорода в реакционной системе; г) понизить давление в реакционной системе.
8.	<b>В системе установилось равновесие <math>\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{г})</math>. При уменьшении концентрации исходных веществ:</b> а) равновесие сместится влево; б) повысится скорость прямой реакции; в) снизится скорость прямой реакции; г) снизится скорость обратной реакции; д) равновесие сместится вправо.
9.	<b>Для каких из указанных ниже реакций уменьшение объема сосуда приведет к смещению равновесия в том же направлении, что и понижение температуры?</b> а) $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{г}) - Q$ ;      б) $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) + Q$ ; в) $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{г}) + Q$ ;      г) $\text{MgCO}_3(\text{тв}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г}) - Q$ .
10.	<b>Увеличение объема сосуда, в котором находится равновесная система <math>\text{S}(\text{тв.}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{г})</math>, приведет:</b> а) к увеличению скорости прямой реакции; б) смещению химического равновесия вправо; в) к смещению химического равновесия влево; г) не повлияет на химическое равновесие.

## Раздел 8. Классификация химических реакций

*Задание.* Охарактеризуйте нижеприведенные реакции по признаку:

- соотношение числа исходных веществ и продуктов реакции;
- изменение степени окисления атомов;
- выделение или поглощение тепловой энергии в ходе химической реакции;
- обратимость;
- участие катализатора;
- агрегатное состояние реагирующих веществ.





### ТЕСТ

1.	<b>В число признаков, по которым классифицируют химические реакции, не входит:</b> а) тепловой эффект; б) соотношение числа исходных веществ и продуктов реакции; в) природа реагирующих веществ; г) наличие или отсутствие катализатора.
2.	<b>По признаку соотношения числа исходных веществ и продуктов реакции химические реакции можно разделить:</b> а) на эндотермические; б) гетерогенные; в) реакции замещения; г) реакции разложения; д) ОВ реакции; е) на реакции соединения.
3.	<b>К необратимым химическим реакциям относятся реакции, протекающие:</b> а) только в направлении получения исходных веществ; б) только в направлении получения продуктов реакции; в) при повышенной температуре; г) как с образованием продукта реакции, так и с его разложением.
4.	<b>Охарактеризуйте реакцию <math>2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO} + \text{Q}</math>:</b> а) эндотермическая; б) соединения; в) ОВР; г) замещения; д) гомогенная.
5.	<b>Экзотермической, гомогенной реакции, протекающей без изменения степени окисления атомов соответствует уравнение:</b> а) $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO} - \text{Q}$ ; б) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{Q}$ ; в) $\text{KOH}_{(p-p)} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ; г) $\text{H}_2\text{SO}_{4(ж)} \rightarrow 2\text{H}^+_{(p-p)} + \text{SO}_4^{2-}_{(p-p)}$ .
6.	<b>Примером гетерогенной реакции, исходные вещества и продукты которой находятся в трех разных агрегатных состояниях, является взаимодействие между:</b> а) $\text{CuO}$ и $\text{CO}$ ; б) $\text{Zn}$ и $\text{CuSO}_4$ (водный раствор); в) $\text{Zn}$ и соляной кислотой; г) $\text{CuO}$ и азотной кислотой; д) раствором $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ и серной кислотой;
7.	<b>Реакцию соединения нельзя использовать для получения:</b> а) $\text{CaCO}_3$ ; б) $\text{CuCl}_2$ ; в) $\text{Cl}_2\text{O}_3$ ; г) $\text{HNO}_3$ .



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хвалюк, В. Н.* Сборник задач по химии (10 кл.) : учеб. пособие для учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования, с бел. и рус. яз. обучения с 11-летним сроком обучения / В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин. Минск : Адукацыя і выхаванне. 2003. 160 с.
2. *Резяпкин, В. И.* 750 задач по химии с примерами решений для старшеклассников и абитуриентов / В. И. Резяпкин. Минск : «Юнипресс». 2004. 278 с.
3. *Резяпкин, В. И.* Интенсивный курс подготовок к экзамену и тестированию по химии / В. И. Резяпкин. Минск : ТетраСистемс. 2004. 250 с.
4. *Хомченко, Г. П.* Сборник задач по химии для поступающих в вузы / Г. П. Хомченко, И. Г. Хомченко. 4-е изд. Москва : «Издательство Новая волна», «Издательский Дом ОНИКС». 1999. 304 с.
5. *Врублевский, А. И.* Сборник конкурсных задач и упражнений по общей и неорганической химии / А. И. Врублевский. Минск : «Красино-Принт». 2002. 116 с.
6. *Врублевский, А. И.* 1000 задач по химии с цепочками превращений и контрольными тестами для школьников и абитуриентов / А. И. Врублевский. Минск «Юнипресс», 2003. 400 с.
7. *Врублевский, А. И.* Задачи по химии с примерами решений для школьников и абитуриентов / А. И. Врублевский. Минск : «Юнипресс». 2002. 400 с.
8. *Кузьменко, Н. Е.* 2000 задач и упражнений по химии. Для школьников и абитуриентов / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин. Москва : 1 Федеративная Книготорговая компания, 1998. 512 с.
9. *Кузьменко, Н. Е.* Начала химии : современный курс для поступающих в ВУЗы / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин, В. А. Попков. Москва : Экзамен. 2000. 720 с.
10. *Кузьменко, Н. Е.* Химия. Тесты для школьников и поступающих в вузы / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин. Москва : ОНИКС 21 век, Мир и образование. 2004. 316 с.
11. *Пузаков, С. А.* Пособие по химии для поступающих в вузы. Программы. Вопросы, упражнения, задачи. Образцы экзаменационных билетов : учеб. пособие. / С. А. Пузаков, В. А. Попков. 2-е изд., перер. и доп. Москва : Высш. шк. 2001. 575 с.
12. *Сборник упражнений и усложненных задач с решениями по химии* / Т. П. Адамович [и др.]. Минск : Высшая школа, 1979. 251 с.
13. *Лидин, Р. А.* Дидактические материалы. Химия. 10–11 классы / Р. А. Лидин, Е. Е. Якимова, Н. А. Вотинава. Москва : Издательский дом «Дрофа». 1999. 157 с.
14. *Сорокин, В. В.* Тесты по химии / В. В. Сорокин, Э. Г. Злотников. Москва : Просвещение, Учебная литература. 1997. 223 с.
15. *Егоров, А. С.* Типовые задания для подготовки к экзамену по химии / А. С. Егоров, Г. Х. Аминова. Ростов-на-Дону : Феникс. 2005. 442 с.
16. *Артемов, А. В.* Тесты по химии. Общая и неорганическая химия / А. В. Артемов. Москва : Айрис пресс. 2005. 248 с.
17. *Стрельцов, Е. А.* Тесты по химии для поступающих в высшие учебные заведения / Е. А. Стрельцов. Минск : Красико-Принт. 2004. 142 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>От составителей</b> .....	3
<b>Тема 1. Основные законы и понятия химии</b> .....	4
<b>Тема 2. Строение вещества</b> .....	25
Строение атома.....	25
Периодический закон.....	35
Химическая связь .....	40
<b>Тема 3. Основные классы неорганических соединений</b> .....	47
<b>Тема 4. Растворы</b> .....	77
<b>Тема 5. Химические реакции.</b> .....	113
Окислительно-восстановительные процессы .....	113
Химическая кинетика. Термохимия .....	127
Список использованной литературы .....	152

Учебное издание

**Атрахимович** Галина Эдуардовна  
**Ачинович** Ольга Владимировна  
**Барченко** Светлана Викторовна и др.

# **ОБЩАЯ ХИМИЯ**

## **УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Учебно-методическое пособие

*15-е издание*

Ответственный за выпуск В. В. Хрусталёв  
Редактор А. И. Кизик  
Компьютерный набор О. И. Смирновой  
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 21.04.21. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 9,07. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 128 экз. Заказ 186.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.