

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Учебно-методическое пособие

*4-е издание*



Минск БГМУ 2011

УДК 54 (075.8)  
ББК 24 я73  
О-28

Рекомендовано Научно-методическим советом университета  
в качестве учебно-методического пособия 25.05.2011 г., протокол № 9

Авторы: ст. преп. Г. Э. Атрахимович (Неметаллы. Разд. 1, 2, 3, 5); С. Р. Казюлевич (Неметаллы. Разд. 3); ассист. С. В. Барченко (Металлы. Разд. 1, 2, 3); ассист. О. П. Болбас (Неметаллы. Разд. 4); ассист. А. Р. Козел (Неметаллы. Разд. 2)

Рецензенты: доц. О. Н. Ринейская, доц. В. В. Пинчук

**Неорганическая химия: учебно-тренировочные материалы : учеб.-метод. О-28 пособие / Г. Э. Атрахимович [и др.]** – 4-е изд. Минск : БГМУ, 2011. – 135 с.

ISBN 978-985-462-423-0.

Издание включает в себя обучающий и контролирующий материал по каждой из шести тем общей химии, который представляет все типы упражнений и задач, предлагаемых в ходе централизованного тестирования. Помимо теоретических и расчетных заданий, представлено более 360 типовых задач, 480 тестовых заданий для самоконтроля и более 250 цепочек химических превращений. Первое издание вышло в 2008 году.

Предназначено для слушателей подготовительного отделения и преподавателей химии.

**УДК 54 (075.8)**  
**ББК 24 я 73**

**ISBN 978-985-462-423-0**

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2011

## 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 неорганической химии:

- водород;
- галогены;
- халькогены;
- элементы подгруппы азота;
- элементы подгруппы углерода;
- металлы.

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 360 типовых задач различного уровня сложности по соответствующим разделам и более 480 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. Пансевич за ценные критические замечания по содержанию издания.

## Неметаллы

*После изучения раздела учащиеся должны знать характеристику неметаллов и их соединений.*

- **ДЛЯ НЕМЕТАЛЛОВ:**
  - положение неметалла в ПСЭ;
  - строение атома неметалла, электронное строение в основном и возбужденном состояниях, возможные валентные состояния и степени окисления;
  - особенности строения простого вещества при обычных условиях (молекулярное или немолькулярное, типы и кратность химических связей, существование аллотропных модификаций, их физические свойства, распространенность);
  - окислительно-восстановительные свойства простого вещества на примере взаимодействия его с металлами, неметаллами и сложными веществами;
  - химические реакции, лежащие в основе лабораторных и промышленных способов получения, наличие (отсутствие) простого вещества в естественной природе, участие его в круговороте веществ;
  - характер оксидов и гидроксидов неметалла;
  - области применения простого вещества (или различных аллотропных модификаций).
- **ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ НЕМЕТАЛЛОВ:**
  - формула соединения (эмпирическая, структурно-графическая, электронная);
  - пространственное строение (для веществ молекулярного строения);
  - валентности и степени окисления атомов в соединении;
  - общая оценка окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств;
  - химические свойства (в объеме, определенном программой);
  - химические реакции, лежащие в основе лабораторных и промышленных способов получения;
  - области применения.

*После изучения раздела учащиеся должны уметь:*

- сравнивать химические свойства различных неметаллов и их соединений;
- прогнозировать окислительно-восстановительные свойства неметаллов и их соединений;

- определять кислотно-основные свойства некоторых соединений неметаллов, исходя из их структурных особенностей;
- составлять формулы оксидов неметаллов и соответствующих им гидроксидов, а также формулы водородных соединений неметаллов;
- составлять уравнения реакций, с помощью которых можно осуществлять химические превращения веществ на основе изученных свойств неметаллов и их соединений;
- определять типы изученных реакций;
- записывать ионные уравнения для реакций ионного обмена, протекающих в водных растворах;
- составлять схемы электронного баланса для каждой из окислительно-восстановительных реакций;
- решать расчетные задачи, основанные на изученных свойствах неметаллов.

***После изучения раздела учащиеся должны запомнить:***

- элементы, которые относятся к группам халькогенов, галогенов, инертных газов;
- простые вещества-неметаллы, существующие в виде двухатомных молекул;
- агрегатное состояние простых веществ-неметаллов при обычных условиях;
- аллотропные модификации углерода, кислорода, фосфора, серы;
- состав «водяного газа», «гремучего газа», стекла, цемента;
- продукты восстановления азотной и концентрированной серной кислот металлами и неметаллами;
- продукты разложения нитратов различных металлов и аммония;
- качественные реакции на катионы и анионы, образуемые неметаллами;
- исторические названия некоторых соединений неметаллов;
- формулы и названия важнейших азотных и фосфорных удобрений.

## **Раздел 1. Водород**

***Основной объем учебного материала:***

Особенности положения в периодической системе. Электронное строение атома. Простое вещество и соединения водорода в природе. Химические свойства. Получение и применение водорода. Вода: строение, физические и химические свойства. Роль воды в природе. Химические

особенности пероксида водорода: строение молекулы, химические связи в молекуле, окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства. Пероксиды.

## I. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### ТЕСТ 1

**1. Выберите утверждения справедливые как для водорода, так и для галогенов:**

- а) молекулы простых веществ состоят из двух атомов;
- б) могут проявлять в соединениях степень окисления -1;
- в) в соединениях со щелочными металлами характерна ионная химическая связь;
- г) неспаренный электрон находится на p-орбитали.

**2. Выберите утверждения справедливые как для водорода, так и для щелочных металлов:**

- а) до завершения внешнего энергетического уровня не хватает одного электрона;
- б) проявляют в соединениях только положительную степень окисления;
- в) при взаимодействии с хлором образуют хлориды;
- г) проявляют восстановительные свойства;
- д) неспаренный электрон находится на s-орбитали.

**3. Выберите утверждения, в которых идет речь именно о простом веществе водород:**

- а) существует в виде различных изотопов;
- б) имеет температуру кипения  $-252,72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- в) малорастворим в воде;
- г) может быть получен при электролизе воды.

**4. Выберите утверждения, в которых идет речь именно о химическом элементе водород:**

- а) содержание в земной коре составляет 1 % (по массе);
- б) среди всех его нуклидов наиболее распространен протий;
- в) с кислородом в объемном соотношении 2:1 образует гремучую смесь;
- г) входит в состав как органических, так и неорганических соединений.

**5. Наибольшую массу имеет:**

- а) атом протия;      б) атом трития;
- в) атом дейтерия;    г) молекула протия.

6. Выберите пару частиц, имеющих одинаковый заряд и массу:  
 а) протон и нейтрон; б) электрон и протон;  
 в) атом водорода и протон; г) ион водорода  $H^+$  и протон.
7. Одинаковый заряд, но разную массу имеют:  
 а) протон и электрон; б) протон и нейтрон;  
 в) атом водорода и протон; г) анион водорода и электрон.
8. Практически одинаковую массу, но разный заряд имеют:  
 а) атом протия и протон; б) протон и нейтрон;  
 в) электрон и протон; г) атом протия и нейтрон.
9. Гидрид-ион и атом водорода не отличаются:  
 а) числом протонов; б) размерами; в) числом электронов;  
 г) окислительно-восстановительными свойствами.
10. Катион водорода и гидрид-ион отличаются:  
 а) размерами; б) числом протонов;  
 в) числом электронов; г) способностью присоединять электрон.
11. Дейтерий — это нуклид водорода, атом которого:  
 а) имеет электронную конфигурацию  $1s^2$ ;  
 б) содержит в ядре один нейтрон;  
 в) в два раза тяжелее атома протия;  
 г) содержит в ядре два протона.
12. Для катиона лития и аниона водорода справедливы утверждения:  
 а) радиус катиона лития больше радиуса гидрид иона;  
 б) радиус катиона лития меньше радиуса гидрид иона;  
 в) радиусы этих частиц одинаковы;  
 г) масса катиона лития больше массы гидрид-иона.
13. Найдите относительную атомную массу водорода, если атомная доля протия составляет 99,985 %, а дейтерия — 0,015 % (ответ дать с точностью до десятичных):  
 а) 1,0000; б) 1,0001; в) 1,0002; г) 1,5000.
14. Если бы в природной смеси нуклиды протий, дейтерий и тритий присутствовали в равных химических количествах, то относительная атомная масса элемента водорода равнялась бы:  
 а) 1,5; б) 1,8; в) 2,0; г) 2,5.

## ТЕСТ 2

1. Плотность ( $г/дм^3$ , н. у.) молекулярного водорода равна:  
 а) 0,089; б) 0,045; в) 0,179; г) 0,134.
2. Химическое количество и число молекул в молекулярном водороде массой 20 г равно, соответственно:  
 а) 10 и  $6,02 \cdot 10^{24}$ ; б) 20 и  $6,02 \cdot 10^{23}$ ;  
 в) 2 и  $6,02 \cdot 10^{21}$ ; г) 20 и  $6,02 \cdot 10^{24}$ .

3. Укажите численное значение массы воды (г), содержащей 1 г водорода:

- а) 9; б) 18; в) 36; г) 72.

4. Укажите вещества, в одинаковой массе которых содержится одинаковое химическое количество атомов водорода:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ;  
г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; д)  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ; е)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

5. Выберите верные утверждения относительно химической связи в молекуле  $\text{H}_2$ :

- а) ковалентная неполярная; б)  $\pi$ -типа;  
в) образуется за счет перекрывания s-орбиталей; г) водородная связь.

6. Укажите формулы гидридов:

- а)  $\text{CaH}_2$ ; б)  $\text{HF}$ ; в)  $\text{SiH}_4$ ; г)  $\text{H}_2\text{O}$ .

7. Укажите пару соединений, в которых степень окисления водорода равна соответственно +1 и -1:

- а)  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{NaH}$ ; б)  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{HF}$ ; в)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KH}$ ; г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_3$

8. Выберите ряды соединений, в каждом из которых степень окисления водорода равна -1:

- а)  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{NaNH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; б)  $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{KH}$ ,  $\text{SiH}_4$ ;  
в)  $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CaH}_2$ ; г)  $\text{LiH}$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{NaBH}_4$ .

9. Молекулярный водород реагирует с каждым веществом в рядах:

- а)  $\text{C}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{CH}_4$ ; б)  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  
в)  $\text{CuO}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}$ ; г)  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Ca}$ .

10. Отметьте схемы реакций, в которых водород проявляет восстановительные свойства:

- а)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; б)  $\text{Na} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; в)  $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{t^0}$ ;  
г)  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0, P, kat}$ ; д)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0, kat}$ ; е)  $\text{O}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ .

11. Укажите схемы реакций, в которых водород проявляет себя как окислитель:

- а)  $\text{C} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; б)  $\text{Li} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; в)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ;  
г)  $\text{Ca} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; д)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0}$ ; е)  $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0, kat}$ .

12. Выберите ряд, в котором каждое соединение способно проявлять восстановительные свойства за счет атомов водорода:

- а)  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{NaH}$ ;  
в)  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{NaH}$ ; г)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaNH}_2$ .

13. Молекулярный водород является реагентом при промышленном получении:

- а) вольфрама из его оксида; б) алюминия из его оксида;  
в) хлороводорода; г) аммиака;

14. Водород выделяется, когда с водой реагируют:



а) Na; б) NaHS; в) SO<sub>2</sub>; г) Fe; д) LiH.

**15. Водород можно получить окислением:**

а) H<sub>2</sub>O; б) NaH; в) HCl; г) CH<sub>3</sub>COOH.

**16. Укажите реакции, при протекании которых возможно образование водорода:**

а)  $\text{KH} \xrightarrow{t^0}$ ; б)  $\text{CH}_4 \xrightarrow{t^0}$ ; в)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ ;  
г)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{kat}}$ ; д)  $\text{Zn} + \text{NaOH}(\text{p-p}) \rightarrow$ ; ж)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$ .

**17. В качестве сырья для получения водорода в промышленности используют:**

а) H<sub>2</sub>S; б) HCl; в) NH<sub>3</sub>; г) H<sub>2</sub>O; д) природный газ.

**18. Отметьте схемы реакций, которые используются при промышленном получении водорода:**

а)  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; б)  $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 \rightarrow$ ; в)  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; г)  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
д)  $\text{Al} + \text{NaOH} \rightarrow$ ; е)  $\text{CH}_4 \xrightarrow{t^0}$ ; ж)  $\text{NH}_3 \xrightarrow{t^0}$ ; з)  $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^0}$ .

**19. В лаборатории водород получают при химическом взаимодействии веществ:**

а)  $\text{LiAlH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; б)  $\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; в)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
г)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; д)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t}$ ; е)  $\text{Ba} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \rightarrow$ ;  
ж)  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ .

### ТЕСТ 3

**1. Не могут существовать порции воды массой:**

а) 558 а.е.м.; б) 1 г; в) 549 а.е.м.; г) 9 а.е.м. д)  $1,992 \cdot 10^{-23}$  г.

**2. Химическое количество вещества (моль) соответствующее воде объемом 22,4 л при 4 °С и давлении 1 атм, равно:**

а) 1; б) 0,986; в) 1,24; г) 1244,4.

**3. Наиболее чистой является вода:**

а) водопроводная; б) дистиллированная;  
в) дождевая; г) родниковая.

**4. Выберите правильные утверждения относительно строения молекулы воды:**

а) молекула линейная и полярная;  
б) ядра всех атомов лежат в одной плоскости;  
в) общее число протонов в молекуле равно общему числу электронов;  
г) ядра всех атомов не лежат на одной прямой;  
д) в образовании химических связей участвует 4 электрона;  
е) в молекуле есть 2 несвязывающие (неподеленные) электронные пары.

**5. Величина валентного угла в молекуле воды равная 104,5°, обусловлена:**

а) размерами атомов водорода и кислорода и расстоянием между ними;

- б) наличием водородной связи между молекулами воды;  
 в) взаимным отталкиванием неподеленных электронных пар;  
 г) типом химических связей в молекуле воды.
- 6. Благодаря образованию водородных связей между молекулами, вода имеет:**
- а) угловое строение молекул;  
 б) высокую электрическую проводимость;  
 в) относительно высокую температуру кипения;  
 г) способность проявлять окислительные свойства.
- 7. Выберите вещества, молекулы которых образуют водородные связи с молекулами воды:**
- а) этан;                      б) сахароза;                      в) бензол;  
 г) циклогексан;            д) фтороводород.
- 8. Укажите последовательность формул воды, расположенных в порядке увеличения температуры ее кипения:**
- а)  $D_2O$ ;  $HDO$ ;  $DTO$ ;  $H_2O$ ;            б)  $DTO$ ;  $H_2O$ ;  $HDO$ ;  $D_2O$ ;  
 в)  $H_2O$ ;  $HDO$ ;  $D_2O$ ;  $DTO$ ;            г)  $HDO$ ;  $H_2O$ ;  $D_2O$ ;  $DTO$ .
- 9. При образовании иона гидроксония молекула воды является:**
- а) донором катиона водорода;    б) акцептором катиона водорода;  
 в) донором электронной пары;    г) акцептором электронной пары;  
 д) окислителем;                      е) восстановителем.
- 10. Укажите формулы оксидов, взаимодействующих с водой при температуре 25 °С:**
- а) азот (II)-оксид;            б) кальций оксид;            в) кремний (IV)-оксид;  
 г) углерод (II)-оксид;    д) фосфор(V)-оксид;    е) медь(II)-оксид;  
 ж) сера(IV)-оксид.
- 11. Укажите вещества, которые реагируют с водой при определенных условиях:**
- а) кокс;            б) оксид алюминия;            в) гидрид натрия;  
 г) метан;            д) серебро;            е) натрий силикат.
- 12. Как при обычных условиях, так и при нагревании с водой не реагирует металл:**
- а) железо;    б) магний;            в) серебро;            г) никель.
- 13. Только при нагревании с водой взаимодействуют:**
- а) Ca;    б) Fe;            в) Sn;            г) Na;            д) Mg.
- 14. Укажите металлы, которые реагируя с водой, образуют оксид металла и водород:**
- а) Na;    б) Co;            в) Fe;            г) Cu;            д) Hg.
- 15. Выберите вещества, которые реагируя с водой образуют щелочи:**
- а) Ni;    б) Li;    в) Al;    г) Mg;    д) Sr;    е)  $Li_3N$ ;    ж)  $Na_3P$ .
- 16. Выберите ионы, химически реагирующие с водой:**
- а)  $Cu^{2+}$ ;    б)  $SO_4^{2-}$ ;    в)  $SO_3^{2-}$ ;    г)  $Li^+$ ;

д)  $Zn^{2+}$ ;      е)  $CO_3^{2-}$ ;      ж)  $NH_4^+$ ;      з)  $NO_3^-$ .

**17. Укажите окислительно-восстановительные процессы:**

- а) образование иона гидроксония в водных растворах кислот;
- б) гидролиз алюминий сульфида;
- в) взаимодействие с водой натрий силицида;
- г) растворение в воде азот (IV)-оксида;
- д) гидролиз кальций карбида.

**18. Укажите вещества, реагируя с которыми вода проявляет свойства окислителя:**

- а) фтор;                      б) калий гидрид;                      в) кальций силицид;
- г) натрий сульфид; д) барий оксид;                      е) калий;
- ж) хлор;                      з) барий нитрид.

**19. Свойства восстановителя вода может проявлять, реагируя:**

- а) с йодом;                      б) кобальтом;                      в) фтором;
- г) натрий нитридом;                      д) с фосфором.

**20. Укажите вещества, при взаимодействии которых с водой при 20 °C образуются газы:**

- а) кальций карбид;      б) литий нитрид;                      в) алюминий карбонат;
- г) железо;                      д) кальций;                      е) кальций гидрид.

**II. Запишите уравнения реакций, при помощи которых могут быть осуществлены следующие превращения:**

1.  $H_2 \rightarrow HCl \rightarrow H_2 \rightarrow H_2O \rightarrow H_2$ .
2.  $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4Cl \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow H_2$ .
3.  $X \xrightarrow{NaOH (раствор)} Y \xrightarrow{FeO} Z \xrightarrow{HCl} Y$ .
4.  $K \rightarrow KH \rightarrow H_2 \rightarrow H_2S \rightarrow H_2$ .
5.  $CH_4 \rightarrow H_2 \rightarrow H_2O \rightarrow O_2 \rightarrow CO \rightarrow H_2$ .
6.  $KOH \rightarrow H_2 \rightarrow KH \rightarrow H_2 \rightarrow HCl \rightarrow H_2$

**III. Решите следующие задачи:**

1. Определите относительную плотность по воздуху газовой смеси, состоящей из водорода, азота и аммиака, массовые доли которых соответственно равны 5, 50 и 45 %.
2. В смеси азота и водорода их объемы относятся как 1:3. При пропускании этой смеси над катализатором прореагировало 40 % смеси. Найдите объемные доли компонентов в конечной смеси.
3. После взрыва 1 дм<sup>3</sup> смеси водорода и кислорода осталось 400 см<sup>3</sup> (н. у.) водорода. Найдите массовую долю водорода (%) в исходной смеси.
4. После сжигания смеси водорода с избытком кислорода и конденсации воды объем газообразных продуктов оказался вдвое меньшим, чем объем исходной смеси. Каков состав исходной смеси в объемных процентах?

5. Газовую смесь объёмом  $20 \text{ дм}^3$  (н. у.), содержащую 15 % водорода по объёму и угарный газ, сожгли в необходимом количестве кислорода. Чему равна при 400 К и 101,3 кПа плотность газообразной смеси, полученной в результате сжигания? Какой объём (н. у.) воздуха, содержащего 21 % кислорода по объёму, требуется для полного сжигания исходной смеси объёмом  $20 \text{ дм}^3$ ?
6. Водород сожгли в избытке кислорода. Объём газовой смеси, приведенной к нормальным условиям, уменьшился на  $240 \text{ см}^3$ . Определите исходный объём водорода.
7. Избыток водорода, полученного при разложении гидрида натрия  $\text{NaNH}_2$  водой, пропустили над раскаленным минералом теноритом  $\text{CuO}$  массой 40 г, при этом собрали  $6,07 \text{ см}^3$  жидкой воды. Рассчитайте степень чистоты (в %) минерала. Примеси с водородом не реагируют.
8. В контактный аппарат для получения водорода пропустили  $100 \text{ дм}^3$  угарного газа и  $600 \text{ дм}^3$  водяного пара (н. у.). Определите состав образующейся равновесной смеси, если при пропускании  $14 \text{ дм}^3$  ее через раствор щелочи образовалось 4,24 г карбоната и 3,36 г гидрокарбоната натрия.
9. Какой минимальный объём ( $\text{см}^3$ ) водного раствора серной кислоты (плотность  $1,14 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей 19,6 % нужно взять для реакции с магнием, чтобы получить водород, которым можно было бы восстановить 2,32 г  $\text{WO}_3$  до вольфрама?
10. Водород, полученный в результате термического разложения гидрида кальция массой 2,1 г, пропустили над раскаленным оксидом меди (II) массой 8 г. Определите массовую долю (в %) меди в твёрдом остатке.
11. Какой объём водорода (н. у.,  $\text{дм}^3$ ) выделится при взаимодействии гидрида кальция с водой, если для нейтрализации полученного при этом раствора потребовалось  $43,67 \text{ см}^3$  раствора  $\text{HCl}$  с массовой долей 29,2 % и плотностью  $1,145 \text{ г/см}^3$ .
12. Рассчитайте, сколько литров стехиометрической смеси водорода с кислородом было использовано при получении воды, если при этом выделилось 190,4 кДж теплоты (теплота образования жидкой воды равна 285,5 кДж/моль).

**Ответы:** 1. 0,497. 2. 56,25 %; 18,75 %; 25 %. 3. 19,9 %. 4. 33,3 %; 66,7 %. 5.  $1,22 \text{ г/дм}^3$ ;  $47,6 \text{ дм}^3$ . 6.  $160 \text{ см}^3$ . 7. 67,4 %. 8. 12,8 %; 12,8 %; 1,49 %; 72,9 %. 9.  $13,2 \text{ см}^3$ . 10. 44 %. 11.  $8,96 \text{ дм}^3$ . 12. 22,4 л.

## Раздел 2. Галогены

### *Основной объем учебного материала:*

Положение галогенов в периодической системе элементов и особенности электронного строения их атомов. Закономерности изменения

свойств атомов галогенов по группе: заряд ядра, радиус атома, электроотрицательность. Распространенность галогенов в природе.

Простые вещества галогены: состав молекул и физические свойства. Химические свойства галогенов: взаимодействие с металлами, водородом, способность вытеснять друг друга из растворов солей. Особенности химии фтора.

Галогеноводороды и их соли. Качественные реакции на галогенид-ионы. Хлороводород, соляная кислота. Химические свойства соляной кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, основными оксидами, основаниями, солями. Применение соляной кислоты и хлоридов.

Взаимодействие хлора с водой и со щелочами. Кислородсодержащие кислоты хлора: состав молекул, графические формулы, кислотные и окислительные свойства. Хлораты. Биологическое значение и применение галогенов и их соединений.

## I. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### ТЕСТ 1

**1. Установите соответствие между названиями минералов и формулами, описывающими их состав:**

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1) каменная соль | а) $\text{CaI}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                   |
| 2) карналлит     | б) $\text{Na}_3\text{AlF}_6$                                  |
| 3) сильвинит     | в) $\text{NaCl} \cdot \text{KBr}$                             |
| 4) флюорит       | г) $\text{NaF} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                     |
| 5) криолит       | д) $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |
|                  | е) $\text{NaCl}$  |
|                  | ж) $\text{CaF}_2$   |
|                  | з) $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$                             |

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

**2. Выберите правильные утверждения:**

а) фтор, хлор и бром существуют в природе только в виде соединений, а йод и астат существуют и в свободном виде как скопления кристаллов на поверхности некоторых горных пород;

б) все галогены существуют в природе только в виде соединений;

в) бром и йод своих минералов не образуют;

г) все галогены в виде солей входят в состав морской воды.

**3. Установите соответствие между названиями галогенов и описанием их простых веществ при 25 °С и нормальном давлении:**

- |         |  |
|---------|--|
| 1) йод  | а) бурый газ                           |
| 2) хлор | б) бледно-желтый газ                   |
| 3) фтор | в) желто-зеленый газ                   |
| 4) бром | г) ярко-красные кристаллы              |
|         | д) черно-фиолетовые кристаллы          |
|         | е) буровато-коричневая жидкость        |
|         | ж) тяжелая жидкость зеленоватого цвета |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

**4. Выберите правильные утверждения. Среди галогенов:**

- а) йод имеет самую высокую температуру кипения;
- б) фтор имеет самую высокую температуру плавления;
- в) все галогены в твердом состоянии имеют кристаллическую решетку молекулярного типа;
- г) только йод и астат при обычных условиях — твердые вещества.

**5. Укажите выражения, в которых идет речь о галогенах — простых веществах:**

- а) галогены имеют характерный резкий запах и являются весьма токсичными;
- б) без фтора невозможно нормальное развитие костного скелета человека;
- в) недостаток йода в воде и пище снижает выработку гормона щитовидной железы;
- г) галогены хорошо растворяются в органических растворителях, хуже — в воде.

**6. Установите, какой газообразный галоген при давлении 96 кПа и температуре 20 °С имеет плотность равную 1,498 г/дм<sup>3</sup>:**

- а) фтор;      б) хлор;      в) бром;      г) йод.

**7. Химические связи в молекулах галогенов:**

- а) ковалентные полярные;      б) одинарные,  $\sigma$ -типа;
- в) кратные;      г) образованы перекрыванием р-орбиталей атомов.

**8. Укажите верные утверждения:**

- а) все галогены обладают внешней электронной конфигурацией  $ns^2np^5$ ;
- б) для всех галогенов характерная степень окисления  $-1$ ;
- в) все галогены в соединениях с кислородом проявляют положительные степени окисления;
- г) в своем периоде каждый из галогенов является наиболее электроотрицательным элементом.

9. В ряду  $F_2 \rightarrow Cl_2 \rightarrow Br_2 \rightarrow I_2$ :

- а) уменьшается энергия связи между атомами;
- б) уменьшается длина связи в молекулах;
- в) усиливаются окислительные свойства простых веществ;
- г) уменьшается реакционная способность простых веществ.

10. Укажите правильное утверждение:

- а) атомы галогенов имеют одинаковое число валентных электронов;
- б) атомы всех галогенов имеют равное число валентных орбиталей;
- в) максимальная валентность атомов любого из галогенов может быть равна 7;
- г) для атомов галогенов валентными являются только р-электроны.

11. Хлор в отличие от йода:

- а) может в химических реакциях проявлять только окислительные свойства;
- б) имеет более высокую электроотрицательность;
- в) может проявлять в соединениях степень окисления равную  $-1$ ;
- г) имеет двухатомные молекулы.

12. Максимальная валентность атома фтора равна:

- а) I;    б) III;    в) IV;    г) VII.

13. Аниону хлора соответствует схема распределения электронов по слоям:

- а) 2, 8, 8;    б) 2, 8, 18, 8;    в) 2, 8, 7;    г) 2, 8.

14. Разница в суммах элементарных частиц для  $^{79}Br$  и  $^{81}Br^-$  составляет:

- а) 0;    б) 1;    в) 2;    г) 3.

15. Атом фтора может образовывать с атомами других элементов химические связи:

- а) ковалентные полярные;    б) ковалентные неполярные;
- в) ионные;    г) водородные.

16. Укажите электронные схемы, которые могут соответствовать атомам галогенов:

- а)  $1s^2 2s^2 2p^5$ ;    б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^2$ ;
- в)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^1$ ;    г)  $[Ar] 4s^2 3d^{10} 4s^1 4p^3 4d^2$ .

17. Укажите электронную конфигурацию атома хлора при максимальном возбуждении валентных электронов:

- а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ;    б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^3$ ;
- в)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^2$ ;    г)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^1$ .

18. Выберите соединения, в состав которых входит хлор в степени окисления  $-1$ :

- а) карналлит;    б) бертолетова соль;    в) сильвинит;    г) нашатырь.

19. Фтор, реагируя с водой, образует:

- а) соляную кислоту;    б) плавиковую кислоту;
- в) атомарный кислород;    г) атомарный водород.

**20. С водой практически не взаимодействует:**

- а) хлор; б) бром; в) йод; г) фтор.

**21. При растворении хлора в холодной воде образуются:**

- а)  $\text{HClO}_3$  и  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{HCl}$  и  $\text{O}_2$ ; в)  $\text{HClO}$  и  $\text{HCl}$ ; г)  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2$ .

**22. При пропускании хлора через горячий водный раствор калий гидроксида получают продукты:**

- а)  $\text{KClO}_3$  и  $\text{KCl}$ ; б)  $\text{KClO}_3$  и  $\text{H}_2$ ; в)  $\text{KCl}$  и  $\text{KClO}$ ; г)  $\text{KCl}$  и  $\text{O}_2$ .

**23. Раствор, полученный растворением хлора в холодной воде, содержит частицы:**

- а)  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;

**24. При растворении смеси хлора и брома в горячем растворе калий гидроксида получают:**

- а)  $\text{KClO}$  и  $\text{KBr}$ ; б)  $\text{KClO}_3$  и  $\text{KBr}$ ;  
в)  $\text{KBrO}$  и  $\text{KCl}$ ; г)  $\text{KBrO}_3$  и  $\text{KCl}$ .

**25. Укажите схемы реакций, протекание которых в водном растворе невозможно:**

- а)  $\text{KBr} + \text{I}_2 \rightarrow$ ; б)  $\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ ; в)  $\text{KCl} + \text{I}_2 \rightarrow$ ; г)  $\text{KCl} + \text{Br}_2 \rightarrow$ .

**26. Укажите соответствие между реагентами и внешними эффектами их взаимодействий в водном растворе:**

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1) $\text{AgNO}_3 + \text{Cl}_2$ | а) выделение газа;                  |
| 2) $\text{AgNO}_3 + \text{KCl}$  | б) выпадение бурого осадка;         |
| 3) $\text{AgNO}_3 + \text{KBr}$  | в) появление зеленой окраски;       |
| 4) $\text{AgNO}_3 + \text{NaI}$  | г) выпадение белого осадка;         |
|                                  | д) выпадение светло-желтого осадка; |
|                                  | е) выпадение желтого осадка.        |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

**27. Укажите соответствие между реагентами и продуктами их взаимодействий в водном растворе:**

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1) хлор и холодная вода                     | а) $\text{KClO}_3$ и $\text{KCl}$ ; |
| 2) хлор и горячая вода                      | б) $\text{KClO}_3$ и $\text{H}_2$ ; |
| 3) хлор и холодный раствор калий гидроксида | в) $\text{HCl}$ и $\text{H}_2$ ;    |
| 4) хлор и горячий раствор калий гидроксида  | г) $\text{HCl}$ и $\text{O}_2$ ;    |
|   | д) $\text{KCl}$ и $\text{KClO}$ ;   |
|   | е) $\text{HClO}$ и $\text{HCl}$ ;   |
|   | ж) $\text{KCl}$ и $\text{O}_2$ .    |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |



**28. Оба вещества — водород и хлор — взаимодействуют:**

а) с водой; б) кальцием; в) аммиаком; г) с натрий гидроксидом.

**29. Хлор, в отличие от водорода, реагирует:**

а) с водными растворами щелочей; б) активными металлами;  
в) растворами бромидов металлов; г) с кислородом.

**30. И хлор, и бром реагируют:**

а) с водородом; б) растворами йодидов металлов;  
в) растворами фторидов металлов; г) с водой.

**31. Атомы хлора проявляют свойства и окислителя, и восстановителя при взаимодействиях:**

а)  $\text{Cl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$ ; б)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{25^\circ\text{C}}$ ;  
в)  $\text{Cl}_2 + \text{NaBr} \rightarrow$ ; г)  $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ .

**32. Хлор в лаборатории получают взаимодействием:**

а) натрий хлорида с концентрированной серной кислотой;  
б) бертолетовой соли с концентрированной азотной кислотой;  
в) концентрированной соляной кислоты с калий перманганатом;  
г) перхлората калия с фосфор (V)-оксидом.

**33. Хлор можно получить окислением:**

а) натрий хлорида; б) калий хлората;  
в) хлороводорода; г) флюорита.

**34. При электролизе водного раствора калий хлорида получают одновременно:**

а)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{KOH}$ ; б)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{KOH}$ ;  
в)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}$ ; г)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ .

**35. При взаимодействии 1 л хлора (н. у.) с йодоводородом в соответствии с уравнением реакции  $\text{Cl}_2 + 2\text{HI} = \text{I}_2 + 2\text{HCl} + Q$  выделяется 10,47 кДж теплоты. Тепловой эффект реакции ( $\Delta H$ , кДж) равен:**

а) 234,5; б) 117,3; в) -117,3; г) -234,5.

## ТЕСТ 2

**1. Выберите правильные утверждения. В ряду галогеноводородов  $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ :**

а) восстановительные свойства ослабевают;  
б) кислотные свойства усиливаются;  
в) увеличивается длина связи водород — галоген;  
г) растет энергия связи водород — галоген;  
д) увеличивается способность к образованию межмолекулярных связей;  
е) только фтороводород является жидкостью при н. у.

**2. Выберите правильные утверждения. Кислоты  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  имеют одинаковые характеристики:**

а) основность;

- б) степень окисления элемента, образовавшего кислоту;
- в) степень диссоциации в водном растворе;
- г) отсутствие окраски водных растворов.

**3. Выберите правильные утверждения, характеризующие процесс растворения в воде хлороводорода:**

- а) при растворении изменяется агрегатное состояние вещества;
- б) происходит гетеролитический разрыв связей в молекулах;
- в) образуются ионы гидроксония;
- г) рН воды ниже, чем рН образовавшегося раствора;

**4. Соляная кислота взаимодействует с каждым веществом в рядах:**

- а) натрий карбонат, кальций гидрокарбонат, цинк, алюминий оксид;
- б) бертолетова соль, медь(II)-оксид, свинец(IV)-оксид, конц. азотная кислота;
- в) калий гидросульфит, калий бромид, конц. серная кислота, кальций нитрат;
- г) марганец(II)-оксид; кальций карбонат, натрий силикат, аммиак;
- д) малахит, доломит, бертолетова соль, флюорит.

**5. Хлороводород проявляет кислотные свойства, взаимодействуя:**

- а) с известковой водой;    б) хлоратом калия;    в) пищевой содой;
- г) мелом;    д) с аммиаком.

**6. Хлороводород проявляет восстановительные свойства, взаимодействуя:**

- а) с марганец(II)-оксидом;    б) олово (IV)-оксидом;
- в) мелом;    г) с кислородом.

**7. Хлороводород проявляет окислительные свойства, взаимодействуя:**

- а) с  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;    б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;    в)  $\text{FeO}$ ;    г)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;    д) с Fe.

**8. Укажите, какие взаимодействия могут привести к выделению свободного хлора:**

- а)  $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow$ ;    б)  $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$ ;    в)  $\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow$ ;
- г)  $\text{HCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow$ ;    д)  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$ ;    е)  $\text{HCl} + \text{Br}_2 \rightarrow$ .

**9. Выберите схемы окислительно-восстановительных реакций, в которых хлороводород является как восстановителем, так и солеобразователем:**

- а)  $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ ;
- в)  $\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ;
- г)  $\text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NOCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- д)  $\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- е)  $\text{HCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

10. Количество теплоты (кДж), которое выделяется при взаимодействии  $\text{Al}(\text{OH})_3$  массой 17,62 г с избытком соляной кислоты в соответствии с уравнением  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 234,2$  кДж равно:

- а) 106; б) 53; в) 159; г) 212.

11. Теплота образования хлороводорода  $\Delta H_{\text{обр.}} = -92,5$  кДж/моль. При образовании 1 л хлороводорода (н. у.) выделяется количество тепла (кДж), равное:

- а) 12,39; б) 8,26; в) 4,13; г) 20,65.

12. Реакция  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{г})$  протекает в замкнутом объеме. При увеличении объема реагирующей смеси в три раза скорость реакции:

- а) увеличится в три раза; б) увеличится в 9 раз;  
в) уменьшится в три раза; г) уменьшится в 9 раз.

13. При взаимодействии в водном растворе 1 моль калий тетрагидроксо-цинката и 2 моль хлороводорода сумма стехиометрических коэффициентов в сокращенном ионном уравнении равна:

- а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.

14. Установите соответствие между количествами реагентов и продуктами реакций, протекающих в водном растворе:

- 1) 0,6 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и 0,6 моль  $\text{HCl}$  а)  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
2) 0,2 моль  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$  и 1,2 моль  $\text{HCl}$  б)  $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
3) 0,45 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и 0,9 моль  $\text{HCl}$  в)  $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
4) 0,1 моль  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$  и 0,4 моль  $\text{HCl}$  г)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
5) 0,15 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и 0,4 моль  $\text{HCl}$  е)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

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

15. Значение pH в 0,001М растворе соляной кислоты равно:

- а) 3; б) 11; в) 12; г) 2.

16. Гидролизу в водном растворе подвергаются соли:

- а) натрий хлорид; б) цинк хлорид;  
в) железо (II) хлорид; г) серебро хлорид.

17. При постепенном (по каплям) добавлении раствора соляной кислоты к водному раствору гидрокарбоната калия pH раствора:

- а) уменьшается; б) увеличивается;  
в) сначала увеличивается, затем уменьшается; г) не изменяется.

18. Выберите правильные утверждения:

а) каждый из галогеноводородов —  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  — может быть получен действием концентрированной серной кислоты на соответствующую твердую соль;

б) действием концентрированной серной кислоты на соответствующую твердую соль невозможно получение  $\text{HBr}$  и  $\text{HI}$ , так как концентрированная серная кислота окисляет бромид- и йодид-ионы;

в) возможно получение хлороводорода действием концентрированной азотной кислоты на кристаллический натрий хлорид;

г) концентрированная азотная кислота не может быть использована для получения  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  и  $\text{HI}$ , так как окисляет хлорид-, бромид- и йодид-ионы.

**19. В ряду  $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$  увеличиваются:**

- а) степень окисления кислотообразующего элемента;
- б) сила кислот;
- в) окислительные свойства соединений;
- г) прочность аниона.

**20. Хлор(II)-оксид является ангидридом:**

- а) хлорной кислоты;                      б) хлористой кислоты;
- в) хлорноватистой кислоты;        г) хлорноватой кислоты.

**21. Выберите возможные численные значения молярной массы (г/моль) газовой смеси, состоящей из  $\text{HF}$  и  $\text{HCl}$ :**

- а) 19;      б) 25;      в) 30,5;      г) 36,5;      д) 50,1.

**II. Запишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

1.  $\text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}$
2.  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{FeBr}_3 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3$
3.  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{KH} \rightarrow \text{KClO}_3$
4.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca(ClO)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2$
5.  $\text{NaI} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2$
6.  $\text{Na} \rightarrow \text{NaH} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2$
7.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$
8.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{HI}$
9.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2$
10.  $\text{I}_2 \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3$
11.  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$
12.  $\text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnO}$
13.  $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr}$
14.  $\text{KI} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2$
15.  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{HBr}$
16.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}$
17.  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2$
18.  $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{AgCl}$
19.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{HClO}$
20.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$

21.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaH} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl}$
22.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO}$
23.  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{KCl}$
24.  $\text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{I}_2$
25.  $\text{NaI} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
26.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO} \rightarrow \text{HCl}$
27.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO}$
28.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$

### III. Решите следующие задачи.

#### I.

1. В образце простого вещества химическим количеством 0,050 моль химическое количество протонов равно 1,7 моль. Назовите это простое вещество и приведите его формулу, если известно, что его молекула двухатомна.
2. Газовая смесь, состоящая из водорода и хлора, объемом 6,72 дм<sup>3</sup> (н. у.) имеет массу 7,50 г. Определите объемную долю хлора в смеси.
3. Смесь водорода и хлора объемом 12 дм<sup>3</sup> облучили светом. Через некоторое время установили, что объем хлороводорода равен 3 дм<sup>3</sup> и в реакцию вступило 30 % хлора. Определите объемную долю хлора в конечной смеси. Все объемы приведены к н. у.
4. По окончании хлорирования водорода, объемная доля хлора в смеси с хлороводородом составляет 20 %. Найти объемные доли газов в исходной смеси.
5. На смесь оксида марганца (IV) с неизвестным оксидом состава  $\text{MeO}_2$  массой 67,4 г. действовали избытком  $\text{HCl}$  (неизвестный оксид реагирует с соляной кислотой также, как оксид марганца). Выделилось 13,44 дм<sup>3</sup> газа. Определите состав и массу неизвестного оксида, если молярное соотношение оксидов в смеси равно 5:1.
6. Для окисления 2,17 г сульфита щелочноземельного металла добавили хлорную воду, содержащую 1,42 г хлора. К полученной смеси добавили избыток бромида калия, при этом выделилось 1,6 г брома. Определите состав осадка, содержащегося в смеси, и рассчитайте его массу.
7. 1,6 г смеси бромида и хлорида калия нагревали в токе сухого хлора до постоянной массы, которая оказалась равной 1,378 г. Определите массовую долю бромида калия в исходной смеси.
8. Смесь хлорида калия, бромида калия и иодида калия массой 7,020 г обработали избытком брома, затем нагрели до постоянной массы, которая составила 6,55 г. Остаток обработали избытком хлора, затем также нагрели

вали до постоянной массы, равной 5,215 г. Найдите массы бромида и иодида калия в исходной смеси.

9. Смесь хлора и брома массой 17,75 г пропустили через избыток раствора калий бромида. В результате упаривания бром был полностью удалён. После упаривания масса твёрдого остатка оказалась на 2,225 г меньше массы калий бромида, содержащегося в исходном растворе. Рассчитайте массовую долю хлора в исходной смеси.

**Ответы:** 1.  $\text{Cl}_2$ . 2. 33,3 %. 3. 29,17 %. 4. 60 %; 40 %. 5. 23,9 г,  $\text{PbO}_2$ . 6. 2,33 г сульфата бария. 7. 37,19 %. 8. 2,38 г; 1,66 г. 9. 10 %.

## II.

1. К раствору, содержащему 3,88 г смеси бромида калия и йодида натрия, добавили  $78 \text{ см}^3$  10%-ного раствора нитрата серебра (плотность  $1,09 \text{ г/см}^3$ ). Выпавший осадок отфильтровали. Фильтрат может прореагировать с  $13,3 \text{ см}^3$  соляной кислоты с концентрацией  $1,5 \text{ моль/дм}^3$ . Определите массовые доли солей в исходной смеси и объём хлороводорода (при н.у.), необходимый для приготовления израсходованного раствора соляной кислоты.

2. Через трубку с порошкообразной смесью хлорида и йодида натрия, массой 3 г, пропустили  $1,3 \text{ дм}^3$  хлора при температуре  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $101,3 \text{ кПа}$ . Полученное в трубке вещество прокалили при  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , при этом осталось 2 г вещества. Определите массовые доли солей в исходной смеси.

3. Смесь йодида магния и йодида цинка обработали избытком бромной воды, полученный раствор выпарили. Масса сухого остатка оказалась в 1,445 раза меньше массы исходной смеси. Во сколько раз масса осадка, полученного после обработки такой же смеси избытком карбоната натрия, будет меньше массы исходной смеси?

4.  $3,67 \text{ дм}^3$  (н. у.) газовой смеси, предназначенной для синтеза хлороводорода с плотностью по водороду 20, пропустили через 200 г раствора, содержащего 26,2 г смеси бромида и йодида калия. Хлор и соли прореагировали полностью. Определить массовые доли  $\text{KI}$  и  $\text{KBr}$  в исходном растворе и состав исходной смеси газов в объёмных процентах.

5.  $1 \text{ дм}^3$  смеси газов, состоящей из хлора, водорода и хлороводорода, пропустили через раствор йодида калия, при этом выделилось 2,54 г йода, а оставшийся объём газа составил  $500 \text{ см}^3$  (н. у.). Определить массовую долю компонентов исходной смеси.

6. 68,3 г смеси нитрата, йодида и хлорида калия растворили в воде и обработали хлорной водой, получили 25,4 г йода. Такой же раствор обработали нитратом серебра, получили 75,7 г осадка. Определить состав исходной смеси.

7. В смеси бромида железа (II) и бромида меди (I) число атомов меди в два раза больше числа атомов железа, а число атомов брома равно  $6,02 \cdot 10^{23}$ . Какой объем хлора (н. у.) требуется для полного окисления этой смеси?

8. Сколько  $\text{дм}^3$  воды надо прибавить к  $3 \text{ дм}^3$  раствора  $\text{HCl}$  с массовой долей 37 % (пл. 1,19 г/мл), чтобы получить раствор с массовой долей  $\text{HCl}$  20 %?

9. Какой объем ( $\text{дм}^3$ ) хлороводорода надо растворить в  $100 \text{ дм}^3$  воды, чтобы получить раствор соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  30 %?

10. Какую массу йодоводорода нужно добавить к раствору массой 30 г с массовой долей  $\text{HI}$ , равной 3 %, чтобы получить раствор с массовой долей кислоты 15 %?

**Ответы:** 1. 61,3 %; 38,7 %;  $448 \text{ см}^3$ . 2. 54,8 %; 45,2 %. 3. в 2,74 раза. 4. 4,8 %; 8,3 %; 45 и 55 %. 5. 58,9 %; 3,7 %; 37,3 %. 6. 33,2 г; 20,2 г; 14,9 г. 7.  $19,6 \text{ дм}^3$ . 8.  $3,03 \text{ дм}^3$ . 9.  $26301 \text{ дм}^3$ . 10. 4,24 г.

### III.

1. В  $150 \text{ г}$  раствора с массовой долей  $\text{HCl}$  20 % опустили цинковую пластинку. Через некоторое время ее вынули, промыли и высушили. При этом оказалось, что масса пластинки уменьшилась на  $6,5 \text{ г}$ . Определите массовую долю  $\text{HCl}$  в оставшемся растворе.

2. В раствор хлорида двухвалентного металла, содержащего  $3,2 \text{ г}$  ионов металла, погрузили железную пластинку массой  $50 \text{ г}$ . После полного выделения металла масса пластинки возросла на 0,8 %. Хлорид какого металла был взят?

3.  $12,5 \text{ г}$  насыщенного при  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  раствора  $\text{KI}$  охладили до  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Выпавший осадок отфильтровали. Сколько  $\text{дм}^3 \text{ Cl}_2$  надо для полного выделения йода из оставшегося в фильтрате  $\text{KI}$ , если массовые доли вещества в насыщенных растворах при  $80$  и  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  соответственно равны 0,68 и 0,60.

4. Какую массу  $\text{MnO}_2$  и какой объем ( $\text{см}^3$ ) соляной кислоты с массовой долей 36 % и плотностью  $1,18 \text{ г/см}^3$  надо взять для получения хлора, который может вытеснить  $30,38 \text{ г}$  йода из раствора иодида калия? Принять выход продукта на каждой стадии 80 %.

5. Из  $1 \text{ т}$  поваренной соли, содержащей 10,5 % примесей, получено  $1250 \text{ дм}^3$  раствора с массовой долей  $\text{HCl}$  37 % и плотностью  $1,19 \text{ г/см}^3$ . Определите практический выход  $\text{HCl}$ .

6. Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) хлора в воздухе составляет  $0,03 \text{ мг/м}^3$ . Приняв размеры классной комнаты равной  $8 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 4 \text{ м}$ , рассчитайте, какой объем хлора (н. у.) должен выделиться в опыте, чтобы концентрация хлора в воздухе стала равной ПДК. Какую массу  $\text{MnO}_2$  и соляной кислоты с массовой долей 36 % необходимо ис-

пользовать для получения такого объёма хлора, если его выход составляет 70 %?

7. Активным веществом хлорной извести является кальций гипохлорит, образующийся при действии хлора на гашёную известь. Какой объём хлора (н. у.) и какая масса гашёной извести необходима для получения одной тонны хлорки, массовая доля кальция гипохлорита в которой равна 22 %?

8. После взаимодействия 48 г брома с необходимым количеством горячего раствора гидроксида натрия масса раствора составила 288 г. Найти массовые доли солей в полученном растворе и массовую долю щёлочи в исходном растворе. Определить массовые доли солей в растворе, полученном при взаимодействии таких же количеств реагентов на холоду.

9. Образец железа прореагировал с соляной кислотой. Другой образец железа такой же массы прореагировал с хлором. Оказалось, что масса хлора, вступившего в реакцию, больше массы HCl на 3,35 г. Определите массу железа в образце.

10. Массовая доля  $^2\text{H}$  в составе смеси  $^2\text{H}^{35}\text{Cl}$  и  $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$  равна 4 %. Определите массовую долю (в процентах)  $^1\text{H}$  в смеси.

**Ответы:** 1. 14,52 %. 2. Cu. 3. 0,4 дм<sup>3</sup>. 4. 64 см<sup>3</sup>; 16,3 г. 5. 98,6 %. 6. 1,51 см<sup>3</sup>; 8,4 мг; 39,2 мг. 7. 228 кг; 68,9 м<sup>3</sup>. 8. NaBr — 17,9 %; NaBrO<sub>3</sub> — 5,24 %; NaBrO — 12,4 %; NaBr — 10,7 %. 9. 5,6 г. 10. 0,72 %.

### Раздел 3 . Халькогены и их соединения

#### *Основной объем учебного материала*

Сравнительная характеристика строения внешних электронных оболочек атомов химических элементов VIA-группы. Закономерности изменения свойств атомов элементов VIA-группы: заряд ядра, радиус атома, электроотрицательность. Распространенность в природе.

Кислород и сера, физические свойства простых веществ. Аллотропия кислорода и серы. Химические свойства кислорода и серы: взаимодействие с металлами, неметаллами. Реакции горения. Применение простых веществ кислорода и серы. Кислород и сера в природе, круговорот кислорода.

Водородные соединения кислорода и серы. Вода. Строение молекулы, физические и химические свойства. Пероксид водорода: состав, электронная и графическая формула молекулы. Химические свойства сероводорода: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами металлов, основаниями, солями. Сульфиды, распознавание сульфид-ионов в растворе.



Оксиды серы (IV) и серы (VI): состав, электронные и графические формулы молекул. Кислотные свойства оксидов, взаимодействие оксидов с водой.

Сернистая кислота: электронная и графическая формулы молекулы. Химические свойства сернистой кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами металлов, основаниями, солями. Сульфиты, распознавание сульфит-ионов в растворе.

Серная кислота: электронная и графическая формулы молекулы, физические свойства. Химические свойства разбавленной серной кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами металлов, основаниями, солями. Особенности взаимодействия концентрированной серной кислоты с металлами. Химические реакции, лежащие в основе промышленного получения серной кислоты. Сульфаты. Качественная реакция на сульфат-ионы. Применение серной кислоты и ее солей.

## I. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### ТЕСТ 1

**1. Выберите правильные утверждения. Все элементы VIA группы:**

- а) являются неметаллами;
- б) имеют равное число валентных электронов;
- в) имеют равное число валентных орбиталей;
- г) проявляют максимальную валентность равную шести;
- д) в наиболее окисленном состоянии имеют степень окисления +6;
- е) имеют равное число неспаренных электронов в основном состоянии;
- ж) являются р-элементами.

**2. Атомный радиус уменьшается слева направо в ряду:**

- а) O, S, Se, Te;    б) Se, S, Te, O;    в) S, Se, O, Te;    г) Te, Se, S, O.

**3. Окислительные свойства простых веществ последовательно возрастают в ряду:**

- а) теллур – сера – селен;                      б) теллур – сера – кислород;
- в) сера – теллур – кислород;                г) сера – кислород – селен.

**4. Электронная формула, соответствующая атому с наиболее выраженными окислительными свойствами:**

- а)  $\dots 3s^2 3p^4$ ;            б)  $\dots 2s^2 2p^4$ ;            в)  $\dots 5s^2 5p^4$ ;            г)  $\dots 3d^{10} 4s^2 4p^4$ .

**5. Отметьте формулу иона с наиболее выраженными восстановительными свойствами:**

- а)  $S^{2-}$ ;    б)  $Se^{2-}$ ;    в)  $Te^{2-}$ ;    г)  $O^{2-}$ .

**6. Ионный радиус  $\text{Э}^{2-}$  в ряду O – S – Se – Te:**

- а) уменьшается;    б) возрастает;    в) не изменяется;

г) уменьшается от O к S, а затем возрастает.

**7. Выберите порядок расположения формул водородных соединений, соответствующий увеличению их кислотных свойств: 1 —  $\text{H}_2\text{S}$ ; 2 —  $\text{H}_2\text{O}$ ; 3 —  $\text{H}_2\text{Te}$ ; 4 —  $\text{H}_2\text{Se}$ .**

а) 1, 2, 3, 4; б) 2, 1, 4, 3; в) 2, 1, 3, 4; г) 3, 4, 1, 2.

**8. Если формула высшего оксида элемента- неметалла  $\text{ЭO}_3$ , то данный элемент образует летучее водородное соединение с формулой:**

а)  $\text{HЭ}$ ; б)  $\text{H}_3\text{Э}$ ; в)  $\text{H}_4\text{Э}$ ; г)  $\text{H}_2\text{Э}$ .

**9. В составе водородного соединения халькогена химическим количеством 0,1 моль содержится  $2,17 \cdot 10^{24}$  электронов. Этим халькогеном является:**

а) кислород; б) сера; в) селен; г) теллур.

**10. 1 моль кислоты  $\text{H}_2\text{Э}$  растворили в воде. Если степень диссоциации кислоты по первой ступени 80 %, а по второй — 20 %, то химическое количество (моль) анионов  $\text{HЭ}^-$  в растворе после установления равновесия равно:**

а) 0,72; б) 0,64; в) 0,8; г) 0,6.

## ТЕСТ 2

**1. Количество кислорода в атмосфере остается неизменным, благодаря:**

- а) наличию кислорода в земной коре;
- б) содержанию кислорода в составе многих органических веществ растительного и животного происхождения;
- в) жизнедеятельности растений;
- г) получению кислорода из воздуха.

**2. Термин «аллотропия кислорода» используют, так как для кислорода:**

- а) известны его различные нуклиды;
- б) возможно существование в различных агрегатных состояниях в зависимости от условий;
- в) возможно существование в виде различных простых веществ;
- г) характерны реакции окисления как простых, так и сложных веществ.

**3. Именно о простом веществе кислород идет речь в выражениях:**

- а) электроны кислорода распределены по четырем валентным орбиталям;
- б) массовая доля кислорода в земной коре составляет 47 %;
- в) объемная доля кислорода в воздухе составляет 21 %;
- г) кислород образуется при окислении серебра озоном.

**4. Укажите верные утверждения относительно кислорода. В отличие от других халькогенов:**

- а) максимальная валентность равна четырем;
- б) при обычных условиях может существовать в виде двухатомной молекулы;
- в) имеет более выраженные окислительные свойства;

- г) является газом при обычных условиях.
5. Кислород не может проявлять в соединениях степень окисления:  
а)  $-2$ ; б)  $-1/2$ ; в)  $+1$ ; г)  $-4$ .
6. Кислород не может проявлять в соединениях валентность:  
а) II; б) III; в) IV; г) VI.
7. Валентность, равную трём, кислород проявляет в:  
а)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; б)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; в)  $\text{HNO}_3$ ; г)  $\text{CO}$ .
8. Кислород проявляет положительную степень окисления в соединениях:  
а)  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ; б)  $\text{KO}_3$ ; в)  $\text{OF}_2$ ; г)  $\text{BaO}_2$ ; д)  $\text{O}_2\text{F}_2$ .
9. Укажите формулу соединения, в котором атом кислорода проявляет валентность II и степень окисления, равную нулю:  
а)  $\text{HOCl}$ ; б)  $\text{HOBr}$ ; в)  $\text{HOF}$ ; г)  $\text{HOI}$ .
10. В ряду оксидов  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  эффективные отрицательные заряды  $\delta$  — (по абсолютной величине) на атоме кислорода:  
а) возрастают; б) уменьшаются;  
в) возрастают от  $\text{Na}_2\text{O}$  к  $\text{SiO}_2$ , а затем уменьшаются;  
г) практически не изменяются.
11. Кислород обладает только восстановительными свойствами в составе:  
а)  $\text{OF}_2$ ; б)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; в)  $\text{O}_2$ ; г)  $\text{H}_2\text{O}$ .
12. С молекулярным кислородом не реагируют:  
а)  $\text{CO}_2$ ; б)  $\text{CO}$ ; в)  $\text{NO}$ ; г)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; д)  $\text{H}_2\text{S}$ ; е)  $\text{NH}_3$ ; ж)  $\text{SO}_3$ .
13. Кислород образуется при термическом разложении:  
а)  $\text{MgCO}_3$ ; б)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ; в)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; г)  $(\text{ZnOH})_2\text{CO}_3$ .
14. Количество (моль) кислорода, образующегося из 2 моль калий перманганата при его полном термическом разложении, равно:  
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4,5.
15. При прокаливании какого из веществ, взятых равным химическим количеством, выделяется наибольшее количество (моль) кислорода:  
а)  $\text{KClO}_3$ ; б)  $\text{KMnO}_4$ ; в)  $\text{KNO}_3$ ; г)  $\text{HgO}$ .

### ТЕСТ 3

1. Озоновый слой важен для поддержания жизни на Земле, потому что озон:  
а) является сильным окислителем;  
б) поглощает ультрафиолетовое излучение Солнца;  
в) по качественному составу похож на кислород;  
г) обладает способностью дезинфицировать воду и воздух;  
д) образуется в атмосфере при вспышках молнии.

- 2. Аллотропные модификации кислорода отличаются:**
- а) количественным составом;
  - б) качественным составом;
  - в) агрегатным состоянием при 25 °С;
  - г) запахом;
  - д) химической активностью.
- 3. При полном озонировании кислорода объемом 50 см<sup>3</sup> в озонаторе не изменяется:**
- а) химическое количество вещества; б) масса; в) число молекул;
  - г) число атомов; д) давление.
- 4. Укажите верные утверждения, характеризующие озон:**
- а) в отличие от молекулярного кислорода при обычных условиях окисляет серебро и ртуть;
  - б) проявляя окислительные свойства, в качестве одного из продуктов образует молекулярный кислород;
  - в) для качественного и количественного определения озона можно использовать его взаимодействие с водным раствором калий иодида;
  - г) может быть использован для очистки питьевой воды.
- 5. Сумма коэффициентов в уравнении реакции окисления озоном серебра равна:**
- а) 10; б) 15 в) 5; г) 12.
- 6. Имеется смесь равных объемов O<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>. Плотность этой газовой смеси по водороду равна:**
- а) 20; б) 40; в) 16; г) 24.
- 7. Плотность озонированного кислорода может быть большей чем плотность (измеренная в тех же условиях):**
- а) смеси водорода и гелия; б) угарного газа и азота;
  - в) хлора и криптона; г) аргона и криптона.
- 8. При окислении озоном (избыток) 100 см<sup>3</sup> водного раствора калий иодида с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> образуется кислород объемом (см<sup>3</sup>):**
- а) 224; б) 112; в) 2,24; г) 0,112.

#### ТЕСТ 4

- 1. Укажите верные утверждения. В полярной молекуле пероксида водорода:**
- а) ядра всех атомов лежат на одной прямой;
  - б) ядра всех атомов не лежат в одной плоскости;
  - в) длина связи O – O меньше, чем длина связи O – H;
  - г) прочность связи O – O меньше, чем связи O – H;
  - д) валентность и степень окисления атома кислорода численно не совпадают.

**2. Пероксид водорода может проявлять свойства:**

- а) окислителя; б) восстановителя; в) сильной кислоты;  
г) слабой кислоты; д) свойства основания.

**3. Реакция разложения пероксида водорода:**

- а) сопровождается образованием только простых веществ;  
б) относится к реакциям диспропорционирования;  
в) сопровождается изменением степени окисления атомов водорода;  
г) сопровождается изменением степени окисления только атомов кислорода.

**4. Пероксид водорода проявляет восстановительные свойства в реакции:**

- а)  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{AuCl}_3 = 3\text{O}_2 + 2\text{Au} + 6\text{HCl}$ ;  
в)  $4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

**5. Выберите схемы реакций с участием пероксидов, которые могут сопровождаться выделением молекулярного кислорода:**

- а)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$ ; б)  $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ; г)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow$ .

**ТЕСТ 5**

**1. Установите соответствие между названиями минералов и формулами, описывающими их состав:**

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1) киноварь        | а) $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$           |
| 2) природный гипс  | б) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ |
| 3) горькая соль    | в) $\text{HgS}$  |
| 4) глауберова соль | г) $\text{FeS}_2$                                      |
| 5) халькопирит     | д) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           |
|                    | е) $\text{CuFeS}_2$                                    |
|                    | ж) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$           |
|                    | з) $\text{MgSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$          |

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

**2. Сера в природе встречается:**

- а) в самородном виде; б) только в виде соединений;  
в) в составе сульфатов; г) в составе сульфидов;  
д) в составе солей минеральных источников.

**3. Выберите названия аллотропных модификаций серы:**

- а) черенковая сера; б) моноклинная сера; в) ромбическая сера;  
г) серный цвет; д) пластическая сера.

**4. Выберите верные утверждения:**

- а) моноклинная и ромбическая сера имеют разное число атомов в молекуле;

- б) плотность ромбической серы выше, чем моноклинной;  
в) пластическая сера более устойчива, чем кристаллическая;  
г) пластическая сера представляет собой полимерную форму.
- 5. Кристаллическая сера имеет относительно низкую температуру плавления, потому что**
- а) является простым веществом;  
б) не растворяется в воде;  
в) имеет молекулярную кристаллическую решетку;  
г) существует в виде разных аллотропных модификаций.
- 6. Сера в свободном состоянии при 25 °С образует наиболее стабильные молекулы состава:**
- а) S<sub>4</sub>;      б) S<sub>2</sub>;      в) S<sub>6</sub>;      г) S<sub>8</sub>.
- 7. Укажите правильные утверждения относительно строения молекулы ромбической серы:**
- а) имеет плоское строение;  
б) в образовании химической связи участвуют 16 электронов;  
в) все связи в молекуле σ-типа;  
г) общее число неподеленных электронных пар в молекуле — 8.
- 8. При некоторой температуре молекула паров серы содержит 32 протона. Число атомов серы, образующих молекулу в этих условиях:**
- а) 2;      б) 4;      в) 6;      г) 8.
- 9. Укажите массовое число нуклида, образовавшего кристаллическую серу химическим количеством 0,01 моль, если этот образец серы содержит 4,16 моль элементарных частиц.**
- а) 32;      б) 33;      в) 34;      г) 36.
- 10. Сера в отличие от кислорода:**
- а) не проявляет себя как окислитель;  
б) взаимодействует с металлами;  
в) может проявлять степень окисления –1;  
г) может проявлять степень окисления +4.
- 11. Максимальное число электронных орбиталей атома серы, участвующих в образовании химических связей по обменному механизму:**
- а) 2;      б) 4;      в) 6;      г) 8.
- 12. Укажите формулы веществ, содержащих атомы серы в одинаковой степени окисления:**
- а) S<sub>8</sub>;      б) H<sub>2</sub>S;      в) FeS<sub>2</sub>;      г) SO<sub>2</sub>;      д) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;      е) Ca(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
- 13. Выберите ряд формул, в котором степень окисления серы последовательно возрастает:**
- а) S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, S<sub>8</sub>, SF<sub>4</sub>;      б) S<sub>8</sub>, HS<sup>-</sup>, HS<sub>2</sub><sup>-</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>;  
в) HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, S<sub>8</sub>, HS<sup>-</sup>;      г) S<sub>8</sub>, HS<sub>2</sub><sup>-</sup>, HS<sup>-</sup>, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**14. Выберите пару частиц с одинаковой степенью окисления атома серы:**

- а)  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SF}_5^+$ ;                      б)  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ;  
в)  $\text{SF}_5^+$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ;                      г)  $\text{SCl}_3^+$ ,  $\text{SF}_5^+$ .

**15. Сера не проявляет восстановительных свойств в составе:**

- а)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;    б)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ;    в)  $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ;                      г)  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .

**16. Укажите вещества, с которыми (в необходимых условиях) реагирует сера:**

- а) кислород;    б) озон;    в) хлор;    г) вода;  
д) натрий гидроксид (конц. раствор);    е) хлороводород;  
ж) серная кислота (разб. раствор).

**17. Сера проявляет восстановительные свойства при взаимодействии (в необходимых условиях):**

- а) с водородом;                      б) хлором;                      в) железом;  
г) азотной кислотой;                      д) кислородом;                      е) с калий дихроматом.

**18. Сера проявляет окислительные свойства при взаимодействии (в необходимых условиях):**

- а) с алюминием;    б) углеродом;    в) фосфором;  
г) медью;    д) конц. серной кислотой.    е) с калий перманганатом.

**19. Окислительно-восстановительная реакция диспропорционирования протекает при взаимодействии серы:**

- а) с водой при кипячении;  
б) с водным раствором щелочи при кипячении;  
в) с концентрированной серной кислотой;  
г) с концентрированной азотной кислотой.

**20. Навеску цинка с двукратной массой серы нагрели без доступа воздуха. После окончания реакции тигель содержит:**

- а) цинк сульфид;                      б) смесь цинк сульфида и серы;  
в) смесь цинка и цинк сульфида;                      г) смесь цинка и серы.

**21. Свободная сера может образоваться при взаимодействии:**

- а) сера(IV)-оксида и серной кислоты;  
б) сера(IV)-оксида и сероводородной кислоты;  
в) сера(IV)-оксида и азотной кислоты;  
г) сероводорода и серной кислоты;

**22. Схеме превращения  $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$  соответствует взаимодействие:**

- а) сероводорода с избытком кислорода;  
б) натрий сульфида с соляной кислотой;  
в) сероводорода с сера(IV)-оксидом;  
г) пирита с конц. азотной кислотой.

## ТЕСТ 6

**1. Выберите верные утверждения, характеризующие водородные соединения халькогенов в ряду  $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{S} - \text{H}_2\text{Se} - \text{H}_2\text{Te}$ :**

- а) температура кипения возрастает;
- б) валентный угол Н–Э–Н уменьшается;
- в) длина связи Н–Э возрастает;
- г) энергия связи Н–Э возрастает;
- д) термическая устойчивость уменьшается;
- е) кроме воды, все они являются газами при обычных условиях.

**2. Отметьте верные суждения относительно сероводорода:**

- а) токсичен;
- б) при н. у. — газ зеленовато-серого цвета;
- в) является сильным окислителем;
- г) проявляет восстановительные свойства;
- д) при растворении в воде образует сильную кислоту.

**3. Укажите правильные утверждения относительно строения молекулы сероводорода:**

- а) общее число электронов в молекуле 18;
- б) валентный угол Н – S – Н равен  $180^\circ$ , молекула неполярная;
- в) валентный угол Н – S – Н равен  $92^\circ$ , молекула полярная;
- г) в образовании  $\pi$ -связей участвует 2 электронные пары.

**4. Выберите неправильное утверждение. В водном растворе сероводород:**

- а) диссоциирует преимущественно по первой ступени;
- б) с NaOH реагирует обратимо;
- в) проявляет восстановительные свойства за счёт  $\text{S}^{-2}$ ;
- г) образует только средние соли.

**5. В насыщенном при  $20^\circ\text{C}$  водном растворе сероводорода:**

- а) наряду с сульфид- и гидросульфид-ионами, содержатся молекулы  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- б) количество сульфид-ионов много больше количества молекул  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- в) добавление в раствор хлороводорода уменьшит содержание сульфид-ионов;
- г) добавление щелочи уменьшит содержание гидросульфид-ионов и увеличит содержание сульфид-ионов.

**6. В растворе с высокой концентрацией сульфид-ионов не могут присутствовать в высокой концентрации ионы:**

- а)  $\text{OH}^-$ ;   б)  $\text{Rb}^+$ ;   в)  $\text{H}^+$ ;   г)  $\text{NO}_3^-$ ;   д)  $\text{Cu}^{2+}$ .

**7. Укажите схемы осуществимых реакций с участием сероводородной кислоты:**

- а)  $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;   б)  $\text{KCl} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;   в)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;
- г)  $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;   д)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;   е)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ .



**8. Укажите вещества, реагируя с которыми сероводород проявляет восстановительные свойства:**

- а) KOH;      б) Ca;      в) KMnO<sub>4</sub>;    г) CuSO<sub>4</sub>;  
д) O<sub>2</sub>;      е) SO<sub>2</sub>;      ж) Cl<sub>2</sub>;      з) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.).

**9. Пропускание H<sub>2</sub>S через бромную воду приводит к ее обесцвечиванию. В этой реакции:**

- а) бром является окислителем;  
б) сероводород является окислителем;  
в) бром является восстановителем;  
г) изменения степени окисления атомов не происходит.

**10. Пропускание H<sub>2</sub>S через хлорную воду приводит к образованию серы. Ошибочным является утверждение:**

- а) хлор является окислителем;  
б) H<sub>2</sub>S является окислителем;  
в) в уравнении коэффициент перед H<sub>2</sub>S равен 1;  
г) реакция является окислительно-восстановительной.

**11. Какие факторы сместят равновесие процесса  $H_2S(g) \rightleftharpoons H_2(g) + S(k)$  в сторону образования кристаллической серы?**

- а) повышение температуры;  
б) понижение давления;  
в) повышение концентрации водорода;  
г) повышение концентрации сероводорода;  
д) повышение давления.

**12. Кислая соль будет обнаруживаться среди продуктов взаимодействия веществ в растворах, содержащих:**

- а) 0,04 моль NaOH и 0,02 моль H<sub>2</sub>S;  
б) 0,04 моль NaOH и 0,04 моль H<sub>2</sub>S;  
в) 0,06 моль NaOH и 0,02 моль H<sub>2</sub>S;  
г) 0,04 моль NaOH и 0,03 моль H<sub>2</sub>S.

**13. Нельзя использовать для осушения сероводорода:**

- а) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;    б) SiO<sub>2</sub>;    в) CaCl<sub>2</sub>;    г) NaOH;    д) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**14. Сульфиды химически не взаимодействующие с водой — это:**

- а) Na<sub>2</sub>S;      б) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S;      в) ZnS;  
г) NaHS;      д) FeS;      е) Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

**15. Укажите соединения, водные растворы которых окрашивают лакмус в синий цвет:**

- а) NaHS;    б) CuS;    в) CuSO<sub>4</sub>;    г) K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>;    д) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**16. По реакции обмена в водном растворе нельзя получить:**

- а) натрий гидросульфид;    б) алюминий сульфид;  
в) цинк сульфид;            г) серебро(I) сульфид.

**17. Сероводород не образуется, если взаимодействуют:**

- а) вода и алюминий сульфид;
- б) соляная кислота и железо(II) сульфид;
- в) концентрированная азотная кислота и железо(II) сульфид;
- г) соляная кислота и медь(II) сульфид.

**18. Укажите схемы реакций, при протекании которых может выделиться  $H_2S$ :**

- а)  $Cu + H_2SO_4$  (конц)  $\rightarrow$ ;                      б)  $Ag + H_2SO_4$  (конц)  $\rightarrow$ ;
- в)  $Mg + H_2SO_4$  (конц)  $\rightarrow$ ;                      г)  $Hg + H_2SO_4$  (конц)  $\rightarrow$ ;
- д)  $Zn + H_2SO_4$  (конц)  $\rightarrow$ .

**19. Схеме превращения  $S^{-2} \rightarrow S^{+4}$  соответствует взаимодействие:**

- а) цинк сульфида с кислородом;
- б) сероводорода с медь(II) гидроксидом;
- в) водного раствора сероводорода и воздуха;
- г) пирита с кислородом воздуха при обжиге.

## ТЕСТ 7

**1. В ряду  $SO_2 - SeO_2 - TeO_2 - PoO_2$ :**

- а) эффективный отрицательный заряд на атоме кислорода увеличивается;
- б) кислотные свойства оксидов усиливаются;
- в)  $TeO_2$  и  $PoO_2$  обладают амфотерными свойствами;
- г)  $SO_2$  и  $SeO_2$  образуют кислоты, которые в свободном состоянии при 25 °С представляют собой белые кристаллические вещества.

**2. Укажите верные утверждения относительно строения молекулы  $SO_2$ :**

- а) сумма протонов в молекуле соответствует числу нуклонов нуклида  $^{32}_{16}S$ ;
- б) валентный угол  $O - S - O$  составляет  $119,5^\circ$ , молекула неполярна;
- в) в образовании связей  $\sigma$ -типа участвуют 2 пары электронов;
- г) в молекуле имеется 5 неподеленных электронных пар.

**3. Сера (IV)-оксид может проявлять свойства:**

- а) кислотного оксида;                      б) амфотерного оксида;
- в) окислителя;                              г) восстановителя.

**4. Сера (IV) оксид взаимодействует с водными растворами:**

- а)  $NaOH$ ;                      б)  $HCl$ ;                      в)  $Br_2$ ;                      г)  $Na_2SO_3$ ;                      д)  $KNO_3$ .

**5. Сера (IV)-оксид проявляет кислотные свойства, реагируя с:**

- а)  $K_2O$ ;                      б)  $NaOH$ ;                      в)  $H_2S$ ;                      г)  $O_2$ .

**6. После пропускания  $SO_2$  через водный раствор  $Ba(OH)_2$  в склянке одновременно могут содержаться:**

- а)  $BaSO_3$ ,  $Ba(HSO_3)_2$ , избыток  $Ba(OH)_2$ ,  $H_2O$ ;
- б)  $BaSO_3$ ,  $Ba(HSO_3)_2$ ,  $H_2O$ ;
- в)  $BaSO_3$ , избыток  $Ba(OH)_2$ ,  $H_2O$ ;
- г)  $BaSO_3$ ,  $BaSO_4$ ,  $H_2O$ .

7. Реакция, в которой сернистый ангидрид играет роль окислителя:
- а)  $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$ ;      б)  $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
 в)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;      г)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ .
8. Сера (IV)-оксид является восстановителем, реагируя с веществами, формулы которых:
- а)  $\text{KMnO}_4$ ;      б)  $\text{HNO}_3$ ;      в)  $\text{O}_2$ ;      г)  $\text{H}_2\text{S}$ ;  
 д)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;      е)  $\text{C}$ ;      ж)  $\text{H}_2$ .
9. Укажите пары схем реакций, в каждой из которых одним из продуктов является  $\text{SO}_2$ :
- а)  $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{крист.}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$       и  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$ ;  
 б)  $\text{NH}_4\text{HSO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$       и  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$ ;
- в)  $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$       и  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \xrightarrow{t^0}$ ;  
 г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$       и  $\text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .
10. Для осуществления превращения  $\text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2$  в качестве реагента возможно использование водных растворов:
- а)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;      б)  $\text{NH}_3$ ;      в)  $\text{Cl}_2$ ;      г)  $\text{KMnO}_4$ ;      д)  $\text{NaOH}$ ;      е)  $\text{HCl}$ .
11. Через некоторое время после начала реакции, уравнение которой  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$ , молярные концентрации веществ стали равны:  $\text{SO}_2$  — 1 моль/дм<sup>3</sup>,  $\text{O}_2$  — 2 моль/дм<sup>3</sup>,  $\text{SO}_3$  — 2 моль/дм<sup>3</sup>. Исходные концентрации (моль/дм<sup>3</sup>)  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2$  соответственно равны:
- а) 3 и 3;      б) 4 и 3;      в) 2 и 4;      г) 3 и 4.
12. Для осушения сернистого газа нельзя использовать:
- а)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;      б)  $\text{SiO}_2$ ;      в)  $\text{CaO}$ ;      г)  $\text{NaOH}$ ;      д)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
13. Правильными являются утверждения относительно строения сера(VI)-оксида:
- а) молекула имеет плоское строение;  
 б) валентный угол  $\text{O} - \text{S} - \text{O}$  составляет  $120^\circ$ ;  
 в) атом серы имеет одну неподеленную электронную пару;  
 г) число электронов, участвующих в образовании химических связей  $\sigma$ -типа и  $\pi$ -типа равно;  
 д) общее число неподеленных электронных пар в молекуле равно шести.
14. Сера(VI)-оксид в отличие от сера(IV)-оксида:
- а) имеет неполярные молекулы;  
 б) имеет более высокую температуру кипения;  
 в) проявляет только окислительные свойства;  
 г) проявляет свойства кислотного оксида.
15. Сера(VI)-оксид, так же как и сера(IV)-оксид реагирует:
- а) с водой, образуя сильную кислоту;  
 б) со щелочами с образованием солей;  
 в) с кислородом;  
 г) с кальций оксидом.

**16. Сера (VI)-оксид получают:**

- а) окислением серы кислородом воздуха;
- б) каталитическим окислением диоксида серы;
- в) разложением серной кислоты;
- г) окислением сероводорода.

**17. Укажите схемы реакций образования гидросульфитов (коэффициенты проставлены):**

- а)  $\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$ ;                      б)  $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ ;
- в)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 \rightarrow$ ;              г)  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ .

**18. Возможные продукты реакции взаимодействия натрия гидросульфита с известковой водой:**

- а)  $\text{Na}_2\text{SO}_3, \text{CaSO}_3, \text{H}_2\text{O}$ ;                      б)  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2, \text{Na}_2\text{SO}_3, \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{Na}_2\text{SO}_3, \text{CaSO}_3, \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{SO}_2, \text{Na}_2\text{SO}_3, \text{CaSO}_3, \text{H}_2\text{O}$ .

**ТЕСТ 8**

**1. Выберите неверное утверждение о свойствах серной кислоты:**

- а) бесцветная маслянистая жидкость при обычных условиях;
- б) сильная кислота;
- в) насыщенный водный раствор серной кислоты приготовить невозможно;
- г) концентрированная серная кислота является слабым электролитом;
- д) в реакции нейтрализации не может проявлять себя как одноосновная.

**2. Выберите верные утверждения относительно молекулы серной кислоты:**

- а) химическая связь в молекуле осуществляется восемью электронными парами;
- б) химическую связь в сульфат-ионе осуществляют шесть электронных пар;
- в) атом серы образует 6  $\sigma$ -связей;
- г) валентность и степень окисления атома серы равны соответственно VI,+6.

**3. Сульфат-ионы образуют ионную связь с ионами:**

- а) аммония;    б) калия;    в) водорода;    г) кальция.

**4. Серная кислота:**

- а) ни разбавленная, ни концентрированная не окисляет серебро, золото, платину;
- б) разбавленная, реагируя со всеми металлами кроме золота и платины, образует водород;
- в) концентрированная реагирует с металлами, как правило, без вытеснения водорода;
- г) разбавленная не окисляет неметаллы и сложные вещества.

**5. Концентрированная серная кислота в отличие от разбавленной серной кислоты:**

- а) при обычных условиях не реагирует с железом и алюминием;
- б) вытесняет из кристаллических хлоридов хлороводород;
- в) является окислителем за счет ионов  $H^+$  ( $H_3O^+$ );
- г) является окислителем за счет ионов  $S^{+6}$  ( $SO_4^{2-}$ ).

**6. Укажите вещества, с которыми реагирует разбавленный раствор серной кислоты:**

- а) серебро; б) цинк; в) натрий хлорид; г) поташ; д) известковая вода.

**7. Укажите металлы, которые при определенных условиях реагируют с концентрированной серной кислотой, но не реагируют с разбавленной серной кислотой:**

- а) медь; б) железо; в) алюминий; г) серебро; д) цинк.

**8. При взаимодействии металлов с серной кислотой нельзя получить:**

- а)  $H_2S$ ; б)  $SO_2$ ; в)  $H_2O$ ; г)  $SO_3$ ; д) S.

**9. При взаимодействии неактивных металлов (Cu, Hg) с концентрированной серной кислотой в качестве основного продукта восстановления сульфат-ионов образуется:**

- а)  $H_2S$ ; б)  $SO_2$ ; в)  $H_2O$ ; г)  $SO_3$ ; д) S.

**10. Укажите металлы, при взаимодействии которых с концентрированной серной кислотой в качестве одного из продуктов реакции может образоваться сероводород:**

- а) Mg; б) Cu; в) Ag; г) Au; д) Zn.

**11. Выберите ряды, в которых каждое вещество может быть окислено концентрированной серной кислотой:**

- а)  $CO_2$ , HBr,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ; б) HBr, KI,  $H_2S$ , P; в) LiOH,  $Na_2SO_3$ , Cu, S;
- г) HF, NaCl, HBr, HI; д) S, P, C, Si; е) S, P, C, Ag.

**12. Укажите вещества, реагируя с которыми концентрированная серная кислота проявляет себя и как окислитель, и как солеобразователь:**

- а) HBr; б) Zn; в) Cu; г) C.

**13. При взаимодействии металла с концентрированной серной кислотой, происходят изменения степеней окисления атомов металла и серы в соответствии со схемами:  $Me \rightarrow Me^{2+}$  и  $S^{+6} \rightarrow S^{+4}$ . Укажите количество вещества (моль) серной кислоты, затраченное только на солеобразование (без учета окисления) в расчете на 2 моль металла:**

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

**14. Для получения водорода в лаборатории взаимодействием металлов с разбавленной серной кислотой не используются кальций, барий и свинец. Это объясняется тем, что эти металлы:**

- а) стоят в электрохимическом ряду напряжений металлов правее водорода;

- б) не способны проявлять восстановительные свойства;
- в) пассивируются разбавленной серной кислотой;
- г) очень сложно хранить в лабораторных условиях.

**15. Укажите схемы реакций, в которых участвует именно концентрированная серная кислота:**

- а)  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \dots$ ;      б)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \dots$ ;
- в)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \dots$ ;      г)  $\text{KNO}_3(\text{кр}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 \uparrow + \dots$ ;
- д)  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \dots$ ;      е)  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$ .

**16. Укажите газы, которые можно осушить пропуская их через склянку с концентрированной серной кислотой:**

- а) сероводород;      б) аммиак;      в) хлороводород;
- г) иодоводород;      д) сернистый газ;      е) азот;
- ж) углекислый газ;      з) бромоводород;      и) водород.

**17. И с серной кислотой и с гидроксидом калия в их водных растворах вступают в реакцию все вещества ряда:**

- а)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{KHCO}_3$ ;      б)  $\text{Al}$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ;
- в)  $\text{H}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;      г)  $\text{Ag}$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

**18. Выберите схемы реакций протекающих при обычных условиях:**

- а)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p-p}) \rightarrow$ ;      б)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$ ;
- в)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$ ;      г)  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow$ .

**19. Укажите пары схем реакций, в которых обе реакции могут быть использованы для получения сульфатов:**

- а)  $\text{NaOH} + \text{SO}_3 \rightarrow$       и  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{раствор}) + \text{SO}_2 \rightarrow$ ;
- б)  $\text{NaNO}_3(\text{тв}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$       и  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$ ;
- в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$       и  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;
- г)  $\text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow$       и  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow$ ;
- д)  $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$       и  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;
- е)  $\text{NH}_3(\text{p-p}) + \text{SO}_3 \rightarrow$       и  $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{p-p}) + \text{AgNO}_3(\text{p-p}) \rightarrow$ .

**20. Выберите схему реакции, которая не используется в производстве серной кислоты:**

- а)  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ ;
- в)  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ;      г)  $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{CO}_2$ .

**21. Укажите схемы превращений веществ, которые отражают процесс промышленного получения серной кислоты:**

- а)  $\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ;      б)  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- в)  $\text{ZnS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ;      г)  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ .

**22. Реакция обжига пирита, используемая при промышленном получении  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :**

- а) каталитическая;      б) эндотермическая;      в) гетерогенная;
- г) проводится в контактном аппарате.

**23. Реакция окисления  $\text{SO}_2$  кислородом при производстве серной кислоты:**

- а) обратимая; б) окислительно-восстановительная;  
в) эндотермическая; г) обмена;  
д) не требует использования катализатора.

**24. На заключительной стадии производства серной кислоты оксид серы (VI) поглощают:**

- а) водой; б) концентрированной серной кислотой;  
в) нитрующей смесью; г) разбавленной серной кислотой;  
д) силикагелем; е) щелочью.

**25. Растворение  $\text{SO}_3$  в водном растворе серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равной 75 % может привести:**

- а) к формированию более концентрированного водного раствора серной кислоты;  
б) выделению из раствора смеси  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{SO}_2$ ;  
в) образованию 100 %-ной кислоты;  
г) образованию олеума;  
д) к образованию олеиновой кислоты.

**26. Для получения (по промышленной схеме) серной кислоты из пирита взятого массой 180 кг теоретически потребуется кислорода ( $\text{м}^3$ , н. у.)**

- а) 64; б) 114,8; в) 94; г) 126.

**II. Запишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

**1.**

1.  $\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{Se}$
2.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
3.  $\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{NaHS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}$
4.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ca}(\text{HS})_2 \rightarrow \text{CaS} \rightarrow \text{CaSO}_4$
5.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
6.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuS}$

**2.**

1.  $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3$
2.  $\text{CuS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ba}(\text{HSO}_4)_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$
3.  $\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$
4.  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
5.  $\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$
6.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH}$
7.  $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3$
8.  $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$
9.  $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_5$



3.

1.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{KHSO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$
2.  $\text{CuS} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$
3.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH}$
4.  $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$
5.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
6.  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH}$
7.  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlOHCl}_2$
8.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$

4.

1.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
2.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$
3.  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}$
4.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$
5.  $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+6}$
6.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$
7.  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{HCl}$
8.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$

**III. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях. Укажите окислители и восстановители.**

1.

1.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NH}_3 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{AuCl}_3 = \text{O}_2 + \text{Au} + \text{HCl}$
4.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{KOH}$
8.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$
9.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{O}_2 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{H}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
12.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$
13.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
14.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$

2.

1.  $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{S} + \text{HNO}_{3(\text{р})} \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4$



4.  $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{CuS} + \text{HNO}_{3(\text{к, изб})} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{CuS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2$
7.  $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
8.  $\text{FeCuS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
9.  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
10.  $\text{K}_2\text{S}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{S} + \text{KBr}$

### 3.

1.  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr}$
2.  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3$
3.  $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$
4.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

### 4.

1.  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p})} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
2.  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})} + \text{Fe} \xrightarrow{t^0} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})} + \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
9.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{S}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{HCl}$
10.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{PbS} \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

### 5.

1.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
2.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
3.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
4.  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$
6.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4$

## IV. Решите следующие задачи:

### 1.

1. 14 г железа сплавили с 4,8 г серы. Полученную смесь веществ обработали избытком соляной кислоты. Найдите объемы ( $\text{дм}^3$ ) образовавшихся при этом газов (н. у.).

2. Какую массу глауберовой соли (декагидрата сульфата натрия) надо растворить в  $200 \text{ см}^3$  воды, чтобы получить раствор с массовой долей безводной соли 5 %?

3. После нагревания 22,12 г перманганата калия образовалось 21,16 г твердой смеси. Определите степень разложения (%) соли.

4. На сжигание  $1 \text{ дм}^3$  вещества потребовалось  $3 \text{ дм}^3$  кислорода, при этом получено  $1 \text{ дм}^3 \text{ CO}_2$  и  $2 \text{ дм}^3 \text{ SO}_2$ . Установите формулу вещества.
5. Оксид элемента имеет состав  $\text{ЭO}_2$ , а массовая доля кислорода в нем равна 50 %. Установите элемент.
6. Сколько г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  выкристаллизуется при охлаждении до  $30 \text{ }^\circ\text{C}$   $200 \text{ г}$  насыщенного при  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  раствора  $\text{CuSO}_4$ ? Массовая доля сульфата меди в растворе при  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет 40 %, а при  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  — 20 %.
7. После обезвоживания  $2,11 \text{ г}$  смеси  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ее масса уменьшилась до  $0,85 \text{ г}$ . Найдите массовую долю каждого кристаллогидрата в смеси.
8. Из  $400 \text{ см}^3$  25 %-ного раствора  $\text{CuSO}_4$  ( $\rho=1,19 \text{ г/см}^3$ ) при охлаждении выпал осадок  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  массой  $50 \text{ г}$ . Найдите массовую долю оставшегося в растворе сульфата меди.
9. Железную пластинку массой  $100 \text{ г}$  погрузили в  $250 \text{ г}$  20 %-ного раствора  $\text{CuSO}_4$ . Через некоторое время пластинку вынули из раствора, промыли, высушили и взвесили; ее масса оказалась равной  $102 \text{ г}$ . Рассчитайте массовый состав (в %) раствора после удаления пластинки.
10. Количественный анализ неизвестной кислоты показал, что массовые доли серы и кислорода в ней равны соответственно 37,26 % и 61,96 %. Установите молекулярную формулу кислоты. Изобразите графическую формулу этой кислоты.

**Ответы:** 1.  $3,36 \text{ дм}^3$ ;  $2,24 \text{ дм}^3$ . 2.  $25,57 \text{ г}$ . 3. 42,86 %. 4.  $\text{CS}_2$ . 5. S. 6.  $90,91 \text{ г}$ . 7. 45,78 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . 8. 20,42 %. 9. 4,03 %  $\text{CuSO}_4$ ; 15,3 %  $\text{FeSO}_4$ . 10.  $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$ .

## 2.

1. Простое вещество количеством  $0,2$  моль содержит  $4,8$  моль электронов. Определите простое вещество, если его молекула трехатомна.
2. Массовая доля кислорода в его смеси с гелием равна 80 %. Определите объемную (%) долю кислорода в смеси.
3. Технический калий хлорат массой  $15 \text{ г}$ , массовая доля примесей в составе которого равна 4,0 %, нагрели в присутствии катализатора  $\text{MnO}_2$ . Рассчитайте объем (н. у.) выделившегося газа, если его выход равен 90 %.
4. Какой объем ( $\text{м}^3$ , н. у.) кислорода выделился в процессе фотосинтеза, если образовалась глюкоза массой  $300 \text{ кг}$ ?
5. Сосуд заполнили кислородом. Объем кислорода при н.у. равен  $11,2 \text{ дм}^3$ . Затем через газ пропустили тихий электрический разряд. После приведения давления и температуры к нормальным условиям объем газа составил  $10,64 \text{ дм}^3$ . Рассчитайте массу образовавшегося озона.
6. Плотность смеси озона и кислорода по гелию равна 10. Рассчитайте объемные доли газов в этой смеси.

7. Раствор пероксида водорода (массовая доля 20 %) имел массу 100 г. Через некоторое время масса раствора уменьшилась на 4 г. Определите массовую долю (в процентах)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в конечном растворе. Уменьшение массы раствора не связано с испарением воды.

8. В газовой смеси кислорода и углекислого газа их объёмы относятся соответственно как 3:1. К этой смеси добавили неизвестный газ объёмом, равным объёму углекислого газа, при этом молярная масса (г/моль) смеси уменьшилась на 1,4 единицы. Укажите молярную массу (г/моль) неизвестного газа.

9. В газовой смеси кислорода и углекислого газа число атомов кислорода в 5 раз больше числа атомов углерода. К этой смеси добавили неизвестный газ объёмом, равным объёму углекислого газа. При этом образовалась газовая смесь, молярная масса которой составляет 93,15 % от молярной массы исходной смеси газов. Укажите молярную массу (г/моль) неизвестного газа.

10. После разложения всего озона, находящегося в озонированном кислороде, объём газов возрос на 5 %. Укажите объёмную долю (%) озона в озонированном кислороде.

11. Укажите объём кислорода ( $\text{дм}^3$ , н. у.), который образуется в реакции калий надпероксида  $\text{KO}_2$  массой 7,1 г с углекислым газом (избыток).

**Ответы:** 1.  $\text{O}_3$ . 2. 33,3 %. 3.  $3,55 \text{ дм}^3$ . 4.  $224 \text{ м}^3$ . 5. 2,4 г. 6. 50 %. 7. 12 %. 8. 28. 9. 28. 10. 10 %. 11.  $1,68 \text{ дм}^3$ .

### 3.

1. Смесь сульфида железа (II) и пирита массой 20,8 кг подвергли обжигу, при этом образовалось 16 кг твёрдого остатка. Определите объём выделенного газа (н. у.).

2. В замкнутом сосуде емкостью  $5,6 \text{ дм}^3$  находится смесь сероводорода с избытком кислорода (н. у.). Смесь подожгли. После растворения продуктов реакции в  $200 \text{ см}^3$  воды получился раствор кислоты, которой оказалось достаточно для того, чтобы полностью обесцветить 100 г раствора с массовой долей брома 8 %. Найдите массовую долю образовавшейся в растворе кислоты, а также состав исходной смеси газов.

3. Смесь равных масс кальция и серы нагрели в отсутствие воздуха. После завершения реакции к твёрдому веществу добавили избыток соляной кислоты. Вычислите, во сколько раз масса нерастворившегося остатка будет меньше массы исходной смеси.

4. При пропускании сероводорода через бромную воду окраска, присущая бром, исчезла, одновременно образовалась сера массой 0,640 г. Какая масса брома (г) вступила в реакцию?

5. Какой объем сероводорода ( $\text{дм}^3$ , н. у.) потребуется пропустить через 32,5 г 16,0%-ного раствора ацетата свинца, чтобы массовая доля ацетата свинца уменьшилась вдвое?

6. Через 75,0 г воды пропустили сероводород до полного насыщения при 20 °С (растворимость 0,378 г на 100 г воды). После того, как приготовленный раствор постоял некоторое время на свету, в нем образовался осадок массой 0,120 г. Вычислите остаточную массовую долю сероводорода в растворе.

7. К смеси сульфатов бария, меди (II) и натрия массой 30 г добавили воду. Часть смеси не растворилась. Масса нерастворённого вещества составила 10 г. Надосадочную жидкость отделили и через неё пропустили избыток сероводорода. В результате этого выпал осадок массой 9,6 г. Определите массу сульфата натрия в исходной смеси солей.

8. Газ, полученный в результате действия избытка воды на  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , сожгли на воздухе. Продукты реакции пропустили через воду, получив раствор кислоты (массовая доля — 2 %) массой 100 г. Определите массу  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , вступившего в реакцию.

9. Массовая доля серы в земной коре равна 0,03 %, а кислорода — 49,13 %. Во сколько раз атомов кислорода в земной коре больше, чем атомов серы?

**Ответы:** 1. 6,72  $\text{м}^3$ . 2. 2 %; 20 %  $\text{H}_2\text{S}$ ; 80 %  $\text{O}_2$ . 3. в 10 раз. 4. 3,20 г. 5. 0,189  $\text{дм}^3$ . 6. 0,207 %. 7. 4 г. 8. 1,22 г. 9. в 3300.

#### 4.

1. Оксид серы (VI) получают из серы в две стадии по схеме:  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ . Какую массу  $\text{SO}_3$  можно получить из 200 г технической серы, если массовая доля выхода на первой стадии равна 60 %, на второй — 80 %, а содержание серы в образце составляет 90 %.

2. По термохимическому уравнению горения чистой серы —  $\text{S}_{(\text{кр.})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{SO}_{2(\text{г})} + 297 \text{ кДж}$ , вычислите массовую долю негорючих примесей в техническом препарате серы, при сжигании 50 г которого выделилось 446 кДж теплоты.

3. После разложения  $\text{SO}_3$  получена смесь со средней плотностью по водороду 32. Какая часть по объему (в %)  $\text{SO}_3$  разложилась?

4. Известно, что сероводород и сера (IV)-оксид прореагировали между собой полностью. Чему была равна объемная доля сероводорода в исходной газовой смеси?

5. Смешали 2,50  $\text{дм}^3$  сера (IV)-оксида и 5,50  $\text{дм}^3$  сероводорода. Объемы обоих газов были измерены при 100 °С и 95,0 кПа. Вычислите массу (в г) образовавшегося твердого вещества.

6. Какую массу  $\text{SO}_3$  нужно растворить в воде, чтобы получить раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей кислоты 9,8 % массой 200 г?

7. Медь массой 3,2 г опустили в раствор серной кислоты массой 80 г с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 %. Выделившийся газ (выход продукта 90 %) растворили в 100 г воды. Определите массовую долю (в процентах) кислоты в полученном растворе.

8. Растворимость оксида серы (IV) в 100 г воды при 0 °С равна 22,8 г. После нагревания 200 г насыщенного при 0 °С раствора до 20 °С его масса составила 181,6 г. Определите растворимость  $\text{SO}_2$  (в граммах) при 20 °С в 100 г воды.

9. Цинк массой 13 г сплавили с серой массой 3,2 г. Затем к смеси добавили избыток соляной кислоты. Определите плотность выделившегося газа по кислороду.

10. Какой объем сернистого газа (н. у.) надо пропустить через 90 г 1,9%-ного раствора гидроксида бария, чтобы масса выпавшего осадка составила 1,52 г, а раствор над осадком не давал окраски с фенолфталеином?

**Ответы:** 1. 216 г. 2. 3,89 %. 3. 50 %. 4. 66,7 %. 5. 7,36 г. 6. 16 г. 7. 3,59 %. 8. 11,5 г. 9. 0,5625. 10. 291 см<sup>3</sup>.

## 5.

1. Какую массу  $\text{SO}_3$  нужно растворить в 300 г раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей 49 %, чтобы получить олеум с массовой долей 20 %?

2. Сколько грамм  $\text{SO}_3$  нужно растворить в 200 г раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей 95 %, чтобы получить олеум с массовой долей 10 %?

3. Рассчитать массовую долю (в %) олеума, который может быть получен, если в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массой 1 кг, содержащей 0,036 массовых долей воды, растворить  $\text{SO}_3$  массой 0,2 кг?

4. Вычислите массу (г) серы, требующуюся для получения 300 г 15 %-ного раствора  $\text{SO}_3$  в серной кислоте.

5. Найдите количество вещества пирита, нужное для получения такой массы  $\text{SO}_3$ , чтобы при растворении последнего в 100 г раствора серной кислоты с массовой долей 91 %, получить олеум с массовой долей 12,5 %.

6. К 100 г раствора серной кислоты с массовой долей 27,2 % добавлено 20 г олеума с массовой долей 40 %. Сколько г  $\text{BaCl}_2$  надо, чтобы осадить все сульфат-ионы?

7. Какую массу воды следует добавить к 300 г олеума, содержащего 40 % серного ангидрида, чтобы получить водный раствор с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  70 %?

8. Олеум массой 8,8 г с содержанием  $\text{SO}_3$  37 % добавляют к 60 г 30 %-ной серной кислоты. Установить состав (в мас. %) полученного раствора.

9. Сколько (по массе, г) воды и сколько (по массе, г) 30 %-ного олеума потребуется для получения 100 г 9,8 %-ного раствора серной кислоты?

10. Вычислите массовую долю оксида серы (VI) в олеуме, в котором массовая доля серы равна 0,341.

11. Вычислите массы 20,0 %-ного олеума и 20,0 %-ного раствора серной кислоты, необходимые для приготовления 20,0 г 80,0 %-ного раствора серной кислоты.

12. Массовая доля серной кислоты в её растворе с молярной концентрацией 9,0 моль/дм<sup>3</sup> равна 61,74 %. Какой объём (см<sup>3</sup>) занимает такой раствор массой 100 г?

13. Укажите массовую долю (%) серной кислоты в водном растворе, в котором числа атомов водорода и кислорода равны между собой. Ответ округлите до целого числа.

**Ответы:** 1. 925 г. 2. 71,6 г. 3. 3,3 %. 4. 101,27 г. 5. 0,375 моль. 6. 104 г. 7. 167 г. 8. 40 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 60 % H<sub>2</sub>O. 9. 9,18 г; 90,82 г. 10. 19,7 %. 11. 14,2 г; 5,8 г. 12. 70 см<sup>3</sup>. 13. 73 %.

## 6.

1. Массовые доли пентагидрата сульфата марганца и моногидрата сульфата марганца в их смеси равны между собой. Какая максимальная масса этой смеси может раствориться в 8 моль воды? Растворимость безводного сульфата марганца (II) равна 65 г в 100 г воды.

2. Насыщенный при 100 °С раствор сульфата цинка массой 300 г охладили до 10 °С. Какая масса ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O выпадет в осадок, если при 100 °С в 100 г воды растворяется 60,5 г соли ZnSO<sub>4</sub>, а при 10 °С массовая доля насыщенного раствора ZnSO<sub>4</sub> равна 32,2 %?

3. Сульфит натрия массой 2,52 г обработали перманганатом калия в сернокислом растворе. Вычислите массу образовавшейся при этом соли марганца.

4. При обработке смеси сульфида калия и сульфата натрия избытком раствора йода образуется 3,20 г осадка. При добавлении в полученную смесь избытка йодида бария образуется дополнительно 11,65 г осадка. Вычислите массовые доли солей, находившихся в исходной смеси.

5. Смесь массой 20 г, содержащую медный купорос и натрий хлорид, растворили в воде. Затем к смеси добавили избыток раствора барий хлорида. В результате этого выпал осадок массой 9,32 г. Определите массовую долю натрий хлорида в исходной смеси.

6. К раствору, содержащему натрий карбонат химическим количеством 0,20 моль, добавили раствор, содержащий серную кислоту химическим количеством 0,10 моль. Какие соли и в каком химическом количестве образовались в этом опыте?

7. Какую массу (г) воды следует добавить к водному раствору аммоний сульфата массой 85,2 г с массовой долей соли 15,49 % , чтобы общее чис-

ло атомов всех элементов возросло в 2 раза? Ответ округлите до целого числа.

**8.** Массовая доля безводной соли в кристаллогидрате равна 64,0 %. Какую массу (г) кристаллогидрата надо взять для получения раствора массой 640 г с массовой долей безводной соли в нём, равной 50,0 %?

**9.** Какую массу (г) сера (IV) оксида надо пропустить в раствор калий гидроксида массой 140 г с массовой долей щелочи 35 %, чтобы в полученном растворе масса средней соли была в 3,95 раза больше массы кислой соли?

**10.** В порции серной кислоты объёмом 55,56 см<sup>3</sup> (массовая доля H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> равна 91 %, плотность — 1,8 г/см<sup>3</sup>) полностью растворили сера(VI) оксид. В результате этого массовая доля кислоты возросла до 96,25 %. Укажите массу (г) сера (VI) оксида, растворённого в кислоте (ответ округлите до целого числа).

**11.** Продукты полного сгорания 4,48 дм<sup>3</sup> сероводорода (н. у.) в избытке кислорода поглощены 53 мл 16 %-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,18 г/мл). Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке этого раствора избытком гидроксида бария.

**Ответы:** 1. 154,96 г. 2. 69,03 г. 3. 1,21 г. 4. 60,8 % K<sub>2</sub>S. 5. 50 %. 6. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,10 моль; NaHCO<sub>3</sub> 0,20 моль. 7. 81 г. 8. 500 г. 9. 32 г. 10. 20 г. 11. 7,98 % Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>; 19,76 % NaHSO<sub>3</sub>; 43,4 г.

#### Раздел 4. Элементы подгруппы азота и их соединения

##### *Основной объем учебного материала.*

Общая характеристика элементов VA-группы периодической системы. Положение в периодической системе и особенности электронного строения атомов. Закономерности изменения свойств атомов элементов VA-группы: заряд ядра, радиус атома, электроотрицательность. Азот и фосфор в природе, круговорот азота. Биологическое значение и применение азота, фосфора и их соединений.

Азот и фосфор: физические и химические свойства простых веществ, взаимодействие с кислородом, металлами. Аллотропные модификации фосфора.

Взаимодействие азота с водородом. Аммиак: строение молекулы, физические свойства. Получение в лаборатории. Основы промышленного синтеза аммиака. Химические свойства аммиака: взаимодействие с кислородом, водой, кислотами. Соли аммония. Качественная реакция на катионы аммония. Применение аммиака и его солей.

Понятие об оксидах азота (I, II, III, IV, V): графические формулы, окислительно-восстановительные свойства. Азотистая кислота: электронная и графическая формулы молекулы. Химические свойства азотистой кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами металлов, основаниями, солями. Нитриты.

Азотная кислота: состав молекулы, электронная и графическая формулы, физические свойства. Получение в лаборатории. Химические реакции, лежащие в основе промышленного получения азотной кислоты. Химические свойства азотной кислоты: взаимодействие с оксидами металлов, основаниями, солями. Особенности взаимодействия азотной кислоты с металлами. Окислительные свойства азотной кислоты на примере ее взаимодействия с металлами и неметаллами. Нитраты. Термическое разложение нитратов. Качественное определение нитратов. Содержание нитратов в питьевой воде и растениях и пути уменьшения их содержания в процессе приготовления пищи. Применение азотной кислоты и нитратов.

Оксиды фосфора (III, V): структура молекул, графические формулы. Получение оксидов фосфора, взаимодействие оксида фосфора (V) с водой. Фосфорная кислота: состав молекулы, электронные и графические формулы, кислотные свойства. Соли фосфорной кислоты: фосфаты, гидрофосфаты, дигидрофосфаты. Качественная реакция на фосфат-ионы. Применение ортофосфорной кислоты и фосфатов.

Важнейшие химические элементы, необходимые для развития растений. Минеральные удобрения. Условия рационального использования удобрений, проблема охраны окружающей среды. Производство минеральных удобрений в республике Беларусь.

## 1. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### ТЕСТ 1.

**1. В VA группе находятся элементы с одинаковым числом:**

- а) энергетических уровней в атоме;    б) протонов в ядре;  
в) валентных электронов в атоме;    г) нейтронов в ядре.

**2. Выберите верные утверждения. У всех атомов элементов VA группы в основном состоянии...**

- а) предвнешний уровень заполнен;  
б) спаренных электронов больше, чем неспаренных;  
в) различная энергия ионизации;  
г) одинаковая энергия сродства к электрону.

**3. Химические элементы VA группы различаются:**

- а) числом валентных атомных орбиталей;



- б) минимальной валентностью;  
в) максимальной валентностью;  
г) максимальной степенью окисления.
- 4. Укажите число протонов в ядре атома с электронной формулой  $\dots 3s^2 3p^3$ :**  
а) 3;      б) 5;      в) 15;      г) 25.
- 5. В какой паре обе частицы содержат неспаренный электрон?**  
а)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ;      б)  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ;  
в)  $\text{BH}_4$ ,  $\text{BH}_4^-$ ;      г)  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}^+$ .
- 6. Бинарные соединения металлов с азотом, фосфором, селеном соответственно называются:**  
а) нитриты, фосфиты, селениты;      б) нитриды, фосфиды, силициды;  
в) нитриты, фосфиты, силициты;      г) нитриды, фосфиды, селениды.
- 7. Для всех элементов VA группы верны утверждения:**  
а) формула высшего оксида  $\text{Э}_2\text{O}_5$ ;  
б) формула летучего водородного соединения  $\text{ЭH}_3$ ;  
в) в основном состоянии на внешнем уровне атома находится три неспаренных электрона;  
г) формула кислотного гидроксида в высшей степени окисления  $\text{H}_3\text{ЭO}_4$ .
- 8. Атомы как азота, так и фосфора:**  
а) в химических соединениях могут проявлять степени окисления от  $-3$  до  $+5$ ;  
б) проявляют в своих соединениях валентность от трех до пяти;  
в) проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства;  
г) в природе существуют в виде простых веществ, а также входят в состав минералов.
- 9. И азот, и белый фосфор:**  
а) при обычных условиях находятся в одном агрегатном состоянии;  
б) в твердом состоянии имеют молекулярную кристаллическую решетку;  
в) имеют одинаковое строение молекул;  
г) проявляют одинаковую химическую активность.
- 10. Укажите НЕверные утверждения:**  
а) связь  $\text{N} - \text{H}$  в молекуле аммиака более полярна, чем связь  $\text{P} - \text{H}$  в молекуле фосфина;  
б) основные свойства в ряду  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  уменьшаются, т. к. способность молекул присоединять протон увеличивается;  
в) в ряду  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{NH}_3$  температура кипения веществ увеличивается;  
г) кислота  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  сильнее ортофосфорной кислоты.

## ТЕСТ 2.

1. Укажите утверждения, верные для азота, как химического элемента:

- а) азот в природе находится как в свободном, так и в связанном состоянии;
- б) высшая валентность азота равна четырем;
- в) у азота химическая активность ниже, чем у белого фосфора;
- г) азот входит в состав воздуха.

2. Неверными для азота являются утверждения:

- а) имеет аллотропные модификации;
- б) высшая степень окисления азота в соединениях равна +5;
- в) максимальное число электронных орбиталей, которые атом азота может использовать для образования ковалентных связей, равно четырем;
- г) окислительные свойства азота слабее, чем у фосфора и мышьяка.

3. В каких соединениях степень окисления азота равна -3?

- а) магний нитрид;
- б) гидрат аммиака;
- в) аммоний гидросульфид;
- г) кальций нитрит.

4. Степень окисления атома азота такая же, как и в аммиаке:

- а)  $\text{NF}_3$ ;
- б)  $\text{NOBr}_3$ ;
- в)  $\text{NCl}_3$ ;
- г)  $\text{NH}_4^+$ .

5. Укажите формулы веществ, в которых валентность атома азота равна четырем:

- а)  $\text{AlCl}_3 \cdot \text{NH}_3$ ;
- б)  $\text{N}_2\text{O}_5$ ;
- в)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;
- г)  $\text{HNO}_2$ .

6. В каких парах частиц валентность и степень окисления атома азота по модулю НЕ совпадают?

- а)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$ ;
- б)  $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$  и  $\text{NOCl}$ ;
- в)  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{N}_2\text{H}_4$ ;
- г)  $\text{NH}_2\text{OH}$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

7. Укажите формулы веществ, в молекулах которых возможность образования ковалентных связей полностью НЕ реализована:

- а)  $\text{N}_2\text{H}_4$ ;
- б)  $\text{NH}_3$ ;
- в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- г)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ;
- д)  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ .

8. Укажите пары схем, в которых ковалентная связь образуется по донорно-акцепторному механизму:

- а)  $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ;
- б)  $\text{C}_{(\text{изб.})} + \text{O}_2 \rightarrow$  и  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;
- в)  $\text{NH}_3 + \text{AlCl}_3 \rightarrow$  и  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;
- г)  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow$  и  $\text{NH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow$ .

9. Укажите названия веществ, в которых валентность всех атомов азота равна четырем:

- а) гидрат гидросиламина;
- б) хлорид гидразина;
- в) гидрохлорид гидразина;
- г) сульфат метиламмония.

10. Атом азота только со степенью окисления +5 входит в состав:

- а)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;
- б)  $\text{N}_2\text{O}_4$ ;
- в)  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ;
- г)  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ .

**11. Атом азота может проявлять свойства как окислителя, так и восстановителя в каждом из веществ, формулы которых:**

- а)  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NO}$ ;      б)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2$ ;  
в)  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ;      г)  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2$ .

**12. В молекуле азота связь:**

- а) тройная;      б) ковалентная полярная;  
в) очень прочная;      г) состоит из одной  $\sigma$ - и двух  $\pi$ -связей.

**13. Азот в лаборатории можно получить:**

- а) нагреванием медь(II) оксида с аммиаком;  
б) термическим разложением натрий нитрата;  
в) перегонкой жидкого воздуха;  
г) прокаливанием аммоний нитрита.

**14. Азот реагирует без нагревания с:**

- а) магнием;    б) водородом;    в) кислородом;    г) фтором;    д) литием.

**15. При сгорании некоторого вещества образуются вода и азот. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,1. Молекулярная формула вещества:**

- а)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;    б)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ;    в)  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ;    г)  $\text{N}_2\text{H}_4$ .

**16. Объем газовой смеси (н. у.), состоящей из азота и водорода, равен  $2,24 \text{ дм}^3$ . Укажите относительную плотность этой газовой смеси по неону, если масса азота в нем равна 1,40 г:**

- а) 3,5;      б) 5;      в) 0,75;      г) 15.

### ТЕСТ 3

**1. Какую пространственную форму имеет молекула аммиака?**

- а) линейную;      б) плоскостную;  
в) тетраэдрическую;      г) пирамидальную.

**2. Охарактеризуйте химическую связь в молекуле аммиака:**

- а) валентный угол равен  $109^\circ$ ;  
б) атом азота находится в  $sp^3$ -гибридизации;  
в) три одинарных  $\sigma$ -связей;  
г) все связи ковалентные неполярные.

**3. По сравнению с какими газами аммиак является более тяжелым?**

- а) азот;      б) аргон;      в) гелий;      г) метан.

**4. Образование аммиака возможно при:**

- а) взаимодействии нитрида кальция с водой;  
б) термическом разложении гидрокарбоната аммония;  
в) взаимодействии сульфата аммония с гидроксидом калия;  
г) термическом разложении нитрита аммония;  
д) взаимодействии нитрида магния с соляной кислотой.

**5. Синтез аммиака является процессом:**

- а) обратимым;      б) окислительно-восстановительным;

в) экзотермичным; г) необратимым.

**6. Чтобы сместить равновесие  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  в сторону образования аммиака нужно:**

а) увеличить температуру; б) добавить в систему водород;  
в) увеличить в системе давление; г) изменить природу катализатора.

**7. В промышленности синтез аммиака проводят:**

а) при обычной температуре; б) при повышенной температуре;  
в) при нормальном давлении; г) в присутствии катализатора.

**8. В герметический сосуд поместили азот и водород, химические количества которых соответственно равны 4 моль и 6 моль. Смесь нагрели в присутствии катализатора. Массовая доля аммиака в смеси к тому моменту, когда в реакцию вступило 70 % водорода, равна:**

а) 0,211; б) 0,214; в) 0,296; г) 0,250.

**9. Аммиак проявляет основные свойства благодаря тому, что является:**

а) донором протона; г) донором неподеленной электронной пары;  
б) акцептором протона; в) акцептором неподеленной электронной пары.

**10. В катионе аммония:**

а) валентность атома азота равна четырем;  
б) содержится 3  $\sigma$ - и 1  $\pi$ -связь;  
в) степень окисления атома азота равна  $-4$ ;  
г) содержится 4  $\sigma$ -связи.

**11. При присоединении к молекуле аммиака катиона водорода изменяются:**

а) валентность атома азота;  
б) степень окисления атома азота;  
в) валентный угол  $H - N - H$ ;  
г) степень окисления одного из атомов водорода.

**12. Охарактеризуйте строение и химическую связь в ионе аммония:**

а) всего в ионе содержится 11 электронов;  
б) все связи являются ковалентными полярными;  
в) все связи образованы по обменному механизму;  
г) все связи равноценны, т.е. не отличаются по длине и энергии связи.

**13. Реагируя с каким числом веществ, формулы которых  $Cl_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $H_2SO_4$  (конц.),  $H_2O$ ,  $CuO$ ,  $H_2S$ , аммиак проявляет восстановительные свойства?**

а) 3; б) 4; в) 5; г) 2.

**14. Смесь кислорода и аммиака объемом  $100 \text{ см}^3$  (н. у.) пропустили через избыток раствора кислоты. Укажите массу (г) непоглощенного газа, если объемная доля аммиака в исходной смеси равна 37 %:**

а) 90; б) 28,08; в) 0,053; г) 0,090.



3. Укажите тип кристаллической решетки аммоний нитрата:  
 а) атомная; в) ионная; б) молекулярная; г) металлическая.
4. Отметьте схемы реакций, продуктом которых может быть соль аммония:  
 а)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$  б)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow$   
 в)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow$  г)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
5. Растворение хлорида аммония в воде можно отразить схемой  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{ж})} - Q$ . Растворимость этой соли в воде можно повысить:  
 а) повышая температуру;  
 б) увеличивая степень измельчения соли;  
 в) увеличивая объем воды;  
 г) интенсивным перемешиванием раствора.
6. Водный раствор аммоний сульфата объемом  $200 \text{ см}^3$  содержит ионы суммарным химическим количеством  $0,60$  моль. Молярная концентрация (моль/ $\text{дм}^3$ ) аммоний сульфата в данном растворе равна:  
 а)  $0,001$ ; б)  $0,01$ ; в)  $0,1$ ; г)  $1$ .
7. Чтобы получить аммоний гидросульфид, следует смешать аммиак и сероводород в объемном соотношении соответственно:  
 а)  $1 : 2$ ; б)  $2 : 1$ ; в)  $1 : 1$ ; г)  $2 : 2$ .
8. Термическое разложение каких из следующих солей катиона аммония может идти с изменением степени окисления элементов?  
 а) аммоний гидрокарбонат; б) аммоний нитрит;  
 в) аммоний нитрат; г) аммоний хлорид.
9. Укажите вещества, с которыми будет реагировать водный раствор аммоний сульфата:  
 а) кальций гидроксид; б) соляная кислота;  
 в) барий нитрат; г) калий хлорид.
10. Отметьте схемы реакций, протекающих в водном растворе необратимо:  
 а)  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$  б)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$   
 в)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$  г)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
11. Отметьте схемы осуществимых реакций:  
 а)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$  б)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{HS} \rightarrow$   
 в)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow$  г)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
12. Укажите уравнения реакций, являющихся качественными на соль аммония:  
 а)  $\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  
 б)  $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ;  
 в)  $\text{NH}_4\text{HS} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4$ .

**13. Все соли аммония разлагаются щелочами с выделением:**

- а)  $N_2$ ; б)  $NO$ ; в)  $NH_3$ ; г)  $NO_2$ .

**ТЕСТ 5.**

**1. При какой степени окисления атома азота массовая доля кислорода в его оксиде равна 69,6 %?**

- а) +1; б) +2; в) +3; г) +4; д) +5.

**2. Только солеобразующие оксиды находятся в рядах:**

- а)  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ; б)  $N_2O_3$ ,  $NO$ ,  $N_2O_5$ ;  
в)  $N_2O_5$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ ; г)  $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ .

**3. Азот (II)-оксид преимущественно образуется:**

- а) при прокаливании аммоний нитрата;  
б) в взаимодействии ртути с разбавленной азотной кислотой;  
в) в взаимодействии меди с концентрированной азотной кислотой;  
г) каталитическом окислении аммиака;  
д) растворении азот(IV)-оксида в холодной воде;  
е) при растворении азот(IV)-оксида в горячем растворе щелочи.

**4. При обычных условиях возможно взаимодействие азот (II)-оксида:**

- а) с кислородом; б) водой; в) щелочью; г) с кислотой.

**5. Получение азот(IV)-оксида невозможно при прокаливании:**

- а) кальций нитрата; б) цинк нитрата;  
в) цезий нитрата; г) серебро нитрата.

**6. При взаимодействии азот(IV)-оксида с водой возможно образование:**

- а)  $HNO_3$ ; б)  $N_2O$ ; в)  $NO$ ; г)  $HNO_2$ .

**7. Только натрий нитрат и вода образуются при взаимодействии натрия гидроксида и азот(IV)-оксида:**

- а) при обычной температуре;  
б) при нагревании;  
в) в присутствии кислорода;  
г) образование этих веществ в данных условиях невозможно.

**8. Азот(IV)-оксид массой 4,6 г пропустили через горячий раствор калий гидроксида в отсутствие кислорода. При этом образовался калий нитрат химическим количеством:**

- а) 0,05 моль; б) 0,0667 моль; в) 0,1 моль; г) 0,4 моль.

**9. Укажите пару веществ, взаимодействие между которыми при обычных условиях будет окислительно-восстановительным процессом:**

- а)  $NO$  и  $H_2O$ ; б)  $N_2O_3$  и  $H_2O$ ; в)  $NO_2$  и  $H_2O$ ; г)  $N_2O_5$  и  $H_2O$ .

**10. При растворении каких веществ в воде лакмус дает красную окраску?**

- а)  $NO_2$ ; б)  $NO$ ; в)  $NH_3$ ; г)  $N_2O_3$ ; д)  $N_2O$ .

**11. Азотистая кислота при взаимодействии с другими веществами может проявлять следующие свойства:**

- а) восстановительные;      б) окислительные;  
в) основные;                      г) кислотные.

**12. Охарактеризуйте процесс  $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ :**

- а) процесс окисления;  
б) процесс принятия электронов атомами кислорода;  
в) процесс восстановления;  
г) процесс отдачи электронов атомами азота.

**13. Как азотистая кислота, так и ее соли реагируют:**

- а) с водой;                      б) кислородом;  
в) натрий сульфатом;      г) с кремневой кислотой.

**14. При взаимодействии калий нитрита с аммоний хлоридом возможен процесс:**

- а) обмена;                      б) окислительно-восстановительный;  
в) соединения;              г) без изменения степени окисления.

**15. Восстановительные свойства азотистая кислота или ее соли проявляют в следующих схемах реакций:**

- а)  $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      б)  $\text{CaSiO}_3 + \text{HNO}_2 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_2 \rightarrow$ ;      г)  $\text{KI} + \text{NaNO}_2 \rightarrow$ ;      д)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .

**16. Какие частицы присутствуют в водном растворе азотистой кислоты?**

- а)  $\text{H}^+$ ;      б)  $\text{HNO}_2$ ;      в)  $\text{NO}_2^-$ ;      г)  $\text{H}_2\text{O}$ .

**17. Концентрация продиссоциировавших молекул азотистой кислоты уменьшится:**

- а) при разбавлении раствора кислоты водой;  
б) добавлении небольшого количества калий гидроксида;  
в) добавлении калий нитрита;  
г) при добавлении соляной кислоты.

## ТЕСТ 6

**1. Раствор объемом  $200 \text{ см}^3$  содержит азотную кислоту массой 1,26 г. рН этого раствора равен:**

- а) 4;      б) 1;      в) 2;      г) 3.

**2. Если в раствор азотной кислоты с молярной концентрацией кислоты  $0,001 \text{ моль/дм}^3$  добавить избыток калий гидроксида, то возможно изменение рН раствора:**

- а) увеличение с 7 до 10;      б) уменьшение с 7 до 3;  
в) увеличение с 3 до 10;      г) уменьшение с 10 до 3.

**3. Для азотной кислоты верны следующие утверждения:**

- а) значения валентности и степени окисления атома азота по модулю не совпадают;  
б) все атомы кислорода проявляют валентность равную двум;



в) окислительные свойства азотная кислота проявляет за счет иона  $\text{NO}_3^-$ ;  
г) окислительные свойства азотной кислоты в реакциях с металлами при разбавлении ее водой увеличиваются.

**4. Азотная кислота образуется при взаимодействии:**

- а) водного раствора калий нитрата с серной кислотой;
- б) нитрата бария с соляной кислотой;
- в) азот (II)-оксида с водой при нормальных условиях;
- г) кристаллического кальций нитрата с концентрированной серной кислотой при умеренном нагревании;
- д) водного раствора серебро нитрата с соляной кислотой.

**5. Укажите уравнения реакций, для осуществления которых в промышленности используют катализаторы:**

- а)  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ;
- в)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ ;                      г)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ .

**6. В промышленности азотную кислоту получают по следующей схеме  $\text{NH}_3 \xrightarrow{1} \text{NO} \xrightarrow{2} \text{NO}_2 \xrightarrow{3} \text{HNO}_3$ . Все три процесса: а) окислительно-восстановительные; б) каталитические; в) обратимые; г) экзотермические; д) проводят при повышенной температуре; е) проводят при повышенном давлении. Число верных утверждений равно:**

- а) 3;      б) 4;      в) 5;      г) 2.

**7. Реагируя с какими веществами, азотная кислота проявляет общие свойства кислот?**

- а) калий гидроксидом;      б) стронций оксидом;
- в) цинк сульфидом;      г) кальций силикатом.

**8. Какие из следующих простых веществ можно растворить в концентрированной азотной кислоте?**

- а) ртуть;      б) платина;      в) фосфор;      г) кремний.

**9. С каким числом веществ, формулы которых  $\text{HI}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ , будет вступать в окислительно-восстановительные реакции концентрированная азотная кислота?**

- а) 3;      б) 4;      в) 5;      г) 6.

**10. При взаимодействии азотной кислоты с металлом в зависимости от концентрации кислоты и активности металла продуктами реакции, кроме соли и воды, могут быть:**

- а)  $\text{N}_2$ ;      б)  $\text{NO}$ ;      в)  $\text{NO}_2$ ;      г)  $\text{N}_2\text{O}$ ;      д)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

**11. При взаимодействии азотной кислоты массой 0,315 г с некоторым металлом атомы окислителя присоединили  $2,408 \cdot 10^{22}$  электронов. Продуктом восстановления азотной кислоты является:**

- а) азот;      б) аммиак;      в) азот(IV)-оксид;      г) азот(II)-оксид.

**12. На холоду концентрированная азотная кислота НЕ реагирует:**

- а) с алюминием;      б) серебром;      в) железом;
- г) свинцом;      д) с хромом.

**13. В отличие от разбавленной соляной кислоты, разбавленная азотная кислота реагирует:**

а) с магнием; б) баритовой водой; в) кальцитом; г) с серебром.

**14. Какой реагент или смесь реагентов растворяют золото?**

а)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.); б)  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ ; г)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ .

**15. На сплав железа и меди подействовали концентрированной азотной кислотой при комнатной температуре. Формулы основных продуктов реакции указаны в ряду:**

а)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;

**16. Сколько моль окислителя расходуется непосредственно на окисление (без учета солеобразования) 2 моль меди в реакции с концентрированной азотной кислотой?**

а) 2; б) 4; в) 6; г) 8.

**17. Укажите, сколько моль  $\text{HNO}_3$  расходуется на солеобразование при окислении 3 моль меди разбавленной азотной кислотой:**

а) 8; б) 2; в) 4; г) 6.

**18. Сумма коэффициентов перед окислителем и восстановителем в ОВ реакции  $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  равна:**

а) 14; б) 16; в) 6; г) 7.

**19. Укажите сумму коэффициентов перед формулами веществ в уравнении ОВР, протекающей по схеме  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ :**

а) 12; б) 14; в) 10; г) 16.

**20. В результате какой из реакций, схемы которых приведены ниже, выделяется газ, плотность которого по кислороду равна 1,4375:**

а)  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.); б)  $\text{Ag} + \text{HNO}_3$  (конц.);  
в)  $\text{Hg} + \text{HNO}_3$  (разб.); г)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.).

**21. Формулы основных продуктов взаимодействия железо(II)-оксида с азотной кислотой указаны в ряду:**

а)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

**22. С какими из следующих веществ азотная кислота реагирует без изменения степени окисления элементов реагирующих веществ?**

а)  $\text{ZnO}$ ; б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; в)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; г)  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

**23. Укажите формулы веществ, которые реагируют с азотной кислотой с повышением степени окисления металла:**

а)  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ; б)  $\text{CuS}$ ; в)  $\text{FeSO}_4$ ; г)  $\text{FeS}_2$ .

## ТЕСТ 7.

**1. При добавлении к каким веществам избытка водного раствора натрий гидроксида образуется натрий нитрат?**

а) азотная кислота; б) барий нитрат;

- в) магний нитрат; г) алюминий нитрат.
- 2. Нитрат НЕ образуется при взаимодействии:**  
 а)  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{Cr}$  и  $\text{HNO}_3$ (конц.) в обычных условиях;  
 в)  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ (конц.); г)  $\text{NO}_2$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (холодный р-р).
- 3. При термическом разложении свинец(II) нитрата происходит выделение:**  
 а)  $\text{N}_2$ ; б)  $\text{NO}$ ; в)  $\text{NO}_2$ ; г)  $\text{O}_2$ .
- 4. Сумма коэффициентов в уравнении реакции термического разложения железо(III) нитрата равна:**  
 а) 4; б) 6; в) 11; г) 21.
- 5. Концентрированная азотная кислота разлагается на свету или нагревании с образованием тех же газообразных продуктов разложения, что и при термическом разложении:**  
 а) барий нитрата; б) алюминий нитрата;  
 в) магний нитрата; г) аммоний нитрата.
- 6. Свободный металл образуется при термическом разложении**  
 1)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; 2)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ; 3)  $\text{AgNO}_3$ ; 4)  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ ; 5)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ;  
 б)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ :  
 а) 2, 3, 4, 6; б) 2, 4, 5; в) 2, 3, 4, 5; г) 2, 3, 4.
- 7. Выберите утверждения, верные для реакции термического разложения нитрата серебра:**  
 а) степень окисления изменяют два элемента;  
 б) степень окисления изменяют три элемента;  
 в) нитрат-ион проявляет только окислительные свойства;  
 г) является внутримолекулярной окислительно-восстановительной реакцией.
- 8. Сколько моль электронов переходит от восстановителя к окислителю при полном термическом разложении железо(II) нитрата массой 72 г?**  
 а) 0,8; б) 0,4; в) 1,6; г) 1,0.
- 9. Молярная масса твердого вещества X, образовавшегося в превращении  $\text{Ag} \xrightarrow{+\text{HNO}_3(\text{разб})} \dots \xrightarrow{\text{O}_2} \dots \xrightarrow{\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2} \dots \xrightarrow{t^0} \text{X}$ , равна:**  
 а) 164; б) 132; в) 96; г) 56.
- 10. Порции магний карбоната и магний нитрата, взятые в равных химических количествах, прокалили по отдельности до постоянной массы. При этом:**  
 а) отношение масс твердых продуктов разложения равно 1 : 1;  
 б) отношение химических количеств твердых продуктов разложения равно 2 : 7;  
 в) отношение химических количеств газообразных продуктов разложения равно 1 : 5;  
 г) отношение объемов газообразных продуктов разложения равно 2 : 5.

**11. Какие соли при нагревании дают вспышку с порошком углерода?**

- а)  $\text{KNO}_3$ ; б)  $\text{NaNO}_2$ ; в)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; г)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ; д)  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ .

**ТЕСТ 8.**

**1. Укажите соединения, в которых степень окисления атома фосфора равна  $-3$ :**

- а)  $\text{PBr}_3$ ; б)  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ; в)  $\text{HPO}_3$ ; г)  $\text{PH}_3$ .

**2. Укажите формулы частиц, в которых валентность атома фосфора равна пяти:**

- а)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; б)  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ; в)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; г)  $\text{PO}_3^-$ .

**3. Формулы соединений или частиц, в которых валентность всех атомов совпадает с их степенью окисления (по модулю):**

- а)  $\text{POCl}_3$ ; б)  $\text{PH}_4^+$ ; в)  $\text{PCl}_5$ ; г)  $\text{P}_4$ .

**4. Степень окисления атома фосфора равна  $+5$  в соединениях, формулы которых:**

- а)  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ; б)  $\text{CaHPO}_4$ ; в)  $\text{K}_2\text{HPO}_3$ ; г)  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .

**5. В каких схемах атомы фосфора окисляются?**

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{PO}_4^{3-}$ ; б)  $2\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ ;  
в)  $\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; г)  $\text{PCl}_3 \rightarrow \text{PCl}_5$ .

**6. Укажите НЕверные для фосфора, как простого вещества, утверждения:**

- а) используется для производства спичек;  
б) является постоянной составной частью тканей организмов человека, животных и растений;  
в) восстановительные свойства фосфора более выражены, чем у азота;  
г) валентные электроны у атома фосфора находятся на третьем энергетическом уровне;

**7. Красный фосфор в отличие от белого фосфора:**

- а) химически менее активен;  
б) имеет молекулярную кристаллическую решетку;  
в) при нагревании до  $400^\circ\text{C}$  возгоняется;  
г) имеет характерный чесночный запах.

**8. Масса молекулы фосфора при некоторых условиях составляет  $1,03 \cdot 10^{-22}$  г. Сколько атомов фосфора входит в состав его молекулы при этих условиях?**

- а) 2; б) 4; в) 1; г) 3.

**9. В молекуле белого фосфора:**

- а) валентность атома фосфора равна трем;  
б) число  $\sigma$ -связей равно шести;  
в) степень окисления атома фосфора  $-3$ ;  
г) валентный угол равен  $60^\circ$ .

**10. Укажите число соединений из указанных:  $\text{Cl}_2$ , S,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Li,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.),  $\text{KClO}_3$ , реагируя с которыми фосфор проявляет восстановительные свойства:**

- а) 4;    б) 5;    в) 6;    г) 7.

**11. Фосфор в отличие от азота практически не взаимодействует:**

- а) с кальцием;    б) водородом;    в) кислородом;    г) с хлором.

**12. В реакциях с какими веществами как сера, так и фосфор проявляют свойства восстановителя?**

- а) кислород;    б) хлор;    в) алюминием;    г) магний.

**13. В промышленности фосфор получают:**

- а) спеканием бертолетовой соли с фосфор(V)-оксидом;  
б) прокаливанием апатита с песком и коксом;  
в) термическим разложением кальций фосфата;  
г) прокаливанием калийной селитры с углеродом и серой.

**14. Верными являются утверждения:**

- а) валентный угол  $\text{H} - \text{P} - \text{H}$  в молекуле фосфина больше валентного угла  $\text{H} - \text{N} - \text{H}$  в молекуле аммиака;  
б) фосфин можно получить при действии водой или кислотой на фосфиды металлов;  
в) в отличие от аммиака, фосфин способен к самовоспламенению на воздухе;  
г) массовая доля водорода в фосфине равна 8,8 %.

## ТЕСТ 9.

**1. Массовая доля фосфора в его оксиде составляет 43,6 %. Укажите формулу оксида, если плотность его паров по воздуху равна 9,79:**

- а)  $\text{P}_2\text{O}_3$ ;    б)  $\text{P}_4\text{O}_6$ ;    в)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;    г)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ .

**2. Оксиды фосфора(III) и (V) различаются:**

- а) агрегатным состоянием;  
б) типом кристаллической решетки;  
в) числом  $\sigma$ -связей в своих молекулах;  
г) числом  $\pi$ -связей в своих молекулах.

**3. Образование каких из нижеуказанных кислот возможно при взаимодействии фосфор(V)-оксида с водой?**

- а)  $\text{HPO}_3$ ;    б)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;    в)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;    г)  $\text{H}_3\text{PO}_3$ .

**4. С какими из перечисленных веществ будет взаимодействовать фосфор(V)-оксид?**

- а)  $\text{CO}_2$ ;    б)  $\text{Li}_2\text{O}$ ;    в)  $\text{CsOH}$ ;    г)  $\text{BaCO}_3$ .

**5. Зная, что фосфор(V)-оксид является сильнейшим водоотнимающим реагентом, укажите формулы продуктов взаимодействия данного оксида по отдельности с азотной и серной кислотами:**

- а)  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ;    б)  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$ ;

в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ;      г)  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ .

**6. Фосфорная кислота:**

- а) при температуре 25 °С является твердым веществом;
- б) образует два вида солей;
- в) может вступать в реакцию этерификации со спиртами;
- г) не проявляет окислительных свойств за счет аниона  $\text{PO}_4^{3-}$ .

**7. Укажите схему реакции, в которой ортофосфорная кислота выступает как двухосновная:**

- а)  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;
- б)  $2\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

**8. Ортофосфорную кислоту можно получить:**

- а) растворением фосфор(III)-оксида в воде;
- б) нагреванием раствора метафосфорной кислоты;
- в) окислением фосфора разбавленной серной кислотой;
- г) окислением фосфора концентрированной азотной кислотой;
- д) действием концентрированной серной кислотой на барий гидрофосфат;
- е) пропусканием углекислого газа через водный раствор калий фосфата.

**9. Степень диссоциации меньше всего для процесса:**

- а)  $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ ;
- б)  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;
- в)  $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ .

**10. Суммарное число протонов и электронов в анионе  $\text{PO}_4^{3-}$  равно:**

- а) 47;    б) 50;    в) 94;    г) 97.

**11. Рассчитайте химическое количество (моль) ионов водорода в растворе, содержащем фосфорную кислоту массой 4,9 г. Степень диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  по первой ступени равна 6 % (диссоциацией по второй и третьей ступеням пренебречь).**

- а) 0,03;    б) 0,009;    в) 0,09;    г) 0,003.

**12. Какие вещества реагируют с ортофосфорной кислотой?**

- а) ортофосфат кальция;    б) нитрат натрия;    в) нитрат серебра;
- г) дигидроортофосфат калия;    д) гидросульфид калия.

**13. С какими веществами реагирует как ортофосфорная кислота, так и кальций гидроксид?**

- а) дигидроортофосфат кальция;    б) хлорид калия;
- в) гидрокарбонат кальция;    г) карбонат калия.

**14. Укажите НЕверные утверждения. Как азотная, так и фосфорная кислота:**

- а) являются сильными кислотами;
- б) могут проявлять окислительные свойства;

- в) легко разлагаются на свету;
- г) могут реагировать с неметаллами.

**15. Отметьте формулы веществ, с которыми возможно взаимодействие как ортофосфорной, так и разбавленной азотной кислоты:**

- а) Cu;    б) Mg;    в) AgNO<sub>3</sub>;    г) NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>

**16. С помощью какого реактива можно различить соляную, азотную и фосфорную кислоты, находящиеся в трех разных пробирках без этикеток?**

- а) KOH;    б) BaCl<sub>2</sub>;    в) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;    г) AgNO<sub>3</sub>.

### ТЕСТ 10

**1. Химическое количество (моль) ионов в растворе, содержащем аммоний фосфат массой 29,8 г, равно:**

- а) 0,4;    б) 0,8;    в) 0,6;    г) 0,2.

**2. Укажите название солей, у которых заряд кислотного остатка равен 2-:**

- а) дигидрофосфат аммония;    б) гидрокарбонат магния;
- в) гидрофосфат калия;    г) сульфат алюминия.

**3. При написании формул каких солей допущены ошибки?**

- а) BaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>;    б) Ca(HPO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>;    в) MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>;
- г) AlPO<sub>4</sub>;    д) KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

**4. Укажите формулы гидроортофосфатов:**

- а) Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>;    б) K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>;    в) NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>;    г) SrHPO<sub>4</sub>.

**5. Укажите схемы реакций, приводящих к образованию дигидроортофосфата калия (коэффициенты расставлены):**

- а) 1 моль KOH + 1 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> →    б) 1 моль KOH + 1 моль KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> →
- в) 4 моль KOH + 1 моль P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> →    г) 2 моль KOH (p-p) + 1 моль P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> →

**6. К раствору, содержащему 9,8 г ортофосфорной кислоты, добавили натрий гидроксид массой 10 г. В результате реакции получили:**

- а) натрий фосфат;
- б) смесь натрий фосфата с натрий гидрофосфатом;
- в) натрий гидрофосфат;
- г) смесь натрий гидрофосфата с натрий дигидрофосфатом.

**7. При взаимодействии какой пары веществ с заданным химическим количеством вещества образуется смесь двух солей фосфорной кислоты?**

- а) 0,015 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 0,01 моль KOH;
- б) 0,01 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 0,02 моль KOH;
- в) 0,02 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 0,05 моль KOH;
- г) 0,02 моль H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 0,07 моль KOH.

**8. С какими веществами может реагировать дигидрофосфат аммония?**

- а) гидроксидом калия;    б) аммиаком;    в) серной кислотой;
- г) хлоридом натрия;    д) гидроксидом бария;

е) ортофосфорной кислотой.

**9. Дигидрофосфат калия можно перевести в гидрофосфат калия:**

- а) водой; б) ортофосфорной кислотой;  
в) гидроксидом калия; г) нитратом серебра;

**10. Какими из веществ, формулы которых приведены ниже, надо подействовать на кальций ортофосфат, чтобы получить кальций гидроортофосфат:**

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; б)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; в)  $\text{KOH}$ ; г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**11. Укажите схему неосуществимой реакции:**

- а)  $\text{BaHPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  б)  $\text{KHS} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$   
в)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$  г)  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow$

**12. Укажите формулы веществ, с которыми водный раствор натрия фосфата реагирует с образованием осадка:**

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; б)  $\text{AgNO}_3$ ; в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; г)  $\text{CaCl}_2$ .

**13. Укажите формулу вещества, с которым реагирует гидроортофосфат калия, но не реагирует ортофосфат калия:**

- а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.); г)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

**ТЕСТ 11.**

**1. В каком(их) ряду(ах) все указанные элементы входят в состав микроудобрений?**

- а) железо, кальций, магний; б) марганец, бор, медь;  
в) калий, азот, фосфор; г) цинк, молибден, кремний.

**2. Укажите название азотного удобрения, формула которого соответствует веществу X в схеме превращений  $\text{N}_2 \xrightarrow{+\text{Ca}, t^0} \dots \xrightarrow{+\text{HCl}(\text{изб.})} \dots$**

**$\dots \xrightarrow{t^0} \dots \xrightarrow{+\text{CO}_2, P} \text{X}$ :**

- а) аммоний карбонат; б) аммофоска;  
в) мочеви́на (карбамид); г) аммиачная вода.

**3. В каком азотном удобрении массовая доля азота выше?**

- а) натриевая (чилийская) селитра; б) аммиачная селитра;  
в) калийная (индийская) селитра; г) кальциевая селитра.

**4. При действии на известняк массой 80 кг азотной кислотой получили кальциевую селитру массой 125 кг. Массовая доля (%) примесей в известняке равна:**

- а) 40; б) 46,5; в) 60; г) 53,5.

**5. Массовая доля (%) фосфор(V)-оксида в составе двойного суперфосфата равна:**

- а) 45,8; б) 60,7; в) 27,1; г) 31,8.

**6. Минеральное удобрение аммофос представляет собой смесь солей:**

- а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; б)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  
в)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaHPO}_4$ ; г)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .



7. Основным компонентом удобрения, которое можно получить на дачном участке, не используя химических реагентов, является:

а)  $K_2SO_4$ ; б)  $KCl$ ; в)  $K_2CO_3$ ; г)  $KNO_3$ .

8. Укажите названия комплексных удобрений:

а) преципитат; б) аммофос; в) поташ; г) аммофоска.

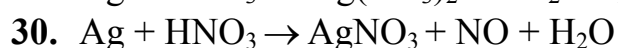
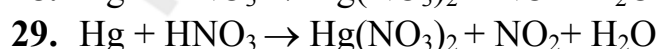
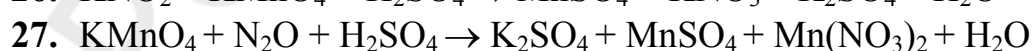
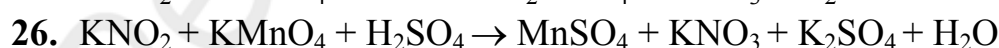
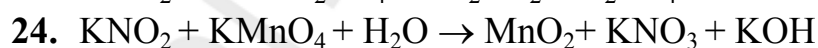
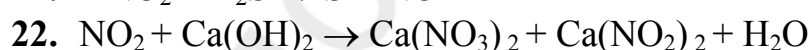
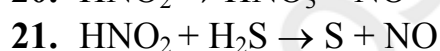
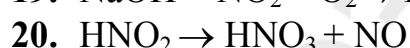
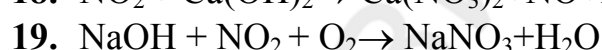
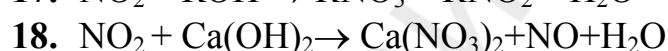
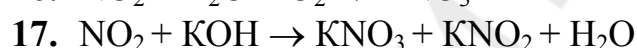
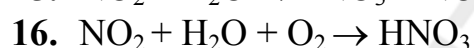
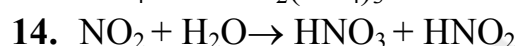
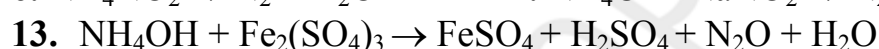
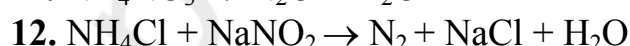
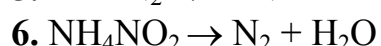
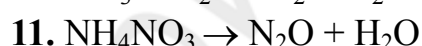
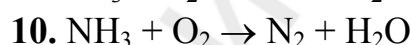
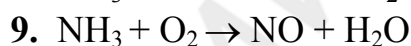
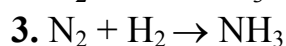
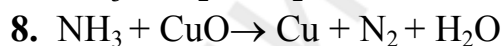
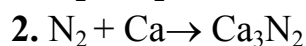
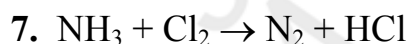
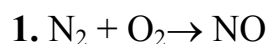
9. Массовая доля фосфора в составе апатита равна 15 %. Рассчитайте массовую долю (%) кальций фосфата в составе апатита (считать, что весь фосфор входит в состав  $Ca_3(PO_4)_2$ ):

а) 81,3; б) 75; в) 25; г) 18,45.

10. Массовая доля  $P_2O_5$  в составе фосфорита равна 40 %. Укажите массовую долю (%) кальций фосфата в составе фосфорита:

а) 12,7; б) 60; в) 77,4; г) 87,3.

II. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях. Укажите окислители и восстановители.



32.  $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
33.  $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
34.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
35.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
36.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
37.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
38.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
39.  $\text{P} + \text{HNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
40.  $\text{S} + \text{HNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
41.  $\text{P} + \text{HNO}_3(\text{р}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
42.  $\text{S} + \text{HNO}_3(\text{р}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
43.  $\text{C} + \text{HNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
44.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
45.  $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
46.  $\text{FeO} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
47.  $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
48.  $\text{FeS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
49.  $\text{Sb}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{SbO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
50.  $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NO}$
51.  $\text{Ru} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{RuCl}_6] + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
52.  $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2$
53.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2$
54.  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
55.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
56.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
57.  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
58.  $\text{P} + \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2$
59.  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_3$
60.  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$
61.  $\text{P} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_3$
62.  $\text{P} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{PBr}_5$
63.  $\text{P} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{P}_2\text{O}_5$
64.  $\text{P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_2$
65.  $\text{P} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$
66.  $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$

**III. Запишите уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

1.  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$
2.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$

3.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$
4.  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{O}_2$
5.  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
6.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
7.  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$
8.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
9.  $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}$
10.  $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{N}_2$
11.  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
12.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
13.  $\text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
14.  $\text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$
15.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2$
16.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
17.  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_2$
18.  $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}$
19.  $\text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
20.  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{Li}_3\text{N}$
21.  $\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$
22.  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{HNO}_2$
23.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
24.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{KNO}_2$
25.  $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$
26.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
27.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3$
28.  $\text{Zn} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}_2$
29.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}$
30.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{O}_2$
31.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}$
32.  $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{HNO}_3$
33.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
34.  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{NO}_2$
35.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}$
36.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
37.  $\text{KBr} \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{NO}_2$
38.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}_2$
39.  $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{KCl}$
40.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
41.  $\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
42.  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$

43.  $P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$
44.  $PH_3 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ba(H_2PO_4)_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2$
45.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2$
46.  $NH_3 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \rightarrow (NH_4)_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$
47.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow BaHPO_4 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow P$
48.  $As_2O_3 \rightarrow As_2O_5 \rightarrow H_3AsO_4 \rightarrow K_3AsO_4 \rightarrow Ba_3(AsO_4)_2$
49.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$
50.  $P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow H_3PO_4$
51.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2$
52.  $P_2O_5 \rightarrow NH_4H_2PO_4 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow HNO_3$
53.  $NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow NaNO_3 \rightarrow NaNO_2$
54.  $HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NH_4H_2PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$
55.  $KClO_3 \rightarrow O_2 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow H_3PO_4$
56.  $Na \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow H_3PO_4$
57.  $CaHPO_4 \rightarrow NH_4H_2PO_4 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2$
58.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow H_3PO_4$
59.  $P \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4 \rightarrow K_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4$
60.  $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \rightarrow P$

#### IV. Решите следующие задачи:

##### Азот.

1. В природной смеси азот представлен двумя стабильными нуклидами: азот-14 и азот-15. Приняв относительную атомную массу азота равной 14,007, рассчитайте, какое число атомов азота-14 приходится на 1 атом азота-15 в природной смеси.
2. В порции азота содержится  $12,04 \cdot 10^{25}$  атомов. Какой объем займет эта порция азота при  $27^\circ C$  и  $202,6$  кПа?
3. Какую массу азота (кг) можно получить из воздуха объемом  $60$  м<sup>3</sup>? Объем измерен при  $95$  кПа и  $22^\circ C$ .
4. Объем газа, состоящего из азота и водорода, при давлении  $120$  кПа и  $0^\circ C$  равен  $1,89$  дм<sup>3</sup>. Определите плотность газовой смеси по кислороду, если масса водорода в смеси равна  $0,1$  г.
5. Массовое отношение водорода и аммиака в смеси  $6 : 17$ . При добавлении неизвестного газа X, объем которого равен объему аммиака, плотность смеси возросла в  $1,913$  раз. Найдите молярную массу газа X.
6. Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из азота, этилена и неизвестного газа, равна  $15$ . Установите возможную формулу неизвестного газа, если объемные доли азота и этилена равны по  $25\%$ .
7. К смеси азота, водорода и метана объемом  $130$  см<sup>3</sup> добавили  $200$  см<sup>3</sup> кислорода и взорвали. После окончания реакции и охлаждения ее продуктов объем газа составил  $144$  см<sup>3</sup>. После пропускания этих продуктов через

щелочь объем газа уменьшился до  $72 \text{ см}^3$ . Определите объемные доли газов в исходной смеси.

**8.** Особо чистый азот получают разложением при температуре  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  натрий азида по схеме:  $\text{NaN}_3 \rightarrow \text{Na} + \text{N}_2$ . Какой объем ( $\text{дм}^3$ , н. у.) азота можно получить при термическом разложении натрий азида массой  $10 \text{ г}$ .

**9.** Достаточно чистый азот в лабораторных условиях можно получить путем разложения аммоний нитрита в водном растворе при температуре  $70\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Практически, азот таким образом получают сливанием растворов нитрита металла (щелочного или щелочноземельного) и соли аммония. Какой объем  $10 \%$  раствора аммоний сульфата с пл.  $1,057 \text{ г/см}^3$  и какую навеску моногидрата барий нитрита необходимо взять, чтобы полученным азотом можно было заполнить бокс объемом  $20 \text{ дм}^3$  при  $16 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $100 \text{ кПа}$ ?

**10.** При комнатной температуре металлический литий может реагировать как с кислородом, так и с азотом, содержащимися в воздухе. Навеску лития массой  $1,40 \text{ г}$  оставили на долгое время на воздухе, после чего ее масса оказалась равной  $2,60 \text{ г}$ . Полагая, что в воздухе не содержится паров воды, рассчитайте массовую долю литий нитрида в полученном продукте.

**11.** После нагревания металла массой  $18 \text{ г}$  в атмосфере азота  $5 \%$  полученного нитрида разложили водой и получили  $336 \text{ см}^3$  (н. у.) газа. Установите формулу нитрида, если степень окисления металла  $+2$ .

**Ответы:** 1.  $142$ . 2.  $1,23 \text{ м}^3$ . 3.  $50,8$ . 4.  $0,47$ . 5.  $32$ . 6.  $\text{O}_2$ . 7.  $23,1 \%$ ;  $21,5 \%$ ;  $55,4 \%$ . 8.  $5,17$ . 9.  $520 \text{ см}^3$  и  $102,82 \text{ г}$ . 10.  $53,8$ . 11.  $\text{Ca}_3\text{N}_2$

### **Аммиак. Соли аммония.**

**1.** Относительная плотность паров соединения X по водороду равна  $8,50$ . При полном сжигании этого соединения массой  $6,80 \text{ г}$  в кислороде образовалась вода массой  $10,8 \text{ г}$  и азот объемом  $4,48 \text{ дм}^3$  (н. у.). Какова молекулярная формула вещества X?

**2.** Смесь  $40 \text{ см}^3$  неизвестного газа с  $30 \text{ см}^3$  кислорода после сжигания дала  $20 \text{ см}^3$  азота и такое количество воды, которое, прореагировав с избытком металлического натрия, дало  $30 \text{ см}^3$  водорода. Установите формулу этого газа.

**3.** При нагревании аммиака  $25 \%$  его распалось на простые вещества. Вычислите содержание всех компонентов в образовавшейся газовой смеси в объемных  $\%$ .

**4.** В замкнутый сосуд поместили  $2$  моль азота и  $4$  моль водорода. Смесь нагрели в присутствии катализатора. Определите массовую долю ( $\%$ ) аммиака в смеси к моменту, когда в реакцию вступило  $75 \%$  водорода.

**5.** К смеси объемом  $10 \text{ дм}^3$ , состоящей из аммиака и неона, добавили  $1,00 \text{ дм}^3$  хлороводорода (н. у.), в результате чего плотность полученной га-

зовой смеси стала равна  $0,826 \text{ г/дм}^3$ . Найдите массовые доли газов в исходной смеси.

6. Смесь  $5,6 \text{ дм}^3$  азота и  $5,6 \text{ дм}^3$  водорода пропустили над нагретой платиной. Для нейтрализации полученного аммиака потребовалось  $48 \text{ см}^3$  соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$   $9,125 \%$  (пл.  $1,04 \text{ г/см}^3$ ). Найдите объемные доли (%) газов в смеси после пропускания над платиной.

7. При термическим разложением соли образовалось  $14,4 \text{ г}$  воды и  $11,2 \text{ г}$  азота. Молярная масса соли равна  $64 \text{ г/моль}$ . Определите формулу соли.

8. При термическим разложением соли массой  $9,6 \text{ г}$  образовалось  $3,4 \text{ г}$  аммиака,  $1,8 \text{ г}$  воды и  $4,4 \text{ г}$  углекислого газа. Определите формулу соли.

9. Массовая доля азота, водорода, серы и кислорода в соединении соответственно равны  $0,212$ ,  $0,061$ ,  $0,243$  и  $0,484$ . Установите эмпирическую формулу соединения.

10. Какие соли и в каких химических количествах образуются при пропускании аммиака объемом  $3,36 \text{ дм}^3$  (н. у.) через раствор серной кислоты массой  $100 \text{ г}$  с массовой долей кислоты  $9,8 \%$ ?

11. К раствору объемом  $90,1 \text{ см}^3$  с массовой долей нитрата аммония  $12 \%$  ( $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$ ) прибавили  $75 \text{ г}$  раствора с массовой долей  $\text{KOH}$   $25 \%$ . Раствор выпарили, остаток прокалили. Рассчитайте массы (г) веществ в твердом остатке после прокаливании.

12. Смесь хлоридов кальция и аммония, в которой химические количества солей относятся как  $1:2$ , прокалили до постоянной массы и получили твердый остаток массой  $111 \text{ г}$ . Найдите массу исходной смеси солей.

13. Металл второй группы ПСЭ массой  $60 \text{ г}$  образует с азотом нитрид, из которого растворением в воде получили аммиак. В результате двухстадийного окисления полученного аммиака образуется азот(IV) оксид объемом  $21,6 \text{ дм}^3$  с выходом  $98 \%$ . Установите формулу металла.

**Ответы:** 1.  $\text{NH}_3$ . 2.  $\text{NH}_3$ . 3.  $60$ ;  $10$ ;  $30$ . 4.  $53$ . 5.  $49$  и  $51 \%$ . 6.  $33,3$ ;  $50$ ;  $16,7$ . 7.  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ . 8.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . 9.  $\text{N}_2\text{H}_8\text{SO}_4$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . 10. по  $0,05$  моль  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . 11.  $10,35$  и  $12,75$ . 12.  $218$ . 13.  $\text{Ca}$

### Оксиды азота.

1. В системе установилось равновесие  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ . Равновесные молярные концентрации  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{NO}_2$  соответственно равны  $0,25$ ,  $0,20$  и  $0,30 \text{ моль/дм}^3$ . Найдите состав исходной смеси в массовых %.

2. Один  $\text{дм}^3$  смеси оксидов азота (II) и (IV) имеет массу  $1,875 \text{ г}$ . Найдите массовые доли солей в растворе, если  $10 \text{ дм}^3$  этой смеси пропустили через раствор натрия гидроксида массой  $100 \text{ г}$ . Щелочь израсходована полностью.

3. Оксид азота (IV) объемом  $2,24 \text{ дм}^3$  (н. у.) растворили в  $94,6 \text{ см}^3$  воды в присутствии кислорода. Найдите массовую долю кислоты в полученном растворе.

4. Азот(IV)-оксид полностью прореагировал с раствором KOH с образованием смеси двух солей, одна из которых превращается в другую с выделением газа объемом 2,24 дм<sup>3</sup>. Определите объем азот(IV)-оксида, реагирующего с KOH.

5. Оксид азота(IV), полученный с выходом 80 % из азота, содержащегося в воздухе объемом 26,92 дм<sup>3</sup>, пропустили в горячий раствор щелочи объемом 120 см<sup>3</sup> с массовой долей калий гидроксида 38 % и пл. 1,388 г/см<sup>3</sup> в отсутствии избытка кислорода. Чему равны массовые доли веществ в полученном растворе?

6. При некоторой температуре скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  равна  $1,52 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>·с. Как нужно изменить температуру реакционной среды, чтобы скорость реакции составила  $3,8 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>·с, если при повышении температуры на 10 °С скорость реакции возрастает в 2 раза.

7. Через 50 г 10 % раствора KOH, содержащего KNO<sub>3</sub>, пропустили азот (IV) оксид, в результате чего массовые доли солей стали различаться ровно в 2 раза (щелочь прореагировала полностью). Найдите массовые доли солей в полученном растворе.

8. Пробу смеси азота, азот (II)-оксида и азот (IV)-оксида объемом 82,4 см<sup>3</sup> пропустили через воду. Объем не поглотившихся газов равен 50,4 см<sup>3</sup>, к ним добавили 16 см<sup>3</sup> кислорода, и после смешения объем стал равен 56,1 см<sup>3</sup> (азот (II) оксид прореагировал полностью). Определите объемную долю азот (II) оксида в исходной смеси газов.

**Ответы:** 1. 59,6 и 40,4 %. 2. 10 % и 12,3 %. 3. 6,3 %. 4. 8,96. 5. 3,3 % и 45,8 %. 6. Понизить на 20 °С. 7. 7 %; 14 %. 8. 0,25.

#### **Азотная кислота.**

1. Какую массу (т) раствора азотной кислоты с массовой долей HNO<sub>3</sub> 68 % можно получить из 3-х тонн азота, если производственные потери составляют 15 %?

2. 7,84 дм<sup>3</sup> (н. у.) аммиака подвергли каталитическому окислению и дальнейшему превращению в азотную кислоту. В результате получили раствор кислоты массой 200 г. Считая выход кислоты равным 40 %, определите массовую долю (%) кислоты в полученном растворе.

3. Технический аммиак объемом 23,58 дм<sup>3</sup> (н. у.), содержащий 5 % примесей, сожгли в присутствии платины. Образовавшийся оксид (выход 95 %) окислили до азот (IV) оксида, который использовали для получения концентрированного раствора азотной кислоты. Затем в полученный раствор кислоты опустили 1,6 г меди. Определите объем (дм<sup>3</sup>) выделившегося при этом газа.

4. На полное растворение смеси меди и медь (II)-оксида массой 28,8 г необходимо 98 г раствора азотной кислоты с ее массовой долей 81 %. Найдите массовую долю (%) оксида в исходной смеси.

5. Рассчитайте, какая масса раствора с массовой долей азотной кислоты 60 % необходима для растворения 100 г сплава меди с серебром, массовая доля меди в котором равна 30 %.
6. На взаимодействие со смесью железа, меди и алюминия массой 29,4 г нужно 17,94 дм<sup>3</sup> хлора. При обработке такой же навески смеси металлов при 20 °С концентрированной азотной кислотой выделяется 8,96 дм<sup>3</sup> бурого газа. Найдите массы (г) металлов в исходной смеси.
7. Смесью меди и алюминия обработали азотной кислотой. Выделился газ с плотностью по гелию равной 7,5. Такую же смесь обработали соляной кислотой. Количество газов, выделившееся в обоих случаях, одинаковое. Найдите массовую долю алюминия в смеси.
8. Смесью железа и меди обработали раствором концентрированной азотной кислоты. Осадок отфильтровали, и обработав избытком хлора, получили 16,25 г хлорида. Фильтрат упарили, прокалили и получили 15,9 г остатка. Каков количественный (моль) состав исходной смеси металлов.
9. В растворе массой 100 г, содержащем смесь соляной и азотной кислот, растворили 24 г оксида меди(II). После упаривания раствора и прокаливания масса остатка составляет 29,5 г. Определите содержание кислот в исходном растворе в массовых %.

**Ответы:** 1. 16,875. 2. 4,41. 3. 1,12. 4. 55 %. 5. 333 г; 121,85 г. 6. 11,2; 5,4 и 12,8. 7. 36 %. 8. 0,1 и 0,2. 9. 7,3 % и 25,2 %.

### Нитраты

1. В растворе железа(II) нитрат массой 7,2 г содержит  $2,1672 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода. Найдите массовую долю соли в растворе.
2. После прибавления 5 г  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  к раствору массой 100 г с массовой долей  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  4 % массовая доля соли увеличилась на 3,69 %. Установите формулу кристаллогидрата.
3. Какой объем (дм<sup>3</sup>, н.у.) кислорода выделится при нагревании смеси натрия нитрата и калий нитрата массой 500 г, содержащей соли в равных химических количествах?
4. Во сколько раз уменьшится масса твердого вещества при прокаливании до постоянной массы алюминий нитрата?
5. После прокаливания медь (II) нитрата масса твердого остатка оказалась на 2,16 г меньше массы исходной соли. Определите объем (дм<sup>3</sup>, н. у.) кислорода, выделившегося в этом опыте.
6. При полном термическом разложении смеси нитратов серебра и меди(II) образовалась газовая смесь с плотностью по воздуху 1,4655. Определите массовую долю солей в исходной смеси.
7. Определите формулу нитрата двухвалентного металла, если масса газообразных продуктов, образовавшихся при его полном термическом разложении, составила 38,2 % от исходной массы.



8. При обработке медной стружки концентрированной азотной кислотой выделилось  $11,2 \text{ дм}^3$  газа (н. у.). Полученный раствор выпарили. После частичного термического разложения соли образовалось  $33,5 \text{ г}$  твердого вещества. Рассчитать степень разложения соли в %.

9. При термическом разложении нитрата одновалентного металла выделился газ объемом  $4,48 \text{ дм}^3$  (н. у.). Массовая доля кислорода в составе нитрата равна  $47,52 \%$ . Определите, нитрат какого металла взят, а также массу (г) разложившегося нитрата.

10. Смесь опилок цинка и медь (II) нитрата прокалили на воздухе. Масса смеси не изменилась. Определите массовую долю (%) медь (II) нитрата в исходной смеси.

11. Смесь  $\text{KNO}_3$  и  $\text{AgNO}_3$  прокалили. При обработке твердого остатка водой объемом  $124,2 \text{ см}^3$  часть его растворилась, и был получен  $10 \%$  раствор с  $\rho=1 \text{ г/см}^3$ . Масса не растворившегося в воде вещества составила  $7,2 \text{ г}$ . Определите суммарный объем газов (н. у.), выделившийся при прокаливании смеси нитратов.

12. Прокалили смесь нитратов калия, меди и серебра массой  $18,36 \text{ г}$ . Объем выделившихся при этом газов равен  $4,032 \text{ дм}^3$  (н. у.). Твердый остаток обработали водой, после чего его масса уменьшилась на  $3,4 \text{ г}$ . Вычислите массовые доли (%) солей в исходной смеси.

13. При нагревании смеси  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{KNO}_3$  получено  $51,34 \text{ г}$  смеси оксидов и  $17,92 \text{ дм}^3$  газовой смеси (н. у.) с объемной долей  $\text{CO}_2$   $25 \%$ . Найдите массу исходной смеси.

14. При нагревании некоторой массы смеси  $\text{KCl}$  и  $\text{KNO}_3$  выделяется  $0,56 \text{ дм}^3$  газа, а при добавлении к такой же массе смеси в растворе избытка  $\text{AgNO}_3$  выпадает осадок  $14,35 \text{ г}$ . Определите % содержание в смеси  $\text{KNO}_3$ .

15. При прокаливании до постоянной массы смеси калий нитрата с нитратом металла (III) (металл в электрохимическом ряду напряжений находится между  $\text{Mg}$  и  $\text{Cu}$ ) образовался твердый остаток массой  $16,4 \text{ г}$ , при этом выделились газы общим объемом  $10,98 \text{ дм}^3$  (н. у.). После пропускания газов через раствор щелочи их объем сократился до  $2,912 \text{ дм}^3$  (н. у.). Определите, нитрат какого металла был в исходной смеси, и какова его массовая доля в ней?

**Ответы:** 1.  $25 \%$ . 2.  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  3.  $60,2$ . 4.  $4,18$ . 5.  $0,224$ . 6.  $47,5$  и  $52,5$ . 7.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . 8.  $50$ . 9.  $40,4$ . 10.  $30$ . 11.  $4,05 \text{ дм}^3$ . 12.  $22$ ;  $37$  и  $41 \%$ . 13.  $109,9 \text{ г}$ . 14.  $40,4$ . 15. Железо.

### Фосфор. Оксиды фосфора.

1. В образце фосфор представлен двумя нуклидами —  $^{31}\text{P}$  и  $^{33}\text{P}$ . Масса образца равна  $16 \text{ г}$ , химическое количество фосфора —  $0,50$  моль. Определите массовую долю нуклида  $^{31}\text{P}$  в образце.

2. Массовая доля фосфора в составе апатита равна 16 %. Определите массовую долю (%) кальций фосфата в составе апатита, если весь фосфор входит в состав кальций фосфата.
  3. При сгорании фосфора массой 24,8 г в кислороде объемом 17,92 дм<sup>3</sup> (н. у.) образовалась смесь оксидов фосфора. Рассчитайте массовую долю фосфор(V) оксида в полученной смеси продуктов.
  4. Смесь кальция и фосфора нагрели, полученный продукт растворили в соляной кислоте, при этом выделилось 28 дм<sup>3</sup> газа (н. у.), который сожгли в избытке кислорода. Продукт сгорания образует 142 г гидрофосфата натрия. Найдите массовый состав исходной смеси.
  5. Фосфор, количественно полученный из фосфата кальция массой 31,0 г, окислен при нагревании раствором азотной кислоты объемом 70,71 см<sup>3</sup> с массовой долей HNO<sub>3</sub> 70 % и плотностью 1,4 г/см<sup>3</sup>. После окончания реакции к полученному раствору прилили раствор натрия гидроксида объемом 65,31 см<sup>3</sup> с массовой долей NaOH 20 % и плотностью 1,225 г/см<sup>3</sup>. Какие вещества, и в каком количестве содержатся в конечном растворе?
  6. Кислород, полученный при нагревании калий перманганата массой 4,74 г, полностью прореагировал с фосфором массой 0,31 г с образованием фосфор(V) оксида. Укажите массовую долю (%) химического элемента марганца в твердом остатке, образовавшемся после прокаливания соли.
  7. Продукт, полученный при взаимодействии красного фосфора и бертолетовой соли, растворен при нагревании в растворе фосфорной кислоты объемом 400 см<sup>3</sup> с массовой долей H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85 % и плотностью 1,7 г/см<sup>3</sup>, при этом массовая доля кислоты повысилась на 9,2 %. Найти массы (г) израсходованных красного фосфора и хлората калия.
  8. При гидролизе фосфида кальция массой 36,4 г получили газ, который затем сожгли. Полученный продукт растворили в растворе натрия гидроксида объемом 50 см<sup>3</sup> с массовой долей NaOH 25 % и плотностью 1,28 г/см<sup>3</sup>. Определите состав и массовую долю продукта реакции в полученном растворе.
  9. При обработке водой смеси гидрида и фосфида щелочного металла с равными массовыми долями образовалась газовая смесь с плотностью по азоту 0,2926. Установите металл, входящий в состав соединений.
  10. Красный фосфор массой 9,3 г при слабом нагревании в атмосфере хлора образует смесь хлоридов фосфора (III) и (V) общей массой 48,35 г. Найдите отношение масс продуктов реакции.
  11. При взаимодействии металла массой 0,72 г с избытком фосфора образовался фосфид металла массой 1,34 г. Определите металл, вступивший в реакцию.
- Ответы:** 1. 0,5 или 50 %. 2. 80 %. 3. 56,35 %. 4. 70 г и 31 г. 5. по 0,1 моль NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6. 38 %. 7. 62 г и 203,5 г. 8. 52 % NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 9. натрий. 10. 1,32. 11. Mg.

### Фосфорная кислота. Фосфаты.

1. При нагревании ортофосфорной кислоты при определенных условиях можно получить соединение, в котором массовые доли фосфора, кислорода и водорода соответственно равны 34,81, 62,93 и 2,26 %. Установите эмпирическую формулу этого вещества и составьте уравнение протекающей реакции.
2. При нагревании водного раствора пиррофосфорной кислоты, последняя превращается в ортофосфорную кислоту. Какой была массовая доля  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  в растворе, если при кипячении был получен раствор с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  9,8 %.
3. Определите массовую долю (%) ортофосфорной кислоты в растворе, полученном при нагревании раствора метафосфорной кислоты с ее массовой долей 8 %.
4. Рассчитайте, какую массу раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  75 % можно получить из фосфорита массой 3 т, если производственные потери составляют 12 %. Массовая доля кальция фосфата в составе фосфорита равна 94 %.
5. В растворе ортофосфорной кислоты массой 80 г с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10 % растворили при нагревании  $\text{P}_2\text{O}_5$ . В результате этого массовая доля кислоты увеличилась на 5 %. Найдите массу (г) растворенного фосфор(V) оксида.
6. Некоторое количество смеси моногидрата дигидрофосфата калия и дигидрата гидрофосфата калия с равными массовыми долями веществ растворили в воде, которой взяли в 10 раз больше по массе, чем смеси. Сколько атомов кислорода приходится на один атом фосфора в полученном растворе?
7. В растворе кальций гидроксида объемом  $3,7 \text{ дм}^3$  с массовой долей  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,1 % и пл.  $1 \text{ г/см}^3$  полностью растворили фосфор(V) оксид, полученный из 1,55 г фосфора. Укажите молярную массу полученной соли.
8. Какого состава образуется соль ортофосфорной кислоты и какова ее массовая доля в растворе, если в  $25 \text{ см}^3$  раствора с массовой долей  $\text{NaOH}$  25 % и пл.  $1,28 \text{ г/см}^3$  будет растворен весь фосфорный ангидрид, полученный при окислении фосфора массой 6,2 г?
9. К аммоний сульфату массой 26,4 г прилили избыток раствора калий гидроксида. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор, содержащий 23 г ортофосфорной кислоты. Определите состав и количество образовавшихся солей.
10. К раствору натрий гидроксида объемом  $60 \text{ см}^3$  и плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$  прибавили  $80 \text{ см}^3$  воды. Образец полученного раствора массой 20 г полностью нейтрализовали раствором фосфорной кислоты объемом  $36 \text{ см}^3$  с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  4 % и плотностью  $1,02 \text{ г/см}^3$ . Определите массовую долю (%) натрий гидроксида в первоначальном растворе.

11. 50 г смеси фосфата кальция и карбонатов кальция и аммония прокалили, в результате получили 25,2 г твердого остатка, к которому добавили воду и пропустили избыток углекислого газа. Масса не растворившегося остатка равна 14 г. Определите массу карбоната аммония в исходной смеси.

12. Нитрид кальция массой 61,5 г обработали водой и выделившийся газ пропустили в раствор ортофосфорной кислоты объемом 48 см<sup>3</sup> масс. долей 60 % и пл. 1,58 г/см<sup>3</sup>. Найдите массовые доли веществ в конечном растворе.

13. Вычислите массу осадка, образовавшегося при обработке разбавленным раствором хлорида кальция смеси  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , в которой отношение масс веществ соответственно равно 1:2:3, а суммарное количество всех веществ составляет 0,100 моль.

14. К раствору гидрофосфата калия объемом 178,16 см<sup>3</sup> (концентрация 0,125 моль/дм<sup>3</sup>) добавили 0,592 г олеума, при этом массовые доли кислотных солей в растворе сравнялись. Найдите массовую долю сера (VI) оксида в добавленном олеуме.

15. 100 г насыщенного раствора дигидрофосфата аммония (коэффициент растворимости 35,3 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ ) полностью поглощает газ, полученный нагреванием 5,35 г аммоний хлорида с избытком щелочи. Определите массовые доли веществ в полученном растворе.

**Ответы:** 1.  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . 2. 89 %. 3. 9,8. 4. 2,09 т. 5. 3,25. 6. 104. 7. 136. 8. 51,95 %. 9. 0,166 моль; 0,068 моль. 10. 19. 11. 16 г. 12. 54,5 и 11,75 %. 13. 10,9 г. 14. 15,4 %. 15. 12,98 % и 14,35 %.

### Минеральные удобрения

1. Какая масса аммиачной селитры, массовая доля аммоний нитрата в которой составляет 97 %, необходима для внесения в почву азота массой 100 г? Какая масса мочевины может быть использована вместо такого количества аммиачной селитры?

2. Максимальная растворимость аммиака в воде составляет 700 объемов в 1 объеме воды. Рассчитайте, какая масса азота вносится в почву при распылении такого раствора массой 20 кг.

3. Какие массы серной кислоты и фосфорита с массовой долей кальция фосфата 94 % следует взять для получения простого суперфосфата массой 500 кг?

4. Какую массу двойного суперфосфата можно получить действием фосфорной кислоты на фосфорит массой 10 т с массовой долей кальция фосфата 95 %?

5. Рассчитайте массовую долю кальция дигидрофосфата в составе простого суперфосфата.

6. Найдите состав аммофоса по массе, если для получения 24,7 кг аммофоса было израсходовано 40 кг 49 % раствора ортофосфорной кислоты.

7. Водный раствор, содержащий 19,6 г ортофосфорной кислоты, нейтрализовали кальций гидроксидом массой 18,5 г. Определите массу образовавшегося преципитата.

8. Если в почве концентрация хлоридов слишком велика, качество некоторых сельскохозяйственных культур снижается. Поэтому в виде калийного удобрения вместо калий хлорида используют калий сульфат. Рассчитайте, какую массу калий сульфата нужно внести в почву вместо калий хлорида массой 250 кг.

9. Какую массу древесной золы нужно внести на 1 га почвы, чтобы удовлетворить потребность растений в боре? Известно, что на 1 м<sup>2</sup> с этой целью необходимо внести 70 г золы.

10. Для внесения в почву марганца чаще всего используется гептагидрат сульфата марганца (II)  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ . Рассчитайте, какую массу этой соли следует взять, чтобы внести в почву 12 кг марганца. Какая масса (кг) раствора, в котором массовая доля марганец(II) сульфата равна 0,16 %, заменит такую навеску твердой соли?

**Ответы:** 1. 294,55; 214,3. 2. 5,71 кг. 3. 187 кг и 314,7 кг. 4. 21,5 т. 5. 45,2 %. 6. 11,5 кг  $NH_4H_2PO_4$ ; 13,2 кг  $(NH_4)_2HPO_4$ . 7. 34,4 г. 8. 291,9 кг. 9. 700 кг. 10. 60,44 кг; 20590,9 кг.

## Раздел 5. Подгруппа углерода

### *Основной объем учебного материала:*

Положение в периодической системе и особенности электронного строения атомов углерода и кремния. Углерод и кремний в природе, биологическое значение соединений углерода.

Простые вещества углерода и кремния, аллотропные модификации углерода. Физические свойства простых веществ. Понятие об адсорбции. Химические свойства простых веществ: взаимодействие со фтором, кислородом. Восстановительные свойства углерода и кремния.

Оксид углерода(II): восстановительные свойства, горение. Оксид углерода(II) как ядовитое вещество и загрязнитель воздуха. Оксид углерода(IV): строение молекулы, физические свойства, получение при взаимодействии углерода с кислородом и сжигании органических веществ, термическом разложении карбоната кальция. Химические свойства углекислого газа: взаимодействие с водой, основными оксидами и основаниями, качественная реакция на углекислый газ. Круговорот углерода в природе. Парниковый эффект и его последствия.

Оксид кремния (IV): немолекулярное строение, физические свойства. Химические свойства оксида кремния (IV): взаимодействие с основными оксидами, основаниями, солями.

Угольная кислота, ее электролитическая диссоциация. Соли

угольной кислоты — карбонаты и гидрокарбонаты: разложение при нагревании, взаимопревращение карбонатов и гидрокарбонатов, взаимодействие с кислотами. Качественная реакция на карбонат-ионы. Кремниевая кислота: получение, разложение при нагревании. Силикаты.

Строительные материалы на основе природных оксидов и солей: глина, керамика, кирпич, известь, цемент, бетон. Стекло и его производство. Основные предприятия по производству строительных материалов и стекла в Республике Беларусь.

## I. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### ТЕСТ 1. Элементы IV-A группы. Природные источники.

**Особенности строения атомов. Простые вещества.**

**Свойства и получение**

#### 1. Названия веществ, в состав каждого из которых входят элементы IVA группы, записаны в рядах:

- а) сода, малахит, песок, карборунд;
- б) мел, кристаллическая сода, гашеная известь, фуллерен;
- в) известняк, мрамор, доломит, силикагель.
- г) «сухой лед», сода, поташ, жидкое стекло.

#### 2. Укажите правильные утверждения относительно элементов подгруппы углерода:

- а) среди этих элементов только углерод и кремний являются неметаллами;
- б) максимальная валентность атомов элементов равна четырем;
- в) для атомов всех элементов в соединениях возможна степень окисления  $-4$ ;
- г) переход атомов в возбужденное состояние сопровождается изменением формы одного из электронных облаков.

#### 3. В ряду $C - Si - Ge - Sn - Pb$ увеличивается:

- а) число валентных электронов;
- б) радиус атома;
- в) восстановительные свойства;
- г) энергия ионизации;
- д) способность к проявлению отрицательной степени окисления.

#### 4. Установите соответствие между названиями минералов и формулами, описывающими их состав:

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1) каолинит     | а) $SiO_2$ ;                            |
| 2) доломит      | б) $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ;  |
| 3) полевой шпат | в) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ; |
| 4) кристобалит  | г) $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ;     |

- 5) карборунд                      д)  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ;  
 е)  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ;  
 ж)  $\text{SiC}$ .

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

- 5. После кислорода самый распространенный элемент в земной коре:**  
 а) кремний; б) углерод; в) алюминий; г) железо.
- 6. Только аллотропные модификации углерода указаны в ряду:**  
 а) сажа, графит, алмаз; б) карбин, графит, кокс;  
 в) алмаз, графит, уголь; г) карбин, фуллерен, алмаз.
- 7. Наиболее устойчивым аллотропным видоизменением углерода является:**  
 а) карбин; б) алмаз; в) графит; г) поликумуллен, д) карборунд.
- 8. Графиту характерны следующие физические свойства:**  
 а) мягкий, легко расслаивается; б) очень твердый, желтого цвета;  
 в) темно-серый, непрозрачный; г) электропроводный, мягкий.
- 9. Электропроводностью обладают:**  
 а) свинец; б) графит; в) кремний; г) германий; д) олово; е) алмаз.
- 10. Валентные орбитали у атома углерода в карбине, графите и алмазе соответственно, можно описать на основе представлений о гибридизации типа:**  
 а)  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp$ ; б)  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ; в)  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ; г)  $sp$ ,  $sp^3$ ,  $sp^2$ ;
- 11. Важнейшим свойством алмаза, способствующим его применению в производстве абразивных материалов, является:**  
 а) тугоплавкость; б) высокая твердость;  
 в) электропроводность; г) теплопроводность.
- 12. В стакан с раствором лакмуса помещен истолченный древесный уголь. По истечении некоторого времени:**  
 а) раствор приобретает красную окраску;  
 б) раствор станет синим;  
 в) окраска раствора исчезнет;  
 г) видимых изменений не произойдет.
- 13. Данные о тепловых эффектах сгорания 1 моль алмаза и графита в кислороде:**  

$$\text{C (алмаз)} + \text{O}_2 (\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 395,5 \text{ кДж};$$

$$\text{C (графит)} + \text{O}_2 (\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 393,4 \text{ кДж};$$
 Тепловой эффект (кДж/моль) перехода  $\text{C (алмаз)} \rightarrow \text{C (графит)}$  равен:  
 а) 0; б) -2,1; в) +2,1; г) +788,9.
- 14. Кремний встречается в природе в виде:**  
 а) простого вещества и натрий силиката;  
 б) водородного соединения и оксида;

- в) оксида и алюмосиликатов;
- г) кремниевой кислоты и магний силицида.

**15. В отличие от углерода кремний:**

- а) в свободном состоянии практически не встречается;
- б) имеет аллотропные модификации;
- в) является твердым веществом при обычных условиях;
- г) проявляет и окислительные, и восстановительные свойства.

**16. Возможная электронная конфигурация атома кремния:**

- а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ;
- б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3$ ;
- в)  $1s^2 2s^2 2p^2$ ;
- г)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ .

**17. Электронная конфигурация атома углерода в возбужденном состоянии:**

- а)  $1s^2 2s^1 2p^6$ ;
- б)  $1s^2 2s^2 2p^2$ ;
- в)  $1s^2 2s^1 2p^3$ ;
- г)  $1s^2 2s 2p^4$ .

**18. Число вакантных орбиталей у атома углерода и атома кремния в основном состоянии соответственно равно:**

- а) 4 и 9;
- б) 1 и 6;
- в) 1 и 1;
- г) 0 и 1.

**19. Атомы кремния и атомы углерода различаются между собой:**

- а) протонным числом;
- б) нуклонным числом;
- в) числом валентных электронов;
- г) числом энергетических уровней.

**20. Степень окисления атома углерода одинакова в молекулах, формульных единицах или ионах ряда:**

- а)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ;
- б)  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{CS}_2$ ;
- в)  $\text{CO}$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,  $\text{CaC}_2$ ;
- г)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ .

**21. Ряд соединений с разным значением степени окисления кремния:**

- а)  $\text{Si}$ ,  $\text{SiO}$ ,  $\text{SiC}$ ;
- б)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{SiH}_4$ ;
- в)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{BaSiO}_3$ ;
- г)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ .

**22. Укажите соединение, в котором степень окисления атома кремния равна -4:**

- а) магний силицид;
- б) натрий силикат;
- в) кальций гидросиликат;
- г) силан;
- д) кремний фторид.

**23. Вещества, реагируя с которыми в необходимых условиях, углерод проявляет восстановительные свойства:**

- а) кальций;
- б) вода;
- в) кальций оксид;
- г) водород;
- д) углерод(IV)-оксид;
- е) азотная кислота;
- ж) концентрированная серная кислота.

**24. Углерод проявляет окислительные свойства реагируя:**

- а) с хлором;
- б) медь(II)-оксидом;
- в) железо (III)-оксидом;
- г) алюминием;
- д) кремнием;
- е) кремний(IV)-оксидом.

**25. Укажите ряд соединений, в которых атомы углерода проявляют восстановительные свойства:**

- а)  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ;
- б)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}$ ;
- в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}$ ;
- г)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ .



**26. Кремний взаимодействует:**

а) с водородом; б) металлами; в) оксидами металлов; г) кислородом.

**27. Для растворения кремния можно использовать:**

а) концентрированную соляную кислоту; б) щелочь;  
в) концентрированную серную кислоту; г) «царскую водку».

**28. Кремний в отличие от углерода, при определенных условиях непосредственно взаимодействует:**

а) с молекулярным водородом; б) раствором щелочи;  
в) газообразным хлором; г) с соляной кислотой.

**29. Атомы кремния являются восстановителями в реакциях, схемы которых:**

а)  $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{HCl} \rightarrow$ ; б)  $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow$ ; в)  $\text{SiCl}_4 + \text{Zn} \rightarrow$   
г)  $\text{SiH}_4 \xrightarrow{t^0}$ ; д)  $\text{Si} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

**30. Атомы кремния являются окислителями в реакциях, схемы которых:**

а)  $\text{SiO}_2 + \text{Mg} \rightarrow$ ; б)  $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \rightarrow$ ; г)  $\text{SiI}_4 \xrightarrow{t^0}$ .

**ТЕСТ 2. Оксиды элементов IV-A группы**

**1. Для соединений в ряду  $\text{CO}_2 - \text{SiO}_2 - \text{GeO}_2 - \text{SnO}_2 - \text{PbO}_2$  справедливы утверждения:**

а) усиливаются основные свойства;  
б) длина связи Э – О увеличивается;  
в) уменьшается эффективный отрицательный заряд на атоме кислорода;  
г) увеличивается полярность связей в соединениях.

**2. Углерод(II)-оксид характеризуется следующими свойствами:**

а) токсичный газ; б) плохо растворим в воде;  
в) тяжелее воздуха; г) бесцветный газ;  
д) несолеобразующий оксид;  
е) может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства;  
ж) является типичным восстановителем.

**3. Название угарный газ связывают с СО, потому что:**

а) он горит в кислороде;  
б) нарушает транспортную функцию крови;  
в) восстанавливает металлы из оксидов;  
г) является высокоэффективным топливом.

**4. Выберите правильные утверждения. В молекуле углерод(II)-оксида:**

а) кратность связи равна двум;

- б) общее число несвязывающих (неподеленных) электронных пар равно двум;
- в) все связи образованы по обменному механизму;
- г) валентность атома кислорода равна трем;
- д) атом кислорода является донором электронной пары при образовании одной из связей;
- е) химическая связь между атомами осуществляется тремя электронными парами;
- ж) атом углерода, образует одну связь  $\sigma$ -типа.

**5. Валентность и степень окисления атома углерода в CO соответственно:**

- а) IV, +2;      б) IV, +4;      в) II, +2;      г) III, +2.

**6. Укажите схемы реакций, в которых угарный газ проявляет восстановительные свойства:**

- а)  $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow$       б)  $\text{CO} + \text{Mg} \xrightarrow{t^0} ;$
- в)  $\text{CO} + \text{NaOH} \xrightarrow{t^0} \rightarrow$       г)  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow ;$

**7. Укажите взаимодействия, в результате которых образуется углерод(II)-оксид:**

- а) нагревание муравьиной кислоты с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- б) горение бензола при недостатке кислорода;
- в) взаимодействие муравьиной кислоты с натрий гидроксидом;
- г) пропускание углекислого газа над раскаленным коксом.

**8. Формуле  $\text{CO}_2$  соответствуют все названия в ряду:**

- а) сухой лед, угарный газ, углекислый газ;
- б) углекислый газ, сухой лед, углерод (IV) оксид;
- в) метан, углекислый газ, угарный газ;
- г) силан, угарный газ, углерод(IV)оксид.

**9. Выберите правильные утверждения относительно строения молекулы углекислого газа:**

- а) ядра всех атомов лежат на одной линии;
- б) образована ковалентными полярными связями;
- в) в образовании связей  $\pi$ -типа участвует 2 электрона атома углерода;
- г) в образовании связей  $\sigma$ -типа участвует 4 электронные пары;
- д) валентный угол  $\text{O} - \text{C} - \text{O}$  равен  $108^\circ$ ;
- е) общее число неподеленных электронных пар в молекуле равно четырем.

**10. Молекула углекислого газа неполярна, так как:**

- а) связи в ней — ковалентные неполярные;
- б) является линейной;
- в) в ней отсутствуют связи, образованные по донорно-акцепторному механизму;

- г) обе связи С – О являются одинаковыми по длине и прочности.
- 11. Выберите верные характеристики углекислого газа:**
- углекислый газ в 1,5 раза легче воздуха;
  - проявляет свойства кислотного оксида;
  - может проявлять окислительные свойства;
  - водный раствор  $\text{CO}_2$  не изменяет окраску фенолфталеина;
  - углекислый газ выделяется в процессе фотосинтеза.
- 12. При обычных условиях — давлении и температуре — твердый углерод(IV)-оксид:**
- самопроизвольно воспламеняется на воздухе;
  - самопроизвольно распадается на угарный газ и кислород;
  - легко переходит в жидкое состояние;
  - переходит в газообразное состояние, минуя жидкое.
- 13. Также как и углерод(II)-оксид, углерод(IV)-оксид:**
- кислотный;
  - может проявлять окислительные свойства;
  - может проявлять восстановительные свойства;
  - содержит в молекуле 2 связи  $\pi$ -типа.
- 14. Укажите схемы не протекающих реакций:**
- $\text{CO} + \text{NaOH (p-p)} \xrightarrow{20^0\text{C}};$
  - $\text{CO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{t^0};$
  - $\text{CO}_2 + \text{NaOH (p-p)} \xrightarrow{20^0\text{C}};$
  - $\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0};$
  - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{20^0\text{C}};$
  - $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{20^0\text{C}}.$
- 15. Углерод (IV)-оксид (в необходимых условиях) вступает в реакцию с каждым веществом ряда:**
- $\text{H}_2\text{O}$ , С,  $\text{Cu(OH)}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
  - $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ;
  - С,  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{NaOH}$ ;
  - $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ .
- 16. Углерод (IV)-оксид при нормальных условиях взаимодействует:**
- с  $\text{HNO}_3$ ;
  - $\text{CaSO}_4$ ;
  - $\text{KOH}$ ;
  - $\text{Al(OH)}_3$ ;
  - коксом;
  - с  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- 17. Углекислый газ выступает в роли окислителя взаимодействуя при нагревании:**
- с кристаллической щелочью;
  - железо (II) оксидом;
  - металлическим магнием;
  - с водородом;
  - водяным паром.
- 18. Свойства кислотного оксида  $\text{CO}_2$  проявляет при взаимодействии:**
- с коксом;
  - раствором щелочи;
  - раствором аммиака;
  - кальций оксидом;
  - водой;
  - с магнием.
- 19. Углерод(IV)-оксид может быть получен при прокаливании:**
- $\text{ZnCO}_3$ ;
  - $\text{CuCO}_3$ ;
  - $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
  - $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ;
  - $\text{Ca(HCO}_3)_2$ .

**20. Укажите пары схем реакций, в каждой из которых при необходимых условиях, может образоваться углерод (IV)-оксид:**

- а)  $C + O_2 \rightarrow$  и  $H_2O + CO \rightarrow$ ;  
б)  $CO + O_2 \rightarrow$  и  $Na_2CO_3 + BaCl_2 \rightarrow$ ;  
в)  $HCl + CaCO_3 \rightarrow$  и  $CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow$ ;  
г)  $CaCO_3 + HCl \rightarrow$  и  $CH_4 + H_2O \rightarrow$ .

**21. Для получения углекислого газа из мрамора можно использовать:**

- а) разбавленную соляную кислоту; б) разбавленную серную кислоту;  
в) разбавленную азотную кислоту; г) уксусную кислоту.

**22. Укажите схему реакции, в которой не выделяется  $CO_2$ :**

- а)  $KHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow$ ; б)  $Ba(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{прокаливание}}$ ;  
в)  $Ca(HCO_3)_2 + HCOOH \rightarrow$ ; г)  $K_2CO_3 \xrightarrow{\text{прокаливание}}$ .

**23. По окончании реакции между углерод (IV)-оксидом, объемом 1,12 дм<sup>3</sup> с водным раствором, содержащим 5,6 г калий гидроксида, в растворе содержится:**

- а)  $H_2O$ ,  $KHCO_3$ ,  $K_2CO_3$ ; б)  $KOH$ ,  $H_2O$ ,  $K_2CO_3$ ;  
в)  $H_2O$ ,  $KHCO_3$ ; г)  $H_2O$ ,  $K_2CO_3$ .

**24. Выберите газовые смеси, плотность которых будет меньше плотности воздуха при температуре 298 °С и давлении 121,3 кПа:**

- а)  $CH_4$  и  $CO$ ; б)  $CH_4$  и  $CO_2$ ; в)  $CO$  и  $C_2H_4$ ; г)  $CO$  и  $CO_2$ .

**25. Массовая и мольная доля углерод(IV)-оксида в его смеси с неизвестным газом равны. Неизвестным газом может быть:**

- а) ангидрид сернистой кислоты; б) угарный газ;  
в) пропан; г) озон.

**26. Для кремний (IV)-оксида и углерода (IV)-оксида одинаковы:**

- а) тип кристаллической решетки для твердых оксидов;  
б) степень окисления атомов кремния и углерода;  
в) валентность атомов кремния и углерода;  
г) способность к образованию как кислых, так и средних солей при взаимодействии с водными растворами щелочей.

**27. Выберите неверное утверждение. Кремний диоксид:**

- а) образует атомные кристаллы;  
б) характеризуется полимерным строением;  
в) вещество состоит из молекул;  
г) соединение, в котором атомы кремния образуют четыре  $\sigma$ -связи.

**28. Модификациям  $SiO_2$  соответствуют все названия в ряду:**

- а) речной песок, кремень, исландский шпат;  
б) яшма, халцедон, каолинит;  
в) кремнезем, кварц, кристобаллит;  
г) горный хрусталь, полево шпат, аметист.

- 29. Укажите кислоту, в которой растворяется силикагель:**  
 а) серная; б) соляная; в) азотная; г) плавиковая; д) фосфорная.
- 30. При определенных условиях и углекислый газ, и кремний (IV)-оксид могут взаимодействовать с любым веществом ряда:**  
 а)  $H_2O$ ,  $KOH$ ,  $CaO$ ; б)  $HCl$ ,  $CaCO_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ;  
 в)  $Na_2CO_3$ ,  $Mg$ ,  $C$ ; г)  $Na_2SiO_3$ ,  $NaOH$ ,  $O_2$ .
- 31. Определите тепловой эффект (кДж) реакции  $CaO(тв.) + CO_2(г) = CaCO_3(тв.)$ , если при поглощении  $56 \text{ дм}^3 CO_2$  (н. у.) выделяется 106 ккал энергии:**  
 а) +42,4; б) +177; в) +17,7; г) -177.
- 32. После прокаливании мелкоизмельченных и предварительно тщательно перемешанных 12 г магния с 12 г кремний (IV)-оксидом получили смесь продуктов, состоящую (моль):**  
 а) из  $Si$  — 0,2,  $MgO$  — 0,4,  $Mg$  — 0,1;  
 б)  $Si$  — 0,15,  $MgO$  — 0,4,  $Mg_2Si$  — 0,05;  
 в)  $Si$  — 0,05,  $MgO$  — 0,2,  $Mg_2Si$  — 0,15;  
 г)  $Si$  — 0,1,  $MgO$  — 0,4,  $Mg_2Si$  — 0,1;

**ТЕСТ 3. Водородные соединения элементов IV-A группы.  
 Карборунд**

- 1. Для водородных соединений в ряду  $CH_4 - SiH_4 - GeH_4 - SnH_4 - PbH_4$  справедливы утверждения:**  
 а) термическая устойчивость уменьшается;  
 б) восстановительная способность увеличивается;  
 в) длина связи Э–Н уменьшается;  
 г) полярность молекул увеличивается.
- 2. Метан можно получить при взаимодействии:**  
 а) кальций карбида с водой; б) алюминий карбида с водой;  
 в) кальций карбида с соляной кислотой; г) углерода с водородом.
- 3. Метан при необходимых условиях способен реагировать:**  
 а) с кислородом; б) водой; в) углекислым газом; г) галогенами.
- 4. Валентные орбитали у атома кремния в молекуле силана можно описать на основе представлений о гибридизации типа:**  
 а)  $sp$ ; б)  $sp^3$ ; в)  $sp^2$ ; г)  $d^2sp^3$ .
- 5. Молекула силана имеет форму:**  
 а) линейную; б) тетраэдрическую; в) плоскую; г) октаэдрическую.
- 6. Силан получают при взаимодействии:**  
 а) кремния с водородом; б) магний силицида с водой;  
 в) натрий силиката с водой; г) магний силицида с растворами кислот.
- 7. В отличие от метана, силан:**  
 а) воспламеняется на воздухе;

- б) разлагается водой по уравнению  $\text{SiH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4\text{H}_2$ ;
- в) получают синтезом из простых веществ;
- г) содержит атомы водорода с эффективным отрицательным зарядом.

**8. Суммарное число протонов и электронов в молекуле состава  $\text{ЭН}_4$  равно 36. Верными характеристиками элемента Э являются:**

- а) существует в природе в виде нескольких аллотропных модификаций;
- б) является неметаллом;
- в) способен реагировать со щелочами;
- г) обладает электропроводностью.

**9. Некоторое водородное соединение углерода имеет плотность по водороду равную 15. Формула соединения:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;      б)  $\text{CH}_4$ ;      в)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;      г)  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

**10. Укажите правильные утверждения. Карборунд:**

- а) имеет высокую температуру плавления;
- б) по твердости близок к алмазу;
- в) химически чрезвычайно реакционноспособен;
- г) хорошо растворяется воде;
- д) имеет молекулярное строение.

#### **ТЕСТ 4. Угольная и кремниевая кислоты, их соли**

**1. Выберите верные утверждения. Угольная кислота:**

- а) в свободном виде представляет собой рыхлую, снегообразную массу;
- б) сильная, двухосновная кислота;
- в) слабая, диссоциирует преимущественно по первой ступени;
- г) не изменяет окраску фенолфталеина;
- д) обладает сильными окислительными свойствами за счет атома углерода в степени окисления +4.

**2. В молекуле угольной кислоты:**

- а) валентность углерода равна четырем;
- б) атом углерода образует 4 ковалентные связи по обменному механизму;
- в) тип гибридизации атомных орбиталей углерода –  $sp^2$ ;
- г) в молекуле 4 связи  $\sigma$ -типа и 1 связь  $\pi$ -типа.

**3. Кремниевая кислота, в отличие от угольной:**

- а) двухосновная;                      б) слабая;                      в) нелетучая;
- г) имеет полимерное строение;      д) не изменяет окраску лакмуса;

**4. Кремниевая кислота может быть получена при действии:**

- а) воды на кремний (IV) хлорид;
- б) серной кислоты на кремний (IV)-оксид;
- в) соляной кислоты на жидкое стекло;
- г) концентрированного раствора натрий гидроксида на кремний;
- д)  $\text{CO}_2$  на водный раствор калий силиката;

- е) воды на диоксид кремния.
- 5. Формулы кальцинированной соды, кристаллической соды, питьевой соды — соответственно:**
- а)  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ;
  - б)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ;
  - в)  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NaHCO}_3$ ;
  - г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NaHCO}_3$ .
- 6. Общее число названий — мел, известняк, гашеная известь, кальцинированная сода, кальцит, цемент, мрамор —, соответствующих веществам, основной состав которых описывается формулой  $\text{CaCO}_3$  равно:**
- а) 3;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.
- 7. Кальций хлорид образуется из кальций карбоната в реакции:**
- а) с  $\text{NaCl}$ ;                      б)  $\text{HCl}$ ;                      в)  $\text{CuCl}_2$ ;                      г) с  $\text{AgCl}$ .
- 8. Кальций карбонат можно превратить в кальций гидрокарбонат при взаимодействии:**
- а) с  $\text{NaOH}$ ;                      б)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;                      в)  $\text{HCl}$ ;                      г)  $\text{NaHCO}_3$ .
- 9. При прокаливании 1 моль смеси равных химических количеств кальций карбоната и кальций гидрокарбоната до постоянной массы образуются:**
- а) 2 моль  $\text{CaO}$ , 3 моль  $\text{CO}_2$ , 1 моль  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - б) 2 моль  $\text{CaO}$ , 1,5 моль  $\text{CO}_2$ , 0,5 моль  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - в) 1 моль  $\text{CaO}$ , 1,5 моль  $\text{CO}_2$ , 0,5 моль  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - г) 0,5 моль  $\text{CaO}$ , 0,5 моль  $\text{CaCO}_3$ , 1 моль  $\text{CO}_2$ , 0,5 моль  $\text{H}_2\text{O}$ .
- 10. При прокаливании натрия гидрокарбонат разлагается на:**
- а)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;                      б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CO}_2$ ;                      г)  $\text{Na}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ .
- 11. Кальций гидрокарбонат превращается в кальций карбонат при взаимодействии:**
- а) с водой;                      б) раствором кальций гидроксида;
  - в) углекислым газом (в водном растворе);                      г) с соляной кислотой.
- 12. Натрий гидрокарбонат взаимодействует:**
- а) с баритовой водой;                      б) раствором гашеной извести;
  - в) уксусной кислотой;                      г) кальций хлоридом;
  - д) соляной кислотой;                      е) с хлорной водой.
- 13. Как калий силикат, так и калий карбонат реагируют:**
- а) с  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ;                      б)  $\text{HCl}(\text{p-p})$ ;                      в)  $\text{BaCl}_2(\text{p-p})$ ;                      г)  $\text{NaNO}_3(\text{p-p})$
- 14. Водные растворы как силиката, так и гидрокарбоната калия реагируют с:**
- а)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;                      б)  $\text{HCl}$ ;                      в)  $\text{NaCl}$ ;                      г)  $\text{NaOH}$ .
- 15. Натрий гидрокарбонат нельзя перевести в натрий карбонат:**
- а) прокаливанием,

- б) взаимодействием с водным раствором NaOH;  
 в) взаимодействием с соляной кислотой;  
 г) с помощью водного раствора Ca(OH)<sub>2</sub>.
- 16. Кальцинированную соду можно получить прокаливанием:**  
 а) известняка; б) декагидрата натрий карбоната;  
 в) гашеной извести; г) питьевой соды.
- 17. Укажите схемы реакций образования натрий силиката:**  
 а) SiO<sub>2</sub> + NaOH (сплавление) →; б) SiO<sub>2</sub> + Na<sub>2</sub>O (сплавление) →;  
 в) Na + Si  $\xrightarrow{t^0}$ ; г) Si + NaOH + H<sub>2</sub>O →.
- 18. Укажите схему реакции, в которой образуется карбонат:**  
 а) 1 моль CO<sub>2</sub> + 1 моль KOH →; б) (ZnOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^0}$ ;  
 в) Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + HCOOH →; г) CO<sub>2</sub> + CaO →.
- 19. Поташ в отличие от соды:**  
 а) окрашивает пламя не в желтый, а в фиолетовый цвет;  
 б) окрашивает пламя не в фиолетовый, а в желтый цвет;  
 в) может быть использован в качестве удобрения;  
 г) используется для уменьшения жесткости воды.
- 20. Укажите пары схем, в которых осуществимы обе реакции:**  
 а) NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + HNO<sub>3</sub> → и CaCO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →;  
 б) K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + HCl → и Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub>  $\xrightarrow{t^0}$ ;  
 в) NaOH + KHCO<sub>3</sub> → и Si + NaOH + H<sub>2</sub>O →;  
 г) Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → и SiO<sub>2</sub> + NaOH →;  
 д) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + SiO<sub>2</sub>  $\xrightarrow{t^0}$  и Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + CaCl<sub>2</sub> →;  
 е) MgCO<sub>3</sub> + HNO<sub>3</sub> → и SiO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →;  
 ж) KHCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → и SiO<sub>2</sub> + HF →.
- 21. Формулы веществ, которые образуются при сплавлении натрий карбоната с кремний (IV)-оксидом, расположены в ряду:**  
 а) Na<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; б) Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub>; в) Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>; г) Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.
- 22. Выберите соли, pH водных растворов которых будет больше семи:**  
 а) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; б) KHCO<sub>3</sub>; в) MgCO<sub>3</sub>; г) Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; д) CaSiO<sub>3</sub>.
- 23. Сокращенное ионное уравнение HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> = H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>↑ описывает взаимодействие водных растворов веществ:**  
 а) Ba(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; б) KHCO<sub>3</sub> и HNO<sub>3</sub>;  
 в) NaHCO<sub>3</sub> и NaOH; г) KHCO<sub>3</sub> и CH<sub>3</sub>COOH.
- 24. В системе CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O ⇌ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup> равновесие сместиться вправо при добавлении:**  
 а) H<sub>2</sub>O; б) KOH; в) HCl; г) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; д) CaCO<sub>3</sub>.
- 25. При смешивании водных растворов AlCl<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:**  
 а) химическая реакция не происходит;



- б) образуются  $Al_2(CO_3)_3 + NaCl$ ;  
 в) образуются  $Al(OH)_3 + CO_2 + NaCl$ ;  
 г) реакция сопровождается образованием осадка и выделением газа.
- 26. Обнаружить карбонат-ион в растворе можно добавлением:**  
 а) щелочей; б) кислот;  
 в) серебро(I) нитрата; г) озона.
- 27. Растворы  $Na_2CO_3$  и  $NaHCO_3$  можно различить при помощи реагента:**  
 а)  $HCl$ ; б)  $KCl$ ; в)  $CaCl_2$ ; г)  $KNO_3$
- 28. Водные растворы  $K_2CO_3$  и  $KCl$  между собой можно различить с помощью:**  
 а) известковой воды; б) магний хлорида;  
 в) соляной кислоты; г) натрий гидроксида.  
 д) раствора лакмуса;
- 29. Натрий карбонат и натрий сульфат можно распознать при помощи реактивов:**  
 а) водного раствора алюминий нитрата;  
 б) соляной кислоты;  
 в) углерод (IV)-оксида (в водном растворе);  
 г) барий хлорида.
- 30. В трех пробирках находятся водные растворы силиката натрия, карбоната натрия и хлорида натрия. Реактив, с помощью которого можно распознать, в какой пробирке находится каждый из указанных растворов — это:**  
 а) фенолфталеин;  
 б) соляная кислота;  
 в) водный раствор калий гидроксида;  
 г) водный раствор свинец (II) нитрата.
- 31. При постепенном пропускании избыточного количества  $CO_2$  через известковую воду:**  
 а) раствор мутнеет, затем становится прозрачным;  
 б) электропроводность раствора увеличивается, затем уменьшается;  
 в) электропроводность раствора уменьшается, затем увеличивается до определенной величины и далее остается постоянной;  
 г) pH раствора увеличивается.
- 32. Формулы веществ, при взаимодействии с которыми возможно последовательно осуществить следующие превращения:**  
 $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CO_2$ , записаны в ряду:  
 а)  $NaOH, CaO, O_2, HCl, O_2$ ;  
 б)  $CO_2, H_2O, CO_2, H_2O, NaOH$ ;  
 в)  $CO_2, O_2, NaOH, NaOH, HCl$ ;  
 г)  $HCl, CO_2, NaOH, CaO, O_2$ .

## ТЕСТ 5. Применение соединений элементов IV-A группы

**1. Материал, который образуется при сплавлении кварцевого песка с содой и известняком, называется:**

а) фарфор; б) оконное стекло; в) керамика; г) хрустальное стекло.

**2. Состав растворимого (жидкого) стекла можно выразить формулами:**

а)  $\text{CaSiO}_3$ ; б)  $\text{MgSiO}_3$ ; в)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ; г)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; д)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ .

**3. В отличие от оконного, кварцевое стекло:**

а) непрозрачно;  
б) практически не расширяется при нагревании;  
в) пропускает ультрафиолетовые лучи;  
г) растрескивается, не выдерживая резкого перепада температур.

**4. Стекловата и стекловолокно:**

а) служат сырьем для получения стекла;  
б) используются в качестве звуко- и теплоизоляторов;  
в) обладают электроизоляционными свойствами;  
г) легко воспламеняются.

**5. Сырьем для производства керамических изделий служит:**

а) кварцевый песок; б) глины; в) цемент; г) гранит; д) мел.

**6. К керамическим изделиям относят:**

а) облицовочную плитку; б) черепицу;  
в) строительный кирпич; г) пенобетон.

**7. После обжига керамику часто покрывают глазурью**

а) только с декоративной целью;  
б) для придания керамике огнеупорных свойств;  
в) чтобы сделать ее водонепроницаемой;  
г) с целью повышения электропроводности.

**8. В качестве вяжущих строительных материалов используют:**

а) мрамор; б) гашеную известь с песком;  
в) цемент; г) гранит;  
д) бетон; е) алебастр;  
ж) стекловолокно.

**9. Укажите правильные утверждения:**

а) для получения цемента спекают смесь бетона и песка;  
б) основу бетона получают из смеси цемента, песка и воды;  
в) цемент получают спеканием известняка и глины;  
г) в отличие от известкового раствора, при затвердевании бетона происходит поглощение воды.

**10. Процесс отвердения гашеной извести отражает схема:**

а)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; б)  $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$ ; г)  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ .

**II. Запишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения.**

**1.**

1.  $C \rightarrow CH_4 \rightarrow CO_2 \rightarrow NH_4HCO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaSO_4$
2.  $C \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca \rightarrow Ca_3P_2 \rightarrow PH_3$
3.  $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$
4.  $C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$
5.  $C \rightarrow CO \rightarrow C \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
6.  $C \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SiO_3$
7.  $C \rightarrow CH_4 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CO_2$
8.  $C \rightarrow CH_4 \rightarrow NH_4HCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CO_2$
9.  $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO \rightarrow COCl_2$
10.  $CO \rightarrow CO_2 \rightarrow C \rightarrow NH_4HCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$
11.  $CO \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaC_2 \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO$
12.  $CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 \rightarrow CaCO_3$

**2.**

1.  $Ca \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow CO \rightarrow CH_4 \rightarrow CO_2$
2.  $Ca \rightarrow CaH_2 \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow CaC_2$
3.  $Ba \rightarrow BaCO_3 \rightarrow Ba(HCO_3)_2 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow CO$
4.  $Al \rightarrow CH_4 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO$
5.  $Al \rightarrow Al_4C_3 \rightarrow CH_4 \rightarrow CO \rightarrow C \rightarrow CaC_2$
6.  $Al_4C_3 \rightarrow H_2 \rightarrow CH_4 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow Ca$
7.  $Al_4C_3 \rightarrow CH_4 \rightarrow CO_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$
8.  $K_2CO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow CO_2$
9.  $CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO$
10.  $K_2CO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaC_2 \rightarrow Ca(OH)_2$
11.  $Si \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiH_4$
12.  $Si \rightarrow CaSiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3$

**3.**

1.  $Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow SiF_4$
2.  $Si \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow Si \rightarrow SiO_2$
3.  $Si \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$
4.  $Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaC_2$
5.  $SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2$
6.  $SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si$
7.  $SiO_2 \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3$
8.  $SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow SiC$
9.  $SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2 \rightarrow SiC$
10.  $SiO_2 \rightarrow K_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si$
11.  $SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2$
12.  $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaSiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow SiF_4$

### III. Решите следующие задачи:

#### Углерод. Оксиды углерода.

1. Какой объем (н. у.) воздуха потребуется для сжигания угля массой 7,0 кг, содержащего 95 % (по массе) углерода и негорючие примеси, если объемная доля кислорода в воздухе равна 21 %?
2. На восстановление металла из его оксида массой 8,0 г был затрачен углерод массой 1,2 г. Определите металл, если известно, что его валентность в оксиде равна двум и в результате реакции образуется углерод(II)-оксид.
3. Смесь, состоящую из 11,2 г кальций оксида и 8,0 г кокса, нагрели. Массовая доля углерода в составе кокса равна 96 %. В результате реакции получили кальций-карбид и углерод(II)-оксид. Затем кальций-карбид обработали избытком воды. Рассчитайте объем (н. у.) выделившегося ацетилена, если его выход равен 95 %.
4. При комнатных условиях в 1 объеме воды растворяется 1 объем углекислого газа. Какое химическое количество углекислого газа необходимо для получения его насыщенного водного раствора объемом 1 см<sup>3</sup>? Изменением объема при растворении следует пренебречь.
5. Какое количество теплоты выделится при сгорании угарного газа массой 54 г, если при сгорании CO химическим количеством 1 моль выделяется 283 кДж теплоты?
6. Массовая доля угарного газа в смеси с углекислым газом равна 20 % . Рассчитайте объемную долю углекислого газа в смеси.
7. В системе установилось равновесие:  $2\text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}$  Равновесные химические количества CO, O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> соответственно равны 2,0, 3,0 и 3,0 моль. Рассчитайте исходные химические количества угарного газа и кислорода.
8. Газовая смесь, состоящая из углерод(II)-оксида и кислорода, имеет массу 30 г и занимает объем, равный 22,4 дм<sup>3</sup> (н. у.). Рассчитайте массовую долю углерод(II)-оксида в смеси.
9. Относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из углерод(II)-оксида и кислорода, равна 15. Какая масса углерод(IV)-оксида образуется при поджигании этой смеси массой 60 г?
10. К смеси газов углерод(II)-оксида и углерод(IV)-оксида общим объемом 10 дм<sup>3</sup> (н. у.) добавили 15 дм<sup>3</sup> (н. у.) кислорода и подожгли. В результате реакции объем смеси уменьшился на 2 дм<sup>3</sup> (н. у.). Определите объемную долю углерод(IV)-оксида в исходной газовой смеси.
11. Газовая смесь состоит из угарного и углекислого газа и имеет объем 4,48 дм<sup>3</sup> (н. у.). На каждые 40 атомов углерода в смеси приходится 60 атомов кислорода. Чему равна масса угарного газа в смеси?
12. Образец оксида углерода (II) (н. у.) занимает объем равный 2,24 л. Масса образца равна 2,85 г. Углерод в составе оксида представлен одним нуклидом C<sup>12</sup>, кислород двумя изотопами — O<sup>16</sup> и O<sup>18</sup>. Определите моляр-

ную долю (в процентах)  $C^{18}O$  в образце.

**Ответы:** 1.  $59,1 \text{ м}^3$ . 2. медь. 3. 4,26 л. 4.  $4,46 \times 10^{-5}$  моль. 5. 546 кДж. 6. 71,8 %. 7. 5,0 моль, 4,5 моль. 8. 46,7 %. 9. 44 г. 10. 60 %. 11. 2,8 г. 12. 25 %.

### **Угольная кислота. Карбонаты.**

1. В растворе, содержащем угольную кислоту химическим количеством 0,018 моль, содержится  $3,01 \cdot 10^{19}$  ионов водорода. Пренебрегая диссоциацией угольной кислоты по второй ступени, рассчитайте степень ее диссоциации в этом растворе.

2. Рассчитайте массу осадка, который образуется при кипячении раствора кальций гидрокарбоната массой 100 г с массовой долей соли 2,0 %.

3. Какую массу кристаллической соды  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  нужно взять для приготовления раствора натрий карбоната с молярной концентрацией соли  $0,50 \text{ моль/дм}^3$  объемом  $2,0 \text{ дм}^3$ ?

4. При обжиге 200 т чистого известняка получили 116,4 т твердого остатка. Определить степень разложения известняка и объем выделившегося газа.

5. 400 г смеси  $NaHCO_3$  и  $Na_2CO_3$  нагревали до постоянной массы, которая оказалась равной 276 г. Найти массовую долю  $Na_2CO_3$  в исходной смеси.

6. В каком молярном соотношении нужно смешать  $CaCO_3$  и  $MgCO_3$ , чтобы при прокаливании смеси (до постоянной массы) ее масса уменьшилась наполовину?

7. Через 800 мл раствора КОН с концентрацией 2 моль/л пропустили 56 л смеси CO и  $CO_2$ , плотность которой по гелию 8,6. Определите количества вещества полученных солей в расчете на 1 л раствора, считая объем неизменным.

8. Через раствор соды, содержащей 500 мл воды и 132,5 г безводного карбоната натрия, пропустили избыток  $CO_2$ . Найти массу образовавшегося осадка, если растворимость полученной соли при этих условиях равна 8 г на 100 г воды.

9. Газовая смесь, состоящая из водорода, угарного газа и метана, имеет плотность  $0,857 \text{ г/л}$  (н. у.). Для полного сгорания 1 л этой смеси потребовалось  $4,52 \text{ л}$  воздуха (н. у.). Определить состав исходной смеси в объемных процентах.

10. При сжигании 3,6 г углерода в сосуде, содержащем 4,48 л кислорода (н. у.), образовалось два газа, которые пропустили через 20 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 30 % ( $1,33 \text{ г/мл}$ ) при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите состав и массовую долю соли в полученном растворе.

11. При прокаливании 11,44 г кристаллического карбоната натрия образуется 4,26 г безводной соли. Найдите формулу кристаллогидрата.

**Ответы:** 1. 0,278 %. 2. 1,23г. 3. 286 г. 4. 95 %.  $42560 \text{ м}^3$ . 5. 16 %. 6.  $\approx 1:3$ . 7. 0,75 моль средней и 0,5 моль кислой соли. 8. 171,8 г. 9. 20 %, 50 % и 30 %. 10. 34,2 % средней соли. 11. декагидрат.

## Кремний. Соединения кремния.

1. В промышленности кремний получают в электропечах при высокой температуре из кремний-оксида и кокса:  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$ . Какую массу кремний(IV)-оксида и кокса с массовой долей углерода 95 % нужно взять, чтобы получить кремний массой 280 кг, если производственные потери составляют 10 %?
2. Чистый кремний получают восстановлением кремний(IV)-хлорида водородом при повышенной температуре по уравнению:  $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 = \text{Si} + 4\text{HCl}$ . Какая масса водорода потребуется для реакции с кремний(IV)-хлоридом массой 250 г и какая масса кремния при этом будет получена?
3. Кремний реагирует только с одним представителем галогеноводородов — фтороводородом:  $\text{Si} + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2$ . Какой объем (н. у.) водорода выделится при взаимодействии кремния массой 14 г с избытком фтороводорода?
4. Какая масса кремния может прореагировать с 200 мл горячего раствора NaOH с массовой долей щелочи 35 % и пл. 1,38 г/мл? Какой объем газа (н. у.) при этом выделится?
5. Определить массовые доли компонентов в смеси, полученной при сплавлении 6 г Mg и 24 г песка.
6. Образец технического кремния содержит 5,00 % примесей, а образец технического магния — 10,0 % примесей. В каком соотношении (по массе) следует смешать эти два образца, чтобы кремний и магний прореагировали полностью?
7. Смесь массой 40 г, содержащую натрий гидроксид и натрий-карбонат в равных химических количествах, смешали с кремний(IV)-оксидом массой 40 г и прокалили при высокой температуре. Какая масса натрий силиката образовалась при этом?
8. Какая масса осадка образуется при сливании раствора натрий силиката массой 10 г с массовой долей соли 8 % и соляной кислоты объемом  $30 \text{ см}^3$  с массовой долей HCl 6,8 % (плотность —  $1,03 \text{ г/см}^3$ )?
9. Соединение кремния с углеродом — карборунд SiC — по твердости близок алмазу, поэтому его используют для изготовления точильных камней и шлифовальных кругов. В промышленности карборунд получают в электропечах из песка и кокса:  $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}$ . Какую массу песка и кокса с массовой долей углерода 94 % нужно взять, чтобы получить карборунд массой 450 кг?
10. Для получения тугоплавкого стекла, смесь поташа и известняка прокалили с кремнеземом. Выделившийся газ был поглощен 125 мл раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  с пл. 1,1 г/мл. В результате выпал осадок массой 4,935 г, вещества при этом прореагировали в соотношении 1:1. Определите объем (н. у.) поглощенного газа и массовую долю  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  в растворе.

**Ответы:** 1. 667 кг; 281 кг. 2. 5,88 г; 41,2 г. 3. 22,4 л. 4. 33,81 г; 54,096 л. 5. 55 %; 33,3 %; 11,7. 6. Mg /Si = 1,81. 7. 51,2 г. 8. 0,51 г. 9. 675 кг; 431 кг. 10. 0,56 л; 3,1 %.

### Смеси соединений углерода и кремния

1. На сгорание смеси углерода и кремния массой 4,0 г потребовался кислород химическим количеством 0,20 моль. Определите массовую долю кремния в смеси.
2. Смесь, содержащую магний и кремний, массы которых соответственно равны 2,4 г и 0,70 г, прокалили, а затем обработали избытком соляной кислоты. Образующийся в результате первой реакции магний-силицид реагирует с соляной кислотой с выделением газа силана по уравнению:  $Mg_2Si + 4HCl = SiH_4 + 2MgCl_2$ . Определите объем (н. у.) выделившегося газа.
3. Смесь, содержащую калий-карбонат и калий-силикат, растворили в воде. Затем к раствору добавили избыток серной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом 4,48 дм<sup>3</sup> (н. у.) и выпал осадок массой 3,9 г. Определите массовую долю калий силиката в исходной смеси.
4. При обработке кислотой 9,92 г смеси карбидов кальция и алюминия образуется 4,48 дм<sup>3</sup> (н. у) смеси газов. Определите состав смеси карбидов (в % по массе).

**Ответы:** 1. 70 %. 2. 1,68 л. 3. 21,8 %. 4. 12,9 % и 87,1 %.

## Металлы

### Основной объем учебного материала:

Металлы, их положение в периодической системе элементов. Особенности электронного строения атомов металлов.

Физические свойства металлов. Понятие о сплавах металлов, сплавах металлов с неметаллами.

Общие химические свойства металлов: взаимодействие с неметаллами, водой, разбавленными кислотами, солями. Электрохимический ряд активности металлов. Понятие о гальванических элементах. Коррозия. Защита металлов от коррозии.

Нахождение металлов в природе. Химические способы получения металлов из их природных соединений: восстановление углеродом, оксидом углерода (II), водородом, металлами. Понятие об электролизе. Основные способы промышленного получения металлов. Электрохимические способы получения металлов. Охрана окружающей среды при промышленном получении металлов.

История открытия и использования важнейших металлов (золото, серебро, медь, железо, алюминий). Металлы в современной технике.

Щелочные металлы. Строение атомов. Закономерности изменения химических свойств в группе. Нахождение в природе. Физические и хи-

мические свойства простых веществ. Соединения с кислородом, гидроксиды, соли: получение и химические свойства. Применение щелочных металлов и их соединений.

Магний и щелочноземельные металлы. Строение атомов и закономерности изменений свойств в группе. Нахождение в природе. Физические и химические свойства простых веществ. Оксиды, гидроксиды и соли: получение и химические свойства. Применение соединений магния и кальция. Биологическая роль соединений магния и кальция. Жесткость воды и способы ее устранения.

Алюминий. Строение атома. Нахождение в природе. Физические и химические свойства простого вещества. Оксид и гидроксид алюминия. Амфотерность соединений алюминия. Получение и химические свойства гидроксида алюминия. Алюминий и его сплавы в технике.

Железо. Строение атома. Нахождение в природе. Физические и химические свойства простого вещества. Оксиды и гидроксиды железа: получение и химические свойства. Биологическая роль соединений железа. Химические основы процесса получения железа в промышленности. Сплавы железа. Применение железа и его сплавов.

## **Раздел 1. Общая характеристика металлов. Ряд стандартных электродных потенциалов (РСЭП). Общие способы получения металлов**

### **1. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Даны вещества: поташ, галит, карналлит, доломит, алебастр, магнетит, криолит, флюорит, ортоклаз, малахит. Суммарное число различных химических элементов металлов, входящих в состав этих соединений, равно:**

- а) 10;    б) 6;    в) 7;    г) 8.

**2. Выберите неверные утверждения для атомов элементов металлов, находящихся в основном состоянии:**

а) на внешнем энергетическом уровне не может быть более трёх электронов;

б) в образовании химических связей могут участвовать валентные электроны, расположенные только на внешнем уровне;

в) процесс превращения атомов металлов в катионы называется восстановлением;



г) в отличие от атомов типичных неметаллов, атомы типичных металлов имеют сравнительно большие радиусы и небольшие значения энергий ионизации.

**3. Укажите число элементов металлов IV-го периода, в атомах которых на внешнем энергетическом уровне в основном состоянии содержится два электрона:**

- а) 7;      б) 8;      в) 9;      г) 10.

**4. Отметьте ряды, в которых указаны символы только элементов металлов, относящихся к одному типу электронных семейств и имеющих одинаковое число электронов на внешнем энергетическом уровне в основном состоянии:**

- а) Cr, Cu, Ag;      б) Zn, Be, Cd;  
в) As, Sc, La;      г) V, Mn, Fe.

**5. Укажите все верные утверждения. Металлические свойства элемента тем более выражены:**

- 1) чем больше температура плавления простого вещества;
- 2) меньше энергия ионизации его атома;
- 3) меньше энергия сродства к электрону;
- 4) больше радиус;
- 5) чем больше число электронов на внешнем энергетическом уровне.

- а) 1, 2, 3;      б) 2, 3;      в) 2, 4, 5;      г) 2, 3, 4.

**6. Массовое число нуклида в 2,207 раза больше его протонного числа; число нейтронов равно 35. Укажите электронную схему данного атома, находящегося в основном состоянии:**

- а)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 18\bar{e}, 7\bar{e}$ ;      б)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 17\bar{e}, 2\bar{e}$ ;  
в)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 18\bar{e}, 1\bar{e}$ ;      г)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$ .

**7. Некоторый простой ион состава  $\text{Э}^{3+}$  химическим количеством 0,5 моль содержит  $6,321 \cdot 10^{24}$  электронов. Укажите электронную конфигурацию атома данного элемента в основном состоянии:**

- а)  $\dots 3d^5 4s^1$ ;      б)  $\dots 3d^7 4s^2$ ;      в)  $\dots 3d^4 4s^2$ ;      г)  $\dots 3d^2 4s^1$ .

**8. Укажите пары, в которых обе частицы имеют одинаковую массу и одинаковое число электронов:**

- а)  $^{58}\text{Co}^{2+}, ^{58}\text{Fe}^0$ ;      б)  $^{57}\text{Fe}^{2+}, ^{57}\text{Ni}^{2+}$ ;  
в)  $^{40}\text{K}^+, ^{40}\text{Ca}^{2+}$ ;      г)  $^{39}\text{K}^1\text{H}, ^{21}\text{Na}^{19}\text{F}$ .

**9. Отметьте пары символов элементов металлов, в атомах которых в основном состоянии энергетический 3d-подуровень заполнен полностью:**

- а) Sr, Cu;      б) Zn, Se;      в) Zr, Cr;      г) Cu, Ge.

**10. Отметьте электронную схему атома элемента, имеющего наибольшую энергию ионизации:**

- а)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 2\bar{e}$ ;      б)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$ ;      в)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$ ;      г)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 3\bar{e}$ .

**11. Укажите массовое число и заряд ядра иона  $\text{Э}^{2+}$ , если число нейтронов в его составе на 6 единиц больше, чем электронов:**

- а) 58 и 26;      б) 66 и 30;      в) 58 и 28;      г) 60 и 28.

**12. Энергия ионизации атомарного натрия равна 495 кДж/моль. Укажите количество энергии, которую необходимо затратить для превращения в катионы всех атомов  $^{23}\text{Na}$  массой 92 мг:**

- а) 472,55 кал;      б) 1,98 кДж;      в)  $2,408 \cdot 10^{25}$  Дж;      г) 1980 кДж.

**13. Укажите правильные утверждения:**

а) как ртуть, так и латунь имеют металлическую кристаллическую решётку;

б) и металлическая и ковалентная связи образованы путём обобществления электронов;

в) и металлическая, и ионная связи не проявляют свойств насыщаемости;

г) все вещества с металлической связью, как и все вещества с ионной связью при нормальных условиях твёрдые.

**14. Вещество натрий хлорид является хрупким, в отличие от него золото обладает ковкостью и пластичностью. Это объясняется тем, что:**

а) координационное число в кристаллической решётке золота равно 12, а в кристалле натрий хлорида — 6;

б) металлическая связь, в отличие от ионной связи, является направленной;

в) металлическая и ионная связи имеют разную природу сил взаимодействия, связывающих атомы и ионы в кристаллы;

г) при деформации в ионных кристаллах связи разрываются, а в металлических кристаллах связь между слоями сохраняется благодаря свободному перемещению валентных электронов.

**15. Отметьте правильные утверждения:**

а) литий является самым лёгким и самым легкоплавким металлом;

б) наибольшей электрической проводимостью обладает серебро, относящееся к группе мягких металлов;

в) вольфрам используют для производства нитей в лампах накаливания потому, что он является самым твёрдым металлом;

г) высокая тепло- и электропроводимость как графита, так и металлов обусловлены наличием делокализованных электронов, поддерживающих связь между слоями в кристаллах.

**16. Какой объём ( $\text{см}^3$ ) занимает 1 атом никеля, если плотность металла равна  $8,9 \text{ г/см}^3$  (степень заполнения атомами пространства в кристаллической решётки составляет 74,05 %)?**

- а)  $0,74 \cdot 10^{-10}$ ;      б)  $1,25 \cdot 10^{-8}$ ;      в)  $8,11 \cdot 10^{-24}$ ;      г)  $1,1 \cdot 10^{-23}$ .

**17. Молярная масса некоторого бинарного соединения стехиометрического состава равна 71 г/моль. Массовая доля (%) кислорода в соединении равна:**

а) 45,07;                      б) 36,06;                      в) 51,83;                      г) 33,81.

**18. К образованию продуктов, отличающихся по составу от исходных веществ, приводит растворение в воде:**

а) алюминий карбида;                      б) алюминий сульфида;  
в) калий бромид;                      г) кальций гидроксида.

**19. Даны вещества:** магний силицид, хром(III) сульфид, натрий гидрид, кальций фосфид, литий нитрид, алюминий карбид, барий оксид, железо(II) хлорид. **Укажите число реакций гидролиза этих веществ, в которых степень окисления водорода остаётся неизменной:**

а) 7;                      б) 6;                      в) 5;                      г) 8.

**20. Какие бинарные соединения в реакции с водой образуют газообразные продукты, относительная плотность по водороду для которых равна 17?**

а) литий нитрид;                      б) кальций фосфид;  
в) алюминий сульфид;                      г) кальций карбид.

**21. Укажите все процессы, которые сопровождаются электрохимическими явлениями:**

- 1) нанесение гальванических покрытий;
- 2) электролитическая диссоциация;
- 3) переход атома из основного состояния в возбуждённое состояние;
- 4) появление серебряного налёта на медной пластине, опущенной в раствор серебро(I) нитрата;
- 5) образование голубого налета на стенках стеклянного сосуда при осторожном выпаривании раствора медь(II) сульфата:

а) 1, 2, 3, 4, 5;                      б) 1, 2, 3;                      в) 2, 4, 5;                      г) 1, 4.

**22. Отметьте правильные утверждения: в ряду Li – K – Ca и т. д.:**

- а) энергия ионизации атомов сначала уменьшается, а затем — увеличивается;
- б) усиливается способность металлов восстанавливаться в водных растворах из своих ионов;
- в) возрастают величины стандартных электродных потенциалов;
- г) усиливаются восстановительные свойства металлов в реакциях, протекающих с их участием в водных растворах.

**23. Выберите неправильные утверждения:**

- а) окислительно-восстановительный процесс, протекающий при пропускании электрического тока через раствор (расплав) электролита, называется электролитической диссоциацией;
- б) электрод, на котором происходит восстановление ионов при электролизе называется катодом;
- в) при электролизе водного раствора медь(II) сульфата на катоде выделяется медь, на аноде — кислород;

г) одни и те же продукт(-ы) выделяются на аноде как при электролизе расплава калий гидроксида, так и при электролизе расплава калий гидроксида.

**24. Укажите число правильных утверждений. Электролиз в промышленности используется:**

- 1) для получения щелочных металлов из растворов их галогенидов;
  - 2) в гальванотехнике;
  - 3) в методе электрохимического рафинирования;
  - 4) для получения электрического тока в аккумуляторах;
  - 5) для получения благородных металлов, потому что их нельзя получить никаким другим способом;
  - 6) для получения щелочей;
  - 7) для получения металлов из металлолома.
- а) 7;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.

**25. При электролизе водного раствора натрия сульфата, отношение плотности (н. у.) продукта, выделившегося на аноде, к плотности продукта, выделившегося на катоде равно:**

- а) 30,34;                      б) 32,00;                      в) 32,96;                      г) 16,00.

**26. Отметьте правильные утверждения:**

а) при электролизе водного раствора, содержащего катионы металлов в равных количествах, они восстанавливаются на катоде в следующей последовательности:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ;

б) в случае электролиза водного раствора натрия хлорида с применением медного анода, концентрация  $\text{NaCl}$  в растворе не изменяется;

в) постоянный электрический ток является самым сильным восстановителем, поэтому все металлы можно получить электролизом водных растворов их солей;

г) при электролизе водного раствора калий сульфата (с использованием нерастворимых электродов) массовая доля соли в растворе увеличивается.

**27. Какие из утверждений являются неправильными? Гальванический элемент — это:**

а) металлическая пластина, опущенная в раствор соли данного металла;

б) устройство, в котором энергия химической реакции превращается в электрическую энергию;

в) химический источник тока, в котором носителями электрических зарядов являются как электроны, так и ионы;

г) устройство, в котором, как и в аккумуляторах, электродные реакции протекают необратимо.

**28. В процессе работы медно-серебряного гальванического элемента:**

1) на медном электроде происходит процесс окисления;

2) масса медного электрода уменьшается;

3) серебряный электрод является катодом, потому что на нём происходит процесс восстановления;

4) протекающие окислительно-восстановительные процессы являются гетерогенными.

**Число неправильных утверждений из перечисленных выше равно:**

а) 4;                      б) 3;                      в) 1;                      г) 0.

**29. Укажите все верные утверждения:**

1) в отличие от химической коррозии электрохимическая коррозия является окислительно-восстановительным процессом;

2) для предотвращения коррозии щелочные и щелочно-земельные металлы в лаборатории хранят под слоем любого органического растворителя, плотность которого меньше плотности воды;

3) электрохимическая коррозия в растворах солей, кислот объясняется возникновением гальванических элементов;

4) коррозия цинка в солянокислой среде усиливается, если он находится в контакте с металлом, имеющим большее, чем у цинка, значение стандартного электронного потенциала;

5) при коррозии в нейтральной и щелочной среде роль окислителя выполняют молекулы кислорода:

а) 1, 3, 4, 5;              б) 3, 4, 5;              в) 2, 3, 4, 5;              г) 2, 3, 5.

**30. Какое из утверждений является неправильным?**

а) при коррозии в кислой среде стальных изделий, содержащих примеси менее активных металлов, железо выполняет функцию анода;

б) лужение стальных изделий применяется для того, чтобы в образующемся при контакте олова с железом гальваническом элементе окислению подвергалось олово, а не железо;

в) процесс коррозии железа в контакте с медью в кислой среде описывается схемой:  $\text{Fe}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  (на железе);  $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0$  (на меди);

г) в отличие от алюминия, хрома и никеля железо не образует прочных оксидных плёнок на поверхности, защищающих изделие от коррозии.

**31. Сколько из перечисленных процессов или методов: алитирование; внесение в сплавы легирующих добавок; электрохимическое рафинирование; фосфатирование стальных изделий; деаэрация растворов; метод протекторов; амальгамирование алюминиевых изделий; металлотермия; лужение; никелирование — используются для предупреждения коррозии и защиты от неё?**

а) десять;                      б) восемь;                      в) семь;                      г) девять.

**32. Ориентируясь на электрохимический ряд напряжений металлов, можно прогнозировать:**

а) какими металлами могут восстанавливаться катионы водорода в водном растворе кислоты;

- б) возможность протекания реакции контактного вытеснения в случае взаимодействия металла с раствором соли другого металла;
- в) изменение энергий ионизации атомов металлов;
- г) последовательность восстановления катионов металлов на катоде при электролизе водного раствора их солей.

**33. Все металлы какого ряда реагируют как с концентрированной азотной кислотой, так и с водой при комнатной температуре?**

- а) барий, олово, калий, медь;
- б) натрий, литий, кальций, железо;
- в) алюминий, магний, литий, барий;
- г) цезий, стронций, рубидий, кальций.

**34. В каких рядах указаны символы металлов, которые реагируют как с разбавленной серной, так и с разбавленной азотной кислотой?**

- а) цинк, железо, бериллий, марганец; б) магний, стронций, ртуть, калий;
- в) свинец, олово, барий, медь; г) алюминий, железо, никель, стронций.

**35. Укажите смесь металлов, при действии на которую избытка воды при комнатной температуре выделится наибольшее количество водорода (массовые доли металлов в смеси равны, и смеси имеют одинаковые массы):**

- а) цинк, калий; б) калий, кальций;
- в) калий, литий; г) калий, цезий, кальций.

**36. При растворения 0,25 моль железа в разбавленном растворе  $H_2SO_4$  суммарное число электронов перешедших от восстановителя к окислителю равно:**

- а)  $45,15 \cdot 10^{22}$ ; б)  $2,24 \cdot 10^{23}$ ; в)  $12,04 \cdot 10^{23}$ ; г)  $3,01 \cdot 10^{23}$ .

**37. 0,75 моль цинка полностью растворили в растворе азотной кислоты, при этом в качестве основного продукта выделился газ, относительная плотность которого по сероводороду равной 0,5. Количество (моль) кислоты, пошедшей на солеобразование, равно:**

- а) 1,69; б) 1,50; в) 2,25; г) 2,00.

**38. Укажите все процессы, приводящие к увеличению массы металлической пластины:**

- а) погружение пластины из хрома в раствор никель(II) сульфата;
- б) выдерживание пластины из олова в растворе медь(II) сульфата;
- в) погружение пластины из бария в разбавленный раствор натрий хлорида;
- г) выдерживание пластины из кадмия в растворе серебро(I) нитрата.

**39. При растворении калия в водном растворе алюминий хлорида на дне образовался осадок белого цвета. Веществом, выпавшим в осадок, является:**

- а) алюминий; б) алюминий оксид;
- в) калий гексагидроксоалюминат; г) алюминий гидроксид.

40. Суммарное число электронов, перешедших от восстановителя к окислителю, при выдерживании медной пластины в водном растворе серебро(I) нитрата, равно  $3,01 \cdot 10^{23}$ . Считая, что серебро полностью осело на пластине, укажите суммарное число протонов в серебряном покрытии:

- а)  $325,08 \cdot 10^{23}$ ; б)  $70,735 \cdot 10^{23}$ ; в)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ; г)  $141,47 \cdot 10^{23}$ .

41. В каком ряду все указанные металлы уже несколько тысячелетий широко используются в практической деятельности человека?

- а) свинец, ртуть, олово; б) алюминий, серебро, золото;  
в) платина, медь, калий; г) медь, железо, алюминий.

42. Как относятся между собой массовая доля одного из металлов в хромистом железняке и массовая доля этого же металла в халькопирите?

- а) 1:1,217; б) 1:1; в) 1:1,75; г) 0,822:1.

43. Алюминий — самый распространённый металл, а металл прометий — один из наименее распространённых. Их содержание на 1 тонну земной коры соответственно равно  $8,8 \cdot 10^4$  г и  $1 \cdot 10^{-19}$  г. Во сколько раз атомов алюминия в земной коре больше, чем атомов прометия?

- а) в  $4,13 \cdot 10^{24}$  раза; б) в  $2,23 \cdot 10^{23}$  раза;  
в) в  $4,73 \cdot 10^{22}$  раза; г) в  $2,12 \cdot 10^{25}$  раза.

44. Укажите пары схем реакций, в каждой из которых можно с практическим выходом получить металл:

- а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{тв.}) + \text{C} \xrightarrow{t}$  и  $\text{CsCl} + \text{Ca} \xrightarrow{t}$   
б)  $\text{CaO} + \text{Al} \xrightarrow{t}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{t}$   
в)  $\text{AlCl}_3 + \text{K} \xrightarrow{t}$  и  $\text{K} + \text{CuSO}_4(\text{р}) \xrightarrow{t}$   
г)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{электролиз(расплав)}}$  и  $\text{PbO} + \text{CO} \xrightarrow{t}$

45. Сколько из перечисленных процессов: электролиз, алитирование, алюмотермия, амальгамирование, легирование, контактное вытеснение, водородотермия, гальванопластика - используются в основных технологических методах получения металлов:

- а) 5; б) 4; в) 6; г) 3.

46. Выберите все процессы, с помощью которых можно получить только один металл:

- 1) электролиз раствора галита;
- 2) обжиг киновари;
- 3) электролиз расплава продуктов, выделенных из раствора, полученного действием избытка соляной кислоты на доломит;
- 4) нагревание кальцинированной соды с углём;
- 5) обжиг железного колчедана с последующим восстановлением твёрдого продукта коксом;

- а) 1, 3, 4, 5; б) 1, 2, 4, 5; в) 2, 4, 5; г) 1, 4, 5.

**47. Отметьте правильные утверждения:**

а) для получения щелочных и щелочно-земельных металлов в промышленности используются как электро-, так и пирометаллургические методы;

б) все металлы в перечне: Al, Cu, W, Fe, K — могут быть получены методом водородотермии;

в) гидрометаллургическим методом можно получать только металлы, стоящие за водородом в РСЭП;

г) среди восстановителей, используемых в промышленности, наиболее сильным восстановителем является постоянный электрический ток.

**48. Какие из утверждений являются неверными?**

а) сплавы всегда являются химическими соединениями, в состав которых входят только металлы;

б) для производства ювелирных изделий к золоту добавляют медь потому, что золото — очень твёрдый металл, и добавление меди приводит к уменьшению твёрдости;

в) цветными являются все перечисленные ниже сплавы: бронза, мельхиор, победит, латунь, дуралюмин;

г) использование сплавов на основе алюминия в самолётостроении, главным образом, связано с высокими антикоррозийными и отражательными свойствами металла.

**49. Выберите неверные утверждения:**

а) так как массовая доля углерода в чугуна больше, чем в стали, чугун относится к группе чёрных металлов, а сталь — нет;

б) введение специальных добавок, улучшающих свойства стали, называется легированием;

в) в конверторах под действием электрического тока углерод частично испаряется, и чугун превращается в сталь;

г) алюминий — самый распространённый металл в земной коре, поэтому он производится в промышленных масштабах в наибольшем количестве.

**50. Отметьте правильные утверждения:**

а) алюминий является самым распространённым элементом, как в земной коре, так и в человеческом организме;

б) в организме человека ионы натрия в основном являются внеклеточными, а ионы калия — типичными внутриклеточными катионами;

в) биологическая роль d-элементов главным образом связана с тем, что их катионы являются хорошими комплексообразователями и в этой роли входят в состав многих биологически активных органических соединений;

г) калий, магний, железо и кальций входят в состав семи макроэлементов, необходимых для жизнедеятельности растений.



**II. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях. Укажите окислители и восстановители.**

1.  $\text{UO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{UCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{U}(\text{OH})_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2 + \text{HCl}$
3.  $\text{AmO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{AmCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{Np}(\text{NO}_3)_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NpO}_2\text{NO}_3 + \text{HNO}_3 + \text{HI}$
5.  $\text{Sc} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Sc}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Ga} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Ga}(\text{OH})_6] + \text{H}_2$
7.  $\text{AmO}_2\text{F} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Am}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{O}_2 + \text{HF} + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{Zr} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{ZrCl}_6] + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
9.  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}[\text{Sn}(\text{OH})_3] + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{NaNO}_3$
10.  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{KCl} + \text{KCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{Sn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
12.  $\text{Ge} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Ge}(\text{OH})_6]$
13.  $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
14.  $\text{BiCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBiO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
15.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaBiO}_3 + \text{Na}_2\text{O}$
16.  $\text{MnO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
17.  $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
18.  $\text{IrF}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ir}(\text{OH})_4 + \text{HF} + \text{O}_2$
19.  $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSiO}_3 + \text{SO}_2$
20.  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{NaOH}$
21.  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{Zn} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4] + \text{Au}$
22.  $\text{Pt} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{PtCl}_6] + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
23.  $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] \rightarrow \text{Pt} + \text{NH}_3 + \text{HCl} + \text{Cl}_2$
24.  $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$

**III. Запишите уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

1.  $\text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuS}$
2.  $\text{Na} \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{NaH} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{AgBr}$
3.  $\text{FeS} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeS}$
4.  $\text{CaH}_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaO}$
5.  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeS}$
6.  $\text{CaH}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{CaO}$
7.  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
8.  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{KCl}$
9.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{CaZnO}_2$
10.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
11.  $\text{Be} \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{BeCl}_2 \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Na}_2\text{BeO}_2 \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2$
12.  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$
13.  $\text{ZnO} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3$

14.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{AlO}_2)_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
15.  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
16.  $\text{SnO} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2$
17.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{AuCl}_3$
18.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NaOH}$
19.  $\text{ZnS} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnO}$
20.  $\text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2$
21.  $\text{KF} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{KH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}$
22.  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}$
23.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH}$
24.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}$

#### IV. Решите следующие задачи:

1. В пластине толщиной 0,1 см, шириной 2,0 см и длиной 1,0 см содержится  $5,08 \cdot 10^{21}$  атомов натрия. Рассчитайте плотность металла.
2. Природное серебро представляет собой смесь изотопов с массовыми числами 107 и 109. Вычислите какого из изотопов по массе в природе больше и во сколько раз ( $A_r(\text{Ag})=107,8682$ )?
3. В какой массе меди содержится 1 г электронов, если масса  $1\bar{e} = 1/1840$  а.е.м? ( $A_r(\text{Cu})=63,546$ )
4. Установите, какой элемент металл входит в состав соли Мора, имеющий формулу  $\text{Э}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , если в 0,025 моль соли содержится  $30,702 \cdot 10^{23}$  электронов.
5. В 0,0150 моль фосфида стехиометрического состава, образованного металлом II-A-группы, находится 1,35 моль протонов. Какой металл образовал фосфид?
6. В порции натрия (плотность  $0,971$  г/см<sup>3</sup>) содержится число протонов, равное числу электронов в порции осмия. Объём порции натрия в 19,47 раз больше объёма порции осмия. Вычислите плотность осмия.
7. В 0,1 моль растворимого в воде карбоната находится 5,2 моль электронов. Напишите формулу этого карбоната (приведите два ответа).
8. Вычислите общее число атомов и общее число электронов в 14,0 г гептагидрата никель(II) сульфата.
9. В одном из фосфидов число атомов металла в 1,5 раза больше числа атомов фосфора, а массовая доля этого металла на 7,46 % больше массовой доли фосфора. Установите формулу фосфида.
10. В смеси  $\text{CaC}_2$  и  $\text{CaCO}_3$  содержится по  $1,81 \cdot 10^{24}$  атомов кальция и кислорода. Вычислите массу этой смеси.
11. Мольная доля металла в его бинарном соединении с кислородом равна 33,33 %. Массовая доля кислорода в нём равна 18,93 %. Установите, какой металл входит в состав данного соединения.
12. Вычислите массовые доли веществ в растворе, полученном осторожным добавлением 3,00 г натрия к 50,0 мл воды.

- 13.** Имеется смесь кальция, оксида кальция и карбида кальция с молярным соотношением компонентов 1:3:4 (в порядке перечисления). Какой объём воды может вступить в химическое взаимодействие с 35 г смеси?
- 14.** На 10,4 г смеси цинка с цинк оксидом подействовали раствором щёлочи. В результате сжигания выделившегося газа образовалось 0,72 г воды. Определите массовую долю цинка в смеси.
- 15.** В раствор сульфата кадмия погрузили цинковую пластину массой 50 г. После реакции, когда весь кадмий выделился на пластинке, её масса увеличилась на 3,76 %. Определите массу кадмия, выделившегося на пластинке и массу кадмий сульфата, содержащегося в исходном растворе.
- 16.** 0,155 г оксида щелочного металла растворили в некотором количестве воды и получили 500 мл раствора щёлочи, рН которого равен 12. Считая степень диссоциации щёлочи равной 100 %, установите, оксид какого металла был растворён.
- 17.** В 560 мл 10 %-ного раствора NaOH (плотность 1,11 г/см<sup>3</sup>) растворили натрий, при этом выделилось 5,6 л водорода (н. у.). Вычислите массовые доли веществ в растворе по окончании реакции.
- 18.** При растворении в соляной кислоте 1,82 г смеси Al и неизвестного металла, стоящего в электрохимическом ряду за водородом, получено 672 мл (н. у.) газа. Чтобы окислить исходную смесь, требуется 0,56 л (н. у.) кислорода, причём неизвестный металл окислится до степени окисления равной +2. Установите металл и его массовую долю в смеси.
- 19.** В 150,1 мл воды растворили 6,47 г натрия. После окончания реакции в раствор добавили 5,00 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.
- 20.** При полном растворении смеси железных и цинковых опилок в растворе медь(II) сульфата выделилось 12,8 г меди. При внесении того же количества смеси в раствор железо(II) сульфата вес опилок уменьшился на 0,63 г. Найдите массовые доли металлов в исходной смеси.
- 21.** После пропускания через 250 г 10 %-ного раствора натрий нитрата в течение некоторого времени электрического тока массовая доля соли увеличилась вдвое. Вычислите объёмы газов (н. у.), выделившихся на электродах.
- 22.** На раствор серебро(I)-нитрата подействовали избытком порошка цинка, после окончания реакции и удаления осадка, масса раствора изменилась на 4,53 г. Какая масса AgNO<sub>3</sub> была в исходном растворе?
- 23.** В 300 г раствора с массовой долей серебро нитрата равной 10 % опустили медную пластинку. Через некоторое время массовая доля серебро нитрата в растворе стала равной 4 %. Определите массу серебра, выделившегося на пластинке, и массовую долю медь(II) нитрата в полученном растворе.

- 24.** Медную проволоку массой 40 г выдержали в растворе ртути(II) нитрата, масса проволоки возросла до 45,48 г. После этого проволоку нагревали до постоянной массы без доступа воздуха. Чему равна окончательная масса проволоки?
- 25.** Медный стержень массой 140,8 г выдержали в растворе серебро(I)-нитрата, после чего его масса составила 171,2 г. Найдите объем раствора азотной кислоты с массовой долей  $\text{HNO}_3$  равной 32 % ( $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$ ), израсходованного на растворение всего стержня после реакции.
- 26.** Через находящийся в электролизёре 4 %-ный раствор барий хлорида массой 175 г пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 224 мл (н. у.) газа. К оставшемуся в электролизёре раствору добавили воду и довели объем до 200 мл. Вычислите молярную концентрацию соли в получившемся растворе.
- 27.** В 250 г воды растворили 70 г медного купороса. В полученный раствор опустили железную пластину массой 10 г. Через некоторое время промытая и высушенная пластина имела массу 11,4 г. Определите массовые доли веществ в получившемся растворе.
- 28.** Для того, чтобы посеребрить медное изделие массой 10 г, его опустили в раствор массой 250 г с массовой долей  $\text{AgNO}_3$  равной 4 %. Когда изделие вынули, оказалось, что массовая доля  $\text{AgNO}_3$  уменьшилась на 17 % по сравнению с исходной массовой долей. Определите массу посеребренного изделия.
- 29.** В раствор, содержащий  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  массой 250 г, поместили 1 г железных опилок. Какие металлы и какой массы выделились из раствора, если исходные массовые доли солей равны в порядке перечисления 0,5 %, 1,2 %, 0,84 %?
- 30.** При растворении смеси железных и медных опилок в растворе  $\text{AgNO}_3$  выделилось серебро массой 54 г. При внесении такого же количества смеси в раствор медного купороса масса опилок увеличилась на 0,8 г. Определите массовую долю металлов в смеси. Сколько миллилитров раствора азотной кислоты с массовой долей  $\text{HNO}_3$  80 % ( $\rho=1,45 \text{ г/см}^3$ ) может вступить в реакцию с медными опилками, содержащимися в смеси?
- 31.** Одна капля морской воды содержит 50 млрд атомов золота. 30 капель морской воды весит 1 г. Сколько граммов золота содержится в 1 т морской воды?
- 32.** Состав минерала азурита следующий:  $\text{CuO}$  — 69,2 %,  $\text{CO}_2$  — 25,6 %,  $\text{H}_2\text{O}$  — 5,2 %. Определите формулу вещества.
- 33.** Сколько атомов железа содержится в 200 г руды, содержащей 40 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 15 %  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?
- 34.** Важнейшей цинковой рудой является цинковая обманка. Вычислите содержание цинка в руде, если при обработке 25 г этой руды разбавленной

серной кислотой выделится 1,12 л газа (н. у.). Каково содержание примесей в руде (в процентах по массе)?

**35.** Какая масса металлического калия образуется, если через расплав калий хлорида пройдёт  $12,04 \cdot 10^{24}$  электронов?

**36.** Массовая доля  $\text{CaMoO}_4$  в руде 7 %. Выделенный молибден содержит 2 % примесей. Какую массу молибдена (с примесями) можно получить из 1 т руды?

**37.** Кроме самородного состояния платина встречается в в рудах в виде нескольких минералов, в том числе и в виде сперрилита  $\text{PtAs}_2$ . Из образца руды массой 50 г выделили 0,7 г платины. Будет ли разрабатываться месторождение, если экономически целесообразно это делать при содержании  $\text{PtAs}_2$  в руде не менее 3 %

**38.** Массовая доля титана в смеси ильменита  $\text{FeTiO}_3$  и перовскита  $\text{CaTiO}_3$  составляет 32,69 %. Определите массовые доли железа и кальция в смеси минералов.

**39.** Сколько граммов хрома можно получить из 2,28 кг  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  при восстановлении методом алюмотермии, если выход продукта 85 %? Какая масса  $\text{Al}$ , содержащего 4,7 % примесей, понадобится для этого?

**40.** При восстановлении  $\text{PbO}$  угарным газом масса твёрдой фазы уменьшилась на 5 % по сравнению с исходной. Какая часть  $\text{PbO}$  подверглась превращению?

**Ответы:** 1.  $0,97 \text{ г/см}^3$ . 2. в 1,28 раз. 3. 4034,5 г. 4. Fe. 5. Ca. 6.  $22,6 \text{ г/см}^3$ . 7.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . 8.  $8,1 \cdot 10^{23}$  атомов,  $4,38 \cdot 10^{24}$  электронов. 9.  $\text{Mg}_3\text{P}_2$ . 10. 228 г. 11.  $\text{Na}_2\text{O}$ . 12. 9,87 %  $\text{NaOH}$ , 90,13 %  $\text{H}_2\text{O}$ . 13.  $V(\text{H}_2\text{O})=17,65$  мл. 14. 25 %. 15. 4,48 г  $\text{Cd}$ ; 8,32 г  $\text{CdSO}_4$ . 16.  $\text{Na}_2\text{O}$ . 17. 13 %  $\text{NaOH}$ . 18. Cu, 70,3 %. 19. 7,16 %  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , 1,737 %  $\text{NaOH}$ . 20. 61,5 % Fe, 38,4 % Zn. 21. 155,6 л  $\text{H}_2$ , 77,8 л  $\text{O}_2$ . 22. 10,2 г. 23. 11,64 г; 3,4 %. 24. 37,46 г. 25. 961,4 мл. 26. 0,118 моль/л. 27. 5,27 %  $\text{CuSO}_4$ ; 8,35 %  $\text{FeSO}_4$ . 28. 10,76 г. 29. 1,9 г  $\text{Ag}$ ; 0,58 г Cu. 30. 63,2 % Cu; 36,8 % Fe; 32,59 мл. 31.  $4,9 \cdot 10^{-4}$  г Au. 32.  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . 33.  $8,355 \cdot 10^{23}$ . 34. 13 % Zn; 80,52 % примесей. 35. 780 г. 36. 34,29 кг. 37.  $w(\text{PtAs}_2)$  в руде 2,48 %; разработка нецелесообразна. 38.  $w(\text{Fe})=25,86$  %;  $w(\text{Ca})=8,79$  %. 39. 1326 г Cr; 850 г технического Al. 40. 69,7 %.

## Раздел 2. Металлы главных подгрупп и их соединения

### 1. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### 1. Укажите все верные утверждения:

1) на предвнешнем уровне в катионах  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  содержится одинаковое число электронов;

2) радиус катиона натрия меньше радиуса катиона калия;

3) предвнешние энергетические уровни в обоих катионах является полностью завершёнными;

4) ионы калия легче, чем ионы натрия восстанавливаются в водных растворах

5) для превращения атома в однозарядный катион требуется затратить больше энергии в случае натрия, нежели чем в случае калия;

- а) 1, 2, 4, 5;      б) 2, 3, 4, 5;      в) 1, 2, 5;      г) 1, 2, 4.

**2. Укажите число полностью заполненных электронных слоёв в атоме франция, находящегося в основном состоянии:**

- а) пять;      б) четыре;      в) шесть;      г) три.

**3. Для предложенных соединений:  $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{KNH}_2$  — вычислите алгебраическую сумму степеней окисления всех атомов s-элементов и укажите её значение:**

- а) 8;      б) 16;      в) 20;      г) 10.

**4. Масса двухзарядного катиона некоторого металла равна  $139,44 \cdot 10^{-24}$  г (массой электронов пренебрегаем). Число нейтронов в электронейтральном атоме этого элемента в 1,2108 раз больше числа электронов. Укажите электронную конфигурацию этого иона:**

- а)  $\dots 3s^2 3p^6 3d^9$ ;      б)  $\dots 4s^2 4p^6 4d^{10}$ ;      в)  $\dots 3s^2 3p^6 4s^2$ ;      г)  $\dots 4s^2 3d^{10} 4p^6$ .

**5. В каких парах оба вещества в твёрдом агрегатном состоянии имеют ионную кристаллическую решётку:**

- а) натрий и кальций оксид;  
б) натрий оксид и калий гидрид;  
в) натрий пероксид и магний хлорид;  
г) литий гидроксид и барий сульфид.

**6. Укажите число формул соединений ( $\text{NaNH}_2$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaAt}_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{BaO}_2$ ), в которых присутствуют как ионные, так и ковалентные неполярные связи:**

- а) 5;      б) 1;      в) 8;      г) 2.

**7. Какие из утверждений являются неверными?**

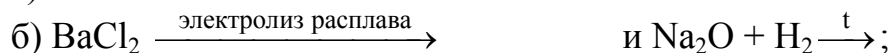
а) щелочные и щелочноземельные металлы встречаются в природе, как в свободном, так и в связанном виде, что делает их доступными для широкого вовлечения в жизнедеятельность биологических объектов;

б) в составе минералов (галит, нефелин, барит, ортоклаз, глауберова соль, карналлит, доломит, апатит, гипс, флюорит) суммарное число разных по природе щелочных и щелочноземельных металлов равно четырём;

в) массовая доля металла в мирабилите больше массовой доли металла в чилийской селитре  $\approx$  в 2,7 раза;

г) для получения щелочных металлов руды, содержащие их минералы, предварительно обжигают, а затем продукты обжига восстанавливают водородом.

8. Укажите пару схем реакций, которые используются в методах промышленного получения щелочных и щелочно-земельных металлов:



9. При электролизе расплава соли металла II(A) группы для восстановления 48 г металла потребовалось  $24,08 \cdot 10^{23}$  электронов. Укажите символ этого металла:

а) Mg; б) Sr; в) Ba; г) Ca.

10. В каких случаях отсутствует прямая связь между свойствами металлов и областью их применения:

а) сравнительно небольшое значение энергий ионизации атомов Rb и Cs и производство фотоэлементов;

б) высокая теплопроводность натрия и использование в качестве теплоносителя в ядерных реакторах;

в) сохранение металлического блеска магнием да же в порошкообразном состоянии и самолётостроение;

г) высокая коррозионная устойчивость магния и магнийтермия.

11. Выберите все правильные утверждения: оба вещества, как кальций, так и магний:

а) активно взаимодействуют с кислородом и водой при комнатной температуре, поэтому их хранят под слоем керосина;

б) являются серебристо-белыми, лёгкими и легкоплавкими металлами;

в) входят в состав многих природных материалов, а также играют важную роль в жизнедеятельности как растительных, так и животных организмов;

г) активно взаимодействуют с растворами кислот, а при нагревании — практически со всеми неметаллами.

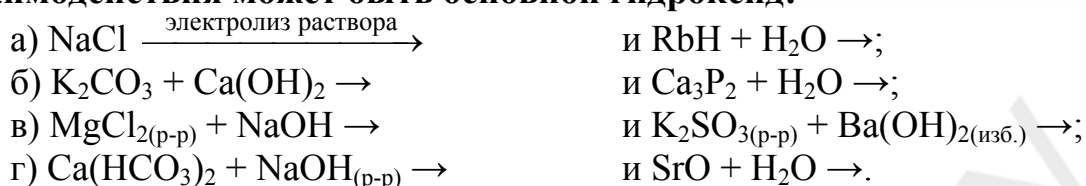
12. Выберите пары схем реакций, в которых оба бинарных соединения, образующихся в качестве основного продукта, имеют одинаковые мольные доли металлов в них:



13. Количество химических взаимодействий ( $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{р-р})} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$ ;  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t}$ ;  $\text{BeCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ ;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}}$ ), лежащих в основе промышленного получения щелочей, равно:

а) 2; б) 5; в) 6; г) 8.

14. Укажите пары схем, в которых продуктом каждого химического взаимодействия может быть основной гидроксид:



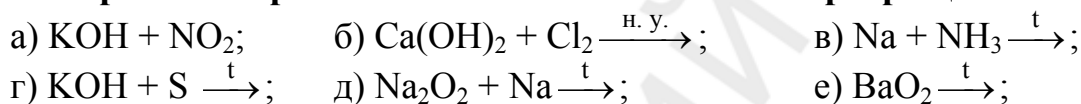
15. Среди перечисленных соединений (жжёная магнезия, гашёная известь, кальцинированная сода, белильная известь, индийская селитра, каустическая сода, жжёная известь, ангидрит, магнезит, едкий натр) число соединений, относящихся к классу солей, равно:

- а) шести;      б) семи;      в) пяти;      г) четырём.

16. Укажите, какую массу (г) натрий оксида следует добавить к 100 мл 0,01 М раствора натрий гидроксида, чтобы рН увеличился на единицу (диссоциацией воды и изменением объёма следует пренебречь):

- а) 0,279;      б) 0,558;      в) 2,79;      г) 5,58.

17. Выберите из перечисленных схем химических превращений:



все реакции, относящиеся к реакциям диспропорционирования:

- а) а, б, г, е;      б) а, б, в, г;      в) а, б, д, е;      г) б, г, д, е.

18. Укажите верные утверждения:

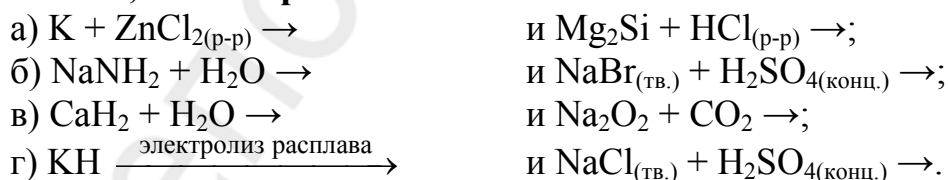
а) во всех перечисленных соединениях: калий пероксид, калий надпероксид, калий амид, едкое кали — степень окисления калия равна +1;

б) как для элементов I-A, так и для элементов II-A групп основной характер оксидов и гидроксидов усиливается сверху вниз в ПСЭ;

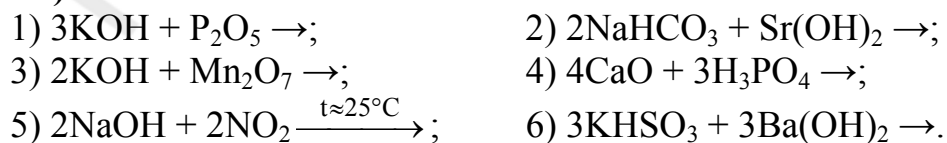
в) при взаимодействии всех простых веществ s-элементов с кислородом образуются основные оксиды;

г) все щелочные и щелочноземельные металлы взаимодействуют с фосфором и азотом только при нагревании.

19. Отметьте пару схем реакций, где в первой выделяется наиболее лёгкий газ, а во второй — наиболее тяжёлый:



20. Укажите все схемы, в которых кроме воды образуются только средние соли (перед формулами реактивов указаны их количества в молях):





- а) 2, 3, 5;                    б) 2, 3, 4;                    в) 1, 2, 4;                    г) 3, 5, 6.

**21. Укажите неверные утверждения:**

- а) растворимость галогенидов щелочноземельных металлов зависит от температуры, объёма добавленной воды, но не зависит от природы катиона;  
б) как барий сульфит, так и барий сульфат практически не растворяются ни в воде, ни в соляной кислоте;  
в) при отстаивании водной суспензии кальцита, раствор над осадком является разбавленным и ненасыщенным;  
г) «гашёную известь» используют в приготовлении вяжущих строительных материалов потому, что процесс «гашения» жжёной извести водой является эндотермическим.

**22. Число элементов, восстанавливающихся в процессе горения чёрного пороха, равно:**

- а) 3;                                б) 1;                                в) 4;                                г) 2.

**23. В равных объёмах растворов натрий гидрокарбоната и кальций гидрокарбоната содержится равное количество солей. Выберите все верные утверждения:**

- а) в обоих растворах содержится одинаковое суммарное число ионов;  
б) так как ион  $\text{HCO}_3^-$  в растворе может подвергаться гидролизу и дальнейшей диссоциации, концентрация катионов металлов в каждом растворе больше концентрации гидрокарбонат-иона;  
в) при подкислении обоих растворов выделяется газ, имеющий плотность (н. у.)  $1,964 \text{ г/дм}^3$ ;  
г) при добавлении известковой воды к каждому из растворов выпадает осадок белого цвета.

**24. Отметьте все верные характеристики для жидких стёкол:**

- а) могут быть получены при растворении в воде продуктов сплавления поташа и кальцинированной соды с кремнезёмом;  
б) при контакте с воздухом, насыщенным углекислым газом, могут мутнеть;  
в) растворы имеют сильнощелочную среду;  
г) могут быть получены при растворении кремния в водных растворах щелочей.

**25. Укажите, в каком ряду все указанные материалы могут быть использованы при устранении как временной, так и постоянной жёсткости воды:**

- а) «гашёная известь», кальцинированная сода, ортофосфорная кислота;  
б) питьевая сода, «негашёная известь», кристаллическая сода;  
в) катионит, поташ, натрий ортофосфат;  
г) известковое молоко, кальцинированная сода, апатит.

**26. Укажите число термически неустойчивых веществ из приведенных (кальцинированная сода, индийская селитра, поташ, едкое кали, берто-**

летова соль, питьевая вода, калий перхлорат, гашёная известь, гипс, доломит), разложение которых при температурах, не превышающих их температуры плавления, происходит с выделением газообразных продуктов:

- а) 9;                      б) 7;                      в) 6;                      г) 5.

**27. К раствору, содержащему некоторое количество натрий карбоната, осторожно добавили раствор, содержащий такое же количество HCl (при этом не происходило выделение газа); pH исходного раствора и раствора после окончания реакции равны соответственно:**

- а)  $\text{pH}=7$ ,  $\text{pH}<7$ ;    б)  $\text{pH}<7$ ,  $\text{pH}=7$ ;    в)  $\text{pH}>7$ ;  $\text{pH}\ll 7$ ;    г)  $\text{pH}>7$ ,  $\text{pH}>7$ .

**28. Укажите число веществ из приведенных (KH, Na<sub>2</sub>S, BeCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaC<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, Li<sub>3</sub>N, CH<sub>3</sub>COONa, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), при растворении которых в воде формируется раствор, изменяющий цвет лакмуса на синий:**

- а) семь;                      б) пять;                      в) четыре;                      г) три.

**29. Укажите все правильные утверждения:**

а) различить между собой CaCl<sub>2</sub> и BaCl<sub>2</sub> можно как внесением этих солей в пламя горелки, так и добавлением их к нейтральным растворам, содержащим какой-нибудь из анионов: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>;

б) как известковая вода так и баритовая вода могут быть использованы для качественного обнаружения углекислого газа;

в) негашёную известь можно использовать для осушения всех перечисленных газов: кислорода, «веселящего» газа, угарного газа;

г) для лучшего усвоения фосфора растениями, преципитат лучше вносить в кислые почвы.

**30. Состав одного из реактивов Гриньяра выражается формулой C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>MgBr. Исходя из предположения, что нуклонные числа углерода, водорода, брома, равны соответственно 12, 2, 80, а суммарное число элементарных частиц в одной структурной единице вещества равно 204, укажите значение массовой доли (%) магния в составе данного соединения:**

- а) 18,571;                      б) 21,667;                      в) 12,745;                      г) 19,259.

**31. Выберите все неверные утверждения:**

а) гидроксиды, нитраты, карбонаты магния и бериллия являются термически неустойчивыми соединениями и при их разложении, как в случае магния, так и в случае бериллия получаются основные оксиды;

б) различить между собой хлориды магния и бериллия нельзя ни по агрегатному состоянию, ни по цвету, но можно по характеру взаимодействия их растворов с раствором натрий гидроксида;

в) и магний, и бериллий практически не реагируют с водой при обычных условиях, так как их поверхность покрывается защитной плёнкой оксидов и нитридов;

г) гидроксиды магния и бериллия обычно получают в результате химических реакций, которые относятся к общим способам получения нерастворимых оснований.

**32. Укажите число характеристик, которые верно отражают свойства простого вещества, в данном случае алюминия:**

- 1) самый распространённый металл в земной коре;
  - 2) относится к р-электронному семейству;
  - 3) входит в состав, как корунда, так и карборунда;
  - 4) в своих соединениях проявляет постоянную степень окисления;
  - 5) лёгкий, легкоплавкий металл;
  - 6) имеет меньшую энергию ионизации, чем барий и магний;
  - 7) коррозионно-устойчивый металл с хорошей электрической проводимостью;
  - 8) используется в алюмотермии для получения амальгам;
- а) 2;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.

**33. Укажите все правильные утверждения:**

- 1) практически весь алюминий в промышленности получают электрохимическим способом;
  - 2) впервые алюминий был получен по реакции контактного вытеснения калием из водного раствора алюминий хлорида;
  - 3) криолит используется в процессе получения алюминия для того, чтобы повысить электрическую проводимость расплава и понизить температуру процесса;
  - 4) алюминий используется в гидрометаллургических методах получения металлов потому, что является одним из самых сильных восстановителей из числа применяемых в промышленности;
  - 5) алюминий не входит в состав группы металлов, относящихся к «металлам древности»:
- а) 1, 2, 3, 4, 5;      б) 1, 3, 4;              в) 1, 2, 3;              г) 1, 3, 4, 5.

**34. В каких парах схем в результате каждой химической реакции получается алюминий оксид?**

- |   |   |
|---|---|
| а) $K[Al(OH)_4] \xrightarrow{t}$              | и $Al(OH)_3 \xrightarrow{t}$ ;          |
| б) $Al + O_2 \rightarrow$                     | и $CaO + Al \xrightarrow{t}$ ;          |
| в) $Al(NO_3)_3 \xrightarrow{t}$               | и $Fe_3O_4 + Al \xrightarrow{t}$ ;      |
| г) $Na_3[Al(OH)_6] + CO_{2(p-p)} \rightarrow$ | и $Al + NaOH_{(кр.)} \xrightarrow{t}$ . |

**35. Укажите число веществ, с которыми при нагревании реагирует как алюминий, так и его оксид: водород, едкий натр, вода, негашёная известь, концентрированная азотная кислота, углекислый газ, концентрированная серная кислота, гашеная известь:**

- а) 7;                      б) 8;                      в) 4;                      г) 6.

**36. Выберите пары схем реакций, в которых в обоих химических превращениях может получиться алюминий гидроксид (второй реагент взят в избытке):**

- а)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  и  $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
б)  $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  и  $\text{Al}_{(\text{амальгама})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{AlCl}_{3(\text{р-р})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{р-р})} \rightarrow$  и  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
г)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  и  $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ .

**37. Укажите пары веществ, в которых каждое второе алюминийсодержащее вещество подвергается гидролизу в большей степени, чем первое:**

- а) нитрид и нитрат; б) хлорид и сульфид;  
в) сульфат и карбонат; г) фосфид и ортофосфат.

**38. Отметьте все неверные утверждения:**

а) все высшие оксиды и гидроксиды элементов III-A группы являются амфотерными и нерастворимыми в воде;

б) как алюминий гидроксид, так и олово(II) гидроксид диссоциируют в воде ступенчато с образованием в качестве анионов только гидроксид-ионов;

в) для более полного осаждения алюминий гидроксида из водных растворов солей лучше использовать не растворы щелочей, а раствор гидрата аммиака;

г) из металлов, относящихся к р-электронным семействам, только металлы III-A группы образуют оксиды состава  $\text{Э}_2\text{O}_3$ .

**39. К 100 г 8 % раствора бериллий хлорида добавили 0,5 моль калия. Укажите, какие вещества (кроме воды) будут находиться в растворе к моменту окончания реакции:**

- а) Be и KCl; б) KCl, KOH,  $\text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ ;  
в) KCl и  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ; г) KCl,  $\text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ .

**40. Укажите массу (г) свинца, которая получится при  $\alpha$ -распаде полония-218 массой 16,8 г через 12,2 минуты (период полураспада  $^{218}\text{Po}$  равен 3,05 мин):**

- а) 15,375; б) 2,050; в) 32,80; г) 16,40.

**II. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях. Укажите окислители и восстановители.**

- $\text{KNO}_3 + \text{C} + \text{S} \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{S}$
- $\text{KO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
- $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{P}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{PH}_3$
- $\text{Na} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NaNH}_2 + \text{H}_2$
- $\text{BaO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{KOH}$

8.  $\text{SrO}_2 + \text{HgCl}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{SrCl}_2 + \text{Hg}$
9.  $\text{BaSO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{BaS} + \text{CO}$
10.  $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{Si} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Mg}$
11.  $\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
12.  $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4$
13.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Al} \rightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
14.  $\text{Al} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{AlN} + \text{H}_2$
15.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_3 + \text{CO}$
16.  $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
17.  $\text{Al} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2$
18.  $\text{Al} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Al(H}_2\text{O)}_6]\text{Cl}_3 + \text{H}_2$

**III. Запишите уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

1.  $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{NaH}$
2.  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be(OH)}_4] \rightarrow \text{NaOH}$
3.  $\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$
4.  $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_3\text{N} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{KH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KHSO}_4$
5.  $\text{KO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiNO}_3$
6.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}$
7.  $\text{Be} \rightarrow \text{Be(OH)}_2 \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be(OH)}_4] \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{K}_2\text{BeO}_2 \rightarrow \text{BeCl}_2$
8.  $\text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$
9.  $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba(HSO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_3 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba} \rightarrow \text{BaS}$
10.  $\text{Ca}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$
11.  $\text{Sr} \rightarrow \text{Sr(OH)}_2 \rightarrow \text{SrCO}_3 \rightarrow \text{SrO} \rightarrow \text{Sr(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{SrCO}_3 \rightarrow \text{SrCl}_2$
12.  $\text{CsCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(AlO}_2)_2 \rightarrow \text{CaBr}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$
13.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
14.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ca(AlO}_2)_2 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_3$
15.  $\text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Al(OH)}_6] \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al(OH)}_3$
16.  $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$
17.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{KAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
18.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
19.  $\text{KF} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl}$
20.  $\text{Al} \rightarrow \text{AlBr}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6] \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
21.  $\text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaOCl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}$

**IV. Решите следующие задачи:**

1. Амальгамы представляют собой сплавы различных металлов со ртутью. 50 г амальгамы калия поместили в 100 мл воды. Рассчитайте с точностью до тысячных долей (%) массовую долю KOH в образовавшемся растворе, если в амальгаме содержалось 1,95 % калия по массе.

2. Массовая доля кислорода в оксиде щелочного металла составляет 25,8 %. В 150 мл воды растворили 12,4 г этого оксида. Какова массовая доля щелочи в полученном растворе?
3. Иодид щелочно-земельного металла растворили в воде и получили 2,214 кг раствора (плотность раствора  $1,107 \text{ г/см}^3$ ) с молярной концентрацией соли 0,05 моль/л. Считая, что соль продиссоциировала полностью, определите суммарное число ионов в растворе (диссоциацией воды пренебречь).
4. Вещество, полученное при взаимодействии щелочного металла массой 2,66 г с избытком хлора, растворили в воде и к полученному раствору добавили избыток раствора серебра нитрата. Выпавший осадок имел массу 2,87 г. Определите порядковый номер взятого элемента.
5. Растворимость калий иодида (на 100 г растворителя) при  $20^\circ\text{C}$  равна: в метаноле 16,4 г; в воде 144 г. Как относятся между собой массы насыщенного метанольного раствора и насыщенного водного растворов, содержащих одинаковую массу растворяемой соли?
6. Растворимость литий гидроксида в 100 г воды при  $30^\circ\text{C}$  равна 12,7 г. К раствору, полученному смешением 12,0 г литий оксида с 200 г 1,5%-ного раствора литий гидроксида, добавили 2,1 г лития. Вычислите массу образовавшегося осадка.
7. Какого состава образуются соли, и каковы их массовые доли в растворе, полученном при поглощении 24,6 л хлора (объем измерен при  $27^\circ\text{C}$  и давлении 100 кПа), горячим раствором натрий гидроксида (объем раствора щелочи равен 326,53 мл, массовая доля  $\text{NaOH} = 20\%$ , плотность раствора =  $1,225 \text{ г/мл}$ )?
8. Смесь оксида натрия и оксида калия общей массой 6 г растворили в 100 г 15 %-ного раствора гидроксида калия. На нейтрализацию полученного раствора нужно 72,89 мл 20 %-ной соляной кислоты (плотность равна  $1,1 \text{ г/мл}$ ). Рассчитайте массовые доли оксидов в исходной смеси.
9. К 350 мл раствора сульфата калия с концентрацией 0,25 моль/л добавили 10 %-ный олеум. При этом массовые доли гидросульфата и сульфата калия сравнялись. Определите массу добавленного олеума.
10. Какую массу гидрида натрия добавили к 120 г 16,2 %-ного раствора бромоводородной кислоты, если по окончании реакции массовые доли соли и щелочи в получившемся растворе сравнялись?
11. Какой объём (н. у.) углекислого газа можно получить при обжиге доломита массой 0,38 кг, в котором массовая доля примесного кремнезёма составляет 8 %? Сколько граммов 40 %-ного раствора калий гидроксида необходимо для поглощения выделившегося газа, чтобы массовые доли солей в растворе были равными?
12. Раствор хлорида двухвалентного металла разделили на две равные части. К одной добавили избыток раствора магний сульфата и получили

6,99 г осадка. К другой — прилили избыток раствора серебро нитрата и получили 8,61 г осадка. Определите металл.

**13.** К 500 мл раствора фосфорной кислоты с концентрацией 6,00 моль/л добавили 10000 г насыщенного раствора барий гидроксида (растворимость 3,89 г на 100 г воды). Вычислите количества веществ образовавшихся соединений бария.

**14.** Смесь мела и гашеной извести, содержащая 0,3 массовых долей кальций карбоната, обработана 40 % раствором азотной кислоты ( $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$ ). Вычислите массу взятой смеси, если при реакции выделилось 1,12 л газа (н. у.). Сколько миллилитров раствора азотной кислоты вступило в реакцию?

**15.** Водный раствор технического хлорида бария массой 40 г (содержит примесь хлорида натрия) обработали избытком сульфата натрия. Выпавший осадок отфильтровали, а затем обработали избытком соляной кислоты и получили 4,09 л газа (н. у.). Чему равна массовая доля хлорида бария в техническом образце?

**16.** Образец барий карбоната массой 100 г, содержащий не разлагающиеся в условии опыта примеси, подвергли термическому разложению, которое прошло с выходом 75,0 %. 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 %.

**17.** В галогениде некоторого металла второй группы главной подгруппы массовая доля галогена равна 64,59 %, а в оксиде того же металла массовая доля кислорода равна 15,44 %. Установите металл и галоген.

**18.** Сожгли 5,6 л газа, состоящего (% по массе) из 20 % водорода и 80 % углерода и имеющего плотность по водороду 15. Полученный после сжигания газ пропустили через раствор, полученный взаимодействием 20 г неизвестного металла с водой. Определите состав полученной соли, если известно, что при взаимодействии 20 г металла с водой получается гидроксид металла (II) и выделяется 11,2 л газа.

**19.** К 150 г соляной кислоты добавили 2,10 г гидрида кальция. По окончании реакции масса щелочи оказалась в 2,10 раза больше массы соли. Вычислите массовую долю хлороводорода в исходной соляной кислоте.

**20.** Щелочноземельный металл массой 500 мг обработали избытком брома. Образовавшееся вещество растворили в воде, масса раствора оказалась равной 150 г. Порцию этого раствора массой 3,00 г обработали избытком нитрата серебра, масса образовавшегося осадка составила 94 мг. Установите, какие ионы находятся в надосадочной жидкости.

**21.** Пластика из дюралюминия (сплав алюминия, магния и меди) массой 8 г опущена в раствор соляной кислоты, при этом выделилось 9,42 л (н. у.) водорода. Из полученного раствора добавлением избытка щелочи был вы-

делен осадок, масса которого после прокаливания составила 0,27 г. Определите массовые доли металлов в пластинке дюралюминия.

**22.** Порошок алюминия, содержащий 19 % по массе не окисляющихся примесей, некоторое время нагревали на воздухе, в результате чего масса увеличилась на 48 %. Найти массовые доли веществ в порошке после нагревания.

**23.** Определите состав смеси по массе, состоящей из порошков алюминия, магния и песка, если известно, что при обработке 5 г смеси раствором натрия гидроксида выделилось 2,24 л водорода (н. у.), а при обработке 2,5 г этой же смеси соляной кислотой выделился такой же объем водорода.

**24.** Сколько граммов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  выпадает в осадок при охлаждении от 100 до 20 °С 1134 г раствора безводной соли? Растворимость  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  при 100 и 20 °С соответственно равна 89 и 36,2 г на 100 г воды.

**25.** В смеси  $\text{V}_2\text{O}_5$  и  $\text{V}_2\text{O}_3$  массовая доля кислорода равна 40,0 %. Какое количество вещества алюминия понадобится для полного восстановления ванадия из 100 г этой смеси?

**26.** Имеется смесь порошков алюминия и оксида неизвестного металла (степень окисления +2). Образец массой 7,16 г поместили в раствор щелочи и получили газ, при сгорании которого образовалось 2,16 г воды. При растворении твердого остатка израсходовали 53,6 мл раствора серной кислоты с массовой долей кислоты равной 20 % (пл. 1,140 г/см<sup>3</sup>). Определите формулу оксида.

**27.** При обработке избытком раствора разбавленной серной кислоты 5,4 г смеси двух металлов, проявляющих в соединениях степени окисления +2 и +3, получено 0,45 моль газа (растворились оба металла). Относительная атомная масса первого элемента в три раза меньше, чем второго. Отношение числа атомов в смеси соответственно равно 3:1. Установите металлы.

**28.** Сплав алюминия и неизвестного металла растворили при комнатной температуре в концентрированной азотной кислоте и получили 4,48 л газа. При обработке такого же количества сплава раствором щелочи получили 6,72 л газа. При растворении 12,8 г неизвестного металла в концентрированной серной кислоте образовалась соль состава  $\text{ЭSO}_4$ , и выделилось 4,48 л сернистого газа. Найдите массовые доли металлов в смеси и объем израсходованного раствора с массовой долей гидроксида натрия равной 40 % (плотность равна 1,44 г/мл).

**29.** Смесь порошков алюминия и меди обработали при обычных условиях необходимым количеством концентрированной азотной кислоты. После отделения твердого остатка получили 37,39 г раствора с массовой долей соли 50,28 %. При обработке такого же количества исходной смеси избытком раствора разбавленной серной кислоты выделилось на 6,272 л (н. у.) газа больше, чем при взаимодействии с азотной кислотой. Каковы массы



металлов в их смеси? Какова массовая доля азотной кислоты в использованном растворе?

**30.** Смесь алюминия и углерода массой 1,68 г сильно нагрели. Образовавшийся твёрдый остаток обработали избытком соляной кислоты. Вычислите объём выделившегося газа (н. у.) если известно, что масса нерастворимого остатка составил 0,240 г.

**Ответы:** 1. 1,387 %. 2. 9,85 %. 3.  $1,806 \cdot 10^{23}$ . 4. 55. 5. Масса метанольного раствора в 4,19 раза больше. 6. 5,98 г. 7. 20,46 % NaCl; 7,45 % NaClO<sub>3</sub>. 8. 66,38 % Na<sub>2</sub>O; 33,62 % K<sub>2</sub>O. 9. 3,27 г. 10. 20,6 г. 11. 85,12 дм<sup>3</sup>; 755,51 г. 12. Ва. 13. 0,8105 моль BaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 1,379 моль BaHPO<sub>4</sub>. 14. 16,67 г; 52,4 мл. 15. 95 %. 16. 8,76 л CO<sub>2</sub>; 83,835 г. 17. Sr, Br. 18. CaCO<sub>3</sub>. 19. 0,589 %. 20. Ca<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. 21. 92,5 % Al, 2 % Mg, 5,5 % Cu. 22. 18,24 % Al; 68,92 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 12,84 % пр. 23. 1,8 г Al; 2,4 г Mg; 0,8 г SiO<sub>2</sub>. 24. 939 г. 25. 1,67 моль. 26. MgO. 27. Be и Al. 28. 6, 4 г Cu; 5,4 г Al; 41,7 мл раствора NaOH. 29. 6,4 г Cu; 8,64 г Al; 62,7 % HNO<sub>3</sub>. 30. 0,672 л.

### Раздел 3. Металлы побочных подгрупп и их соединения

#### 1. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

##### 1. Укажите все правильные утверждения:

1) в атомах любого металла из s-, d- и f-электронных семейств, в отличие от атомов любого металла из p-семейств в основном состоянии на внешнем энергетическом уровне находится не более двух электронов;

2) в своих соединениях атомы всех d-элементов проявляют переменную степень окисления;

3) металлы, как d-, так и f-элементов при кристаллизации образуют решетки ионного типа;

4) валентные электроны d-элементов могут располагаться, как на внешнем, так и предвнешнем, энергетических уровнях;

5) все d-элементы в зависимости от степени окисления могут образовывать основные, амфотерные и кислотные оксиды:

а) 1, 4;                      б) 2, 4;                      в) 1, 2, 4;                      г) 3, 4, 5.

**2. Выберите ряды, в которых для всех указанных металлов в основном состоянии атома на предвнешнем d-подуровне находится одинаковое число электронов:**

а) Ge, Tl, Ga;              б) Pb, Hg, Au;              в) Cr, Mn, Te;              г) Cu, Cd, Po.

**3. Выберите пары символов катионов, у которых предвнешний d-подуровень заполнен электронами полностью или наполовину:**

а) Cr<sup>2+</sup> и Fe<sup>2+</sup>;              б) Ag<sup>+</sup> и Zn<sup>2+</sup>;              в) Mn<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup>;              г) Cd<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup>.

**4. Укажите ряды, в которых все указанные символами элементы относятся к группе переходных металлов:**

- а) Ge, Sb, Po;    б) Zn, Cd, Hg;    в) Ga, In, Tl;    г) Fe, Co, Ni.

**5. Укажите неверные утверждения:**

а) все «металлы древности» относятся к металлам d-электронных семейств;

б) к рассеянным элементам относятся только элементы f-семейств;

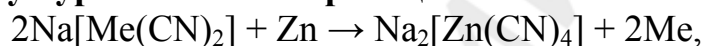
в) элемент металл, входящий в состав витамина В<sub>12</sub>, относится к семейству железа;

г) металлы семейства железа относятся к группе чёрных металлов.

**6. Самый тяжёлый металл из группы платиновых металлов образует высший оксид, в котором элемент проявляет степень окисления, равную номеру группы. Укажите массовую долю (%) металла в оксиде:**

- а) 54,93;    б) 74,803;    в) 54,286;    г) 75,29.

**7. В процессе превращения, являющегося заключительной стадией промышленного получения некоторого металла, к моменту, когда прореагировало 0,2 моль Zn, масса жидкой фазы уменьшилась на 65,8 г. Используя уравнение этой реакции:**



**укажите символ неизвестного металла и название технологического процесса, лежащего в основе его получения:**

а) цезий и криометаллургический;    б) золото и металлотермический;

в) золото и гидрометаллургический;    г) цезий и металлотермический;

**8. Из перечня физических свойств ртути: легкоплавкость, металлический блеск, конденсированное агрегатное состояние (н. у.), электропроводимость, летучесть, пластичность, теплопроводность, серебристо-белый цвет, — выберите и укажите число характеристик, относящихся к общим физическим свойствам металлов:**

- а) 3;    б) 4;    в) 5;    г) 6.

**9. Сплав меди с оловом массой 13,26 г обработали избытком разбавленной серной кислоты, при этом выделилось 1,792 л газа (н. у.). Укажите массовую долю (%) меди в сплаве:**

- а) 71,8;    б) 44,0;    в) 32,8;    г) 28,2.

**10. «Царская водка» растворяет золото и другие благородные металлы потому, что:**

а) при смешивании двух кислот увеличивается кислотность среды;

б) обе кислоты проявляют окислительные свойства за счёт анионов;

в) в результате снимается защитная оксидная плёнка, предохраняющая металлы от коррозии;

г) в результате смешивания двух кислот выделяется атомарный хлор, который и окисляет металлы.

**11. Укажите электронную схему атомной частицы, если в 0,4 моль этих частиц содержится  $62,608 \cdot 10^{23}$  протонов и  $57,792 \cdot 10^{23}$  электронов:**

- а)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 12\bar{e}, 2\bar{e}$ ; б)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 14\bar{e}$ ; в)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 14\bar{e}, 2\bar{e}$ ; г)  $2\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}, 6\bar{e}$ .

**12. Масса металла в 150 г технического пирита, содержащего 20 % примесей, равна массе этого же металла в породе, содержащей 5,4 % халькопирита. Укажите массовую долю (%) этого металла в указанной породе:**

- а) 30,438; б) 28,79; в) 1,643; г) 18,52.

**13. Выберите все правильные утверждения:**

а) железоуглеродные сплавы, содержащие не более 6 % углерода, называются сталями;

б) для повышения производительности доменной печи и уменьшения расхода топлива используется воздух, обогащённый кислородом;

в) как железо, так и основные сплавы на его основе: чугуны и сталь — являются ковкими и пластичными материалами;

г) основным восстановителем в доменном процессе является углерод(II) оксид.

**14. Укажите правильные утверждения:**

а) при обработке железа водяным паром при  $t \approx 570^\circ\text{C}$  получается оксид, который встречается в природе в виде минерала магнетита;

б) в каждой химической реакции смешанного оксида железа с веществами из перечня ( $\text{Al}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) железо играет роль окислителя;

в) массовая доля металла в цементите больше массовой доли этого же металла в сидерите приблизительно в 1,97 раза;

г) две разные по составу соли образуются при взаимодействии смешанного оксида железа, как с концентрированной соляной кислотой, так и концентрированной азотной кислотой при нагревании.

**15. Выберите все правильные утверждения:**

1) железо(III) хлорид гидролизует в растворе в большей степени, нежели железо(II) хлорид;

2) полному гидролизу подвергаются все перечисленные соли:  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ ,  $\text{NaFeO}_2$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{FeCO}_3$ ;

3) катионы  $\text{Fe}^{3+}$  обладают более выраженными окислительными свойствами по сравнению с катионами  $\text{Fe}^{2+}$ ;

4) атомы железа со степенью окисления +2 входят в состав всех перечисленных соединений: гемоглобин, железный колчедан, сидерит, гематит;

5) железо(III) гидроксид осаждается из водных растворов солей, как при добавлении растворов щелочей, так и при добавлении растворов карбонатов щелочных металлов.

- а) 1, 2, 3, 4, 5; б) 1, 3, 5; в) 1, 2, 3, 5; г) 1, 3, 4.

**16. Укажите, в каких случаях правильно указаны приёмы или химические реактивы, позволяющие различить между собой водные растворы  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ :**

- а) сравнение внешнего вида обоих растворов;
- б) использование в качестве реагента для распознавания раствора серебра(I) нитрата;
- в) сравнение цвета осадка, выпавшего при добавлении к растворам небольших порций растворов щёлочи;
- г) использование для идентификации растворов красной кровяной соли и жёлтой кровяной соли.

**17. Выберите все правильные утверждения:**

- 1) в ряду  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$  увеличивается способность катионов восстанавливаться в водных растворах;
- 2) в ряду медь-серебро-золото химическая активность простых веществ металлов уменьшается;
- 3) желтоватый налёт на серебряной пластине появляется при погружении её на некоторое время, как в раствор соли меди, так и в раствор соли золота;
- 4) катионы металлов восстанавливаются на катоде в следующей последовательности:  $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Au}^{3+}$ ;
- 5) в отличие от катионов  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$  соответствующие этим катионам простые вещества не взаимодействуют с водой ни при каких условиях:  
а) 1, 2, 5;      б) 2, 3, 4;      в) 2, 3, 4, 5;      г) 1, 2, 3.

**18. Для последовательности химических превращений:** твёрдое вещество жёлтого цвета  $\xrightarrow[1]{t^\circ}$  твёрдое вещество оранжево-красного цвета  $\xrightarrow[2]{\text{O}_2, t^\circ}$  твёрдое вещество чёрного цвета  $\xrightarrow[3]{\text{H}^+}$  раствор голубого цвета  $\xrightarrow[4]{t^\circ}$  твёрдое вещество белого цвета, — укажите ряд, в котором правильно указаны формулы медьсодержащих веществ, являющихся продуктами химических реакций в этой последовательности:

- а)  $\text{Cu}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ;
- в)  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ;
- г)  $\text{Cu}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ,  $\text{CuCl}_2$ .

**19. Укажите все правильные утверждения:**

- 1) процесс обжига киновари называется демеркуризацией;
- 2) к медьсодержащим сплавам относятся все сплавы в перечне: монель-металл, мельхиор, латунь, дуралюмин;
- 3) различить между собой водные растворы калий иодида, калий сульфида, калий хлорида можно по цвету осадка, выпадающего при добавлении к ним водного раствора  $\text{AgNO}_3$ ;

4) обе химические реакции, протекающие при добавлении медного купороса в пробирки с растворами сероводородной кислоты и калий йодида, относятся к реакциям ионного обмена;

5) на сильно-выраженных окислительных свойствах катионов серебра основано применение серебросодержащих материалов в качестве бактерицидных средств.

а) 1, 3, 4, 5;      б) 2, 3, 5;      в) 1, 2, 3, 5;      г) 2, 4, 5.

**20. На полное растворение 0,6 моль ртути затрачено  $\text{HNO}_3$  химическим количеством 2 моль. Укажите возможное значение относительной плотности по водороду продукта (смеси продуктов), находящихся в газообразном состоянии:**

а) 18;      б) 15;      в) 23;      г) 37.

**21. В четыре пробирки, содержащие одинаковые порции цинка добавили равные объёмы 0,1 М растворов кислот (серной, азотной, соляной, уксусной). В пробирке с какой кислотой через небольшой промежуток времени (при равных прочих условиях) было наибольшее количество нерастворённого цинка?**

а) уксусной;      б) соляной;      в) серной;      г) азотной.

**22. Количественный состав скандий гидроксида, а также характер его взаимодействия со щелочами аналогичны таковым для алюминий гидроксида. Укажите мольную долю (%) скандия в соединении, полученном при сплавлении его гидроксида с кальций оксидом:**

а) 28,57;      б) 46,39;      в) 20,0;      г) 38,46.

**23. В каких соединениях оба входящих в его иона имеют одинаковое число электронов (степень окисления лантана в соединениях равна +3):**

а)  $\text{LaI}_3$ ;      б)  $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$ ;      в)  $\text{LaCoO}_3$ ;      г)  $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ .

**24. Укажите все правильные утверждения — металл, который является самым твёрдым:**

1) встречается в природе, как в связанном виде, так и в виде соединений;  
2) может быть получен любым из трёх основных общих способов получения металлов;

3) используется в качестве легирующей добавки для повышения твёрдости стали;

4) относятся к группе чёрных металлов;

5) в виде тонкодисперсного порошка обладает пирофорными свойствами.

а) 2, 3, 5;      б) 1, 2, 3, 4;      в) 1, 2, 3, 5;      г) 2, 4, 5.

**25. Укажите число веществ из приведенных (соляная кислота, вода, алюминий, едкий натр, разбавленная серная кислота, кальцинированная сода, водород, негашёная известь, концентрированная азотная кислота, поташ), с которыми при нагревании реагирует оксид, полученный при сгорании хрома в атмосфере кислорода:**

а) 11;      б) 5;      в) 6;      г) 8.

**26. Химическое взаимодействие между  $K_3[Cr(OH)_6]$  и  $H_2SO_4$ , проходящее в водном растворе, описывается полным химическим уравнением, в котором соотношение стехиометрических коэффициентов перед формулами соли и кислоты равно 1:1,5. Укажите сумму коэффициентов в сокращённом ионном уравнении:**

- а) 28;      б) 11;      в) 14;      г) 8.

**27. Отметьте неверные утверждения:**

а) как в атоме хрома, так и в атоме марганца, в основном состоянии на внешнем энергетическом уровне находится два электрона;

б) при взаимодействии с водой, как высшего оксида марганца, так и высшего оксида хрома, образуются двухосновные кислоты;

в) соли, полученные при взаимодействии высших оксидов хрома и марганца, используются в лабораторном практикуме в качестве сильных восстановителей;

г) высшие гидроксиды хрома и марганца не выделены в индивидуальном состоянии, а существуют только в растворах.

**28. Укажите, какие из указанных ниже химических реакций охарактеризованы правильно:**

а) диоксид марганца + соляная кислота — реакция обмена, гетерогенная;

б) разложение калий перманганата — реакция необратимая, эндотермическая;

в) подкисленный серной кислотой раствор калий перманганата + перекись водорода — гомогенная, окислительно-восстановительная реакция;

г) марганец(II) гидроксид + раствор серной кислоты — реакция обратимая, каталитическая.

**29. Укажите число электронов, переходящих от восстановителя к окислителю при разложении калий перманганата и медь(II) нитрата общим химическим количеством 0,5 моль (степень превращения веществ равна 100 %):**

- а)  $3,01 \cdot 10^{23}$ ;      б)  $15,05 \cdot 10^{22}$ ;      в)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ;      г)  $12,04 \cdot 10^{23}$ .

**30. Укажите число схем из приведенных, отражающих процесс окисления металла:**  $(CrO_4^{2-} \rightarrow [Cr(OH)_6]^{3-}$ ;  $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3$ ;  $MnO_2 \rightarrow MnO_4^{2-}$ ;  $ZnO_2^{2-} \rightarrow Zn(NO_3)_2$ ;  $FeS \rightarrow Fe_2O_3$ ;  $Ag_2O \rightarrow [Ag(NO_3)_2]^+$ ;  $MnO_2 \rightarrow Mn^{2+}$ ;  $FeS_2 \rightarrow Fe(NO_3)_3$ ;  $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$ ;  $[Fe(H_2O)_6]^{2+} \rightarrow Fe(OH)_3$ ):

- а) 4;      б) 3;      в) 5;      г) 8.

**31. Отметьте символы металлов, взаимодействующих как с хлором, так и с серой с образованием в обоих случаях бинарных соединений, в которых металл проявляет степень окисления +3:**

- а) Au;      б) Al;      в) Fe;      г) Cr.

**32. В каждом из предложенных рядов формулами указаны продукты какой-либо реакции. Укажите число рядов с веществами, полученными в результате окислительно-восстановительной реакции:**

- 1)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;      2)  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;      3)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 4)  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;      5)  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{H}_2$ ;      6)  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ;  
 7)  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;      8)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ;      9)  $\text{CuI}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{KCl}$ .  
 а) 5;      б) 7;      в) 6;      г) 8.

**33. Из перечня реакций укажите число взаимодействий, в которых изменяют степень окисления только два элемента:**

- 1)  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      2)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t}$ ;  
 3)  $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t}$ .      4)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
 5)  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t}$ ;      6)  $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t}$ ;  
 7)  $\text{CuS} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t}$ ;      8)  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t}$ ;  
 9)  $\text{FeCl}_2 + \text{KI} \rightarrow$ ;  
 а) 8;      б) 7;      в) 5;      г) 6.

**34. Вещества из ряда:** пирит, железо(II) нитрат, бурый железняк, сидерит, киноварь, малахит, медный купорос, цинковая обманка, медный блеск, серебро(I) нитрат, — **обжигали на воздухе до тех пор, пока масса твёрдого остатка не перестала изменяться. Укажите число веществ из приведенных, в результате обжига которых не образуются основные оксиды:**

- а) 4;      б) 3;      в) 6;      г) 7.

**35. Выберите пару, в которой каждое из веществ реагирует со щёлочью, но не реагирует при комнатной температуре с концентрированной азотной кислотой:**

- а) цинк, железо;      б) кремний, алюминий;  
 в) железо(II) сульфид, хром;      г) медь(II) сульфат, цинк.

**36. В каких парах каждое из указанных веществ нельзя получить в результате химических реакций, протекающих в водных растворах?**

- а) серебро(I) гидроксид и хром(III) карбонат;  
 б) калий феррит и медь(II) сульфид;  
 в) железо(II) сульфид и ртуть(II) гидроксид;  
 г) хром(III) сульфид и железо(III) иодид.

**37. В каких рядах все перечисленные ионы могут взаимодействовать с водой, и при этом в растворе будет происходить увеличение концентрации ионов гидроксония?**

- а)  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ;      б)  $\text{AlO}_2^-$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ;  
 в)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;      г)  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{FeO}_2^-$ .

**38. После добавления к водному раствору цинк сульфата некоторой порции калия раствор продолжал оставаться прозрачным. Укажите ряды, в которых химическими формулами указаны возможные вещества, находящиеся в полученном растворе:**

- а)  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;

г)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .

**39. В каких рядах все указанные символами металлы могут реагировать как с соляной кислотой, так и с разбавленной азотной кислотой:**

а) Zn, Fe, Co; б) Be, Al, Pt; в) Ni, Cr, Au; г) Sn, Mg, Hg.

**40. Растворение 1 моль кристаллогидрата  $\text{MeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  сопровождается поглощением 82,6 кДж теплоты, а полная дегидратация кристаллогидрата таким же количеством — поглощением 98,2 кДж теплоты. Укажите количество теплоты (кДж), которое выделилось при растворении безводной соли, если суммарное число ионов  $\text{Me}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в растворе равно  $1,204 \cdot 10^{24}$ :**

а) 31,2; б) 361,6; в) 90,4; г) 7,8.

**II. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях. Укажите окислители и восстановители.**

- $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$
- $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{S} + \text{HCl}$
- $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{N}_2 + \text{KOH}$
- $\text{Cu} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuCl} + \text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuS} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{k}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuS} + \text{HNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuCl}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{CuI} + \text{I}_2 + \text{KCl}$
- $\text{HgS} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CrCl}_2 + \text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CrO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Mn}(\text{OH})_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

**III. Запишите уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

- $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{FeO}$
- $\text{Fe} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$
- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
- $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NaFeO}_2$
- $\text{Cu} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuS}$



8.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuS}$
9.  $\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4$
10.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}$
11.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg} \rightarrow \text{HgS}$
12.  $\text{AuCl}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3$
13.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}$
14.  $\text{CrO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{CrSO}_4$
15.  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_2$
16.  $\text{CrCl}_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$
17.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2$
18.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSiO}_3$
19.  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgCl}$
20.  $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$
21.  $\text{ZnO} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
22.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeO}$
23.  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
24.  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CaSiO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}$
25.  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuI}$
26.  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaFeO}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
27.  $\text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

#### IV. Решите следующие задачи:

1. Какую массу чугуна, содержащего 94 % железа, можно получить из 1 т красного железняка, содержащего 20 % примесей?
2. 28,8 г смеси железа с железной окалиной восстановили водородом. Продукты реакции обработали без доступа воздуха соляной кислотой, при этом выделилось 8,96 л (н. у.) газа. Определите массу железа в смеси.
3. В результате реакции между железом массой 22,4 г и хлором объёмом 15,68 л (н. у.), получили соль, которую растворили в воде массой 500 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе.
4. Над раскалёнными железными опилками массой 30 г пропустили водяной пар. Определите объём (н. у.) выделившегося водорода, если его выход равен 70 %.
5. Какой объём воды надо взять для растворения 27,8 г гептагидрата желез(II) сульфата (железного купороса) для получения раствора с массовой долей  $\text{FeSO}_4$  равной 8 %? Сколько граммов кристаллогидрата следует добавить к этому раствору, чтобы массовая доля  $\text{FeSO}_4$  возросла до 15 %?
6. Сплав железа и магния обработали разбавленным раствором серной кислоты. Масса выделившегося газа оказалась в 13,5 раз меньше массы сплава. Вычислите, каких атомов было в сплаве больше и во сколько раз.
7. Для полного растворения смеси  $\text{FeO}$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  общей массой 14,8 г потребовалось 93,5 мл раствора серной кислоты с массовой долей равной

21,0 % (пл. 1,14 г/мл). Вычислите массу железного купороса, которую можно выделить из получившегося раствора.

**8.** При взаимодействии смеси железа и ртути с разбавленной серной кислотой получено 3,36 л (н. у.) газа. При обработке такой же массы смеси металлов избытком концентрированной азотной кислоты при комнатной температуре получена соль, при термическом разложении которой выделяется 1,344 л (н. у.) газов. Найдите массовые доли металлов в исходной смеси.

**9.** Образец оксида железа массой 32 г восстановили до металла оксидом углерода(II). Определите формулу оксида железа, если объём CO, вступившего в реакцию, составил при нормальных условиях 13,44 л.

**10.** Найти массовые доли веществ в твёрдом остатке при разложении 60 % исходного количества  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . Какова степень разложения  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  к моменту достижения такой же массовой доли оксида в твёрдом остатке?

**11.** Смесь порошков меди, железа и золота разделили на три равные части. Одну обработали соляной кислотой, причем не растворилось 4,4 г металла, другую обработали концентрированной азотной кислотой — осталось 6,8 г металла. На третью подействовали разбавленной азотной кислотой, в которой не растворилось 1,2 г металла. Определите массовые доли металлов в смеси.

**12.** 0,5 г серебряного сплава растворили в разбавленной азотной кислоте. После обработки раствора соляной кислотой получено 0,287 г осадка. Найдите массовую долю серебра в сплаве.

**13.** Чтобы определить содержание меди в техническом препарате, 4 г его растворили в растворе азотной кислоты с массовой долей равной 20 %. Полученный раствор обработали раствором щелочи. После прокаливания всего выпавшего осадка образовалось 4,8 г  $\text{CuO}$ . Какой объём занял выделившийся  $\text{NO}$  (н. у.)? Вычислите объём раствора азотной кислоты с массовой долей 20 % (плотность 1,12 г/мл), вступившего в реакцию. Какова массовая доля меди в препарате?

**14.** К раствору  $\text{CuSO}_4$  массой 400 г прилили избыток раствора щелочи. Полученный осадок прокалили и над образовавшимся веществом пропустили избыток водорода при нагревании. Получили металл, при растворении которого в концентрированной серной кислоте выделилось 5,6 л газа (н. у.), относительная плотность которого по неону равна 3,2. Определите массовую долю  $\text{CuSO}_4$  в исходном растворе.

**15.** Сплав железа и меди общей массой 18,4 г обработали на холоду концентрированной азотной кислотой, при этом выделилось 8,96 л газа (н. у.). Вычислите общее число атомов в исходной смеси.

**16.** Смесь  $\text{CuO}$  и  $\text{FeO}$  общей массой 11,6 г растворили в 100 г раствора серной кислоты с массовой долей 0,500. При выпаривании раствора была получена смесь гептагидрата желез(II) сульфата и пентагидрата медь сульфата общей массой 38,9 г. Во сколько раз количества вещества в исходной смеси одного из оксидов было больше, чем другого?

17. В раствор хлороводорода массой 80 г с массовой долей  $\text{HCl}$  равной 12 % добавили 140 г раствора нитрата серебра. Найдите массовую долю азотной кислоты в полученном растворе, если массовая доля хлороводорода в нем стала равной 1,2 %.
18. Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 100 г 18,25 % соляной кислоты, а в другом — 100 г 16 % раствора сульфата меди, поместили на две чаши весов. К соляной кислоте добавили 1,68 г карбоната магния. Вычислите массу цинка, которую нужно добавить в другой стакан, чтобы весы уравнились.
19. Оксид углерода  $\text{CO}_2$  объемом 0,896 л (н. у.) пропустили над раскаленным углем массой 0,120 г и затем полученную смесь газов — над раскаленным оксидом  $\text{CuO}$  массой 2,00 г. Какой объем раствора азотной кислоты с массовой долей 20,0 % (плотность 1,12 г/мл) потребуется для полного растворения твердых продуктов реакции?
20. 12,8 г неизвестного металла прореагировало с концентрированным раствором кислоты с образованием соли двухвалентного металла и 4,48 л газа, содержащего 50 % кислорода и 50 % серы. Плотность газа по воздуху равна 2,2. Назовите металл.
21. В достаточном объеме воды растворили 5,00 г тригидрата медь(II)-нитрата и 5,00 г гексагидрата медь(II)-нитрата, в полученный раствор опустили магниевую пластинку массой 10,0 г. Как изменится масса пластинки по окончании реакции?
22. Газом, выделившимся при обработке 100 г сплава меди и цинка избытком соляной кислоты, при нагревании полностью восстановили  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , при этом масса оксида уменьшилась на 9,6 г. Найдите массовые доли металлов в смеси.
23. Сплав меди, железа и цинка общей массой 6,00 г (массы всех компонентов равны между собой) поместили в 150 г раствора соляной кислоты с массовой долей кислоты равной 15 %. Рассчитайте массовые доли веществ в получившемся растворе.
24. При нагревании в токе кислорода порошка сплава цинка, магния и меди масса увеличилась на 9,6 г. Твердый остаток частично растворили в 40 мл раствора  $\text{KOH}$  с массовой долей  $\text{KOH}$  40 % (плотность 1,40 г/мл). Для реакции с такой же порцией сплава нужно 0,7 моль  $\text{HCl}$ . Найдите количества вещества компонентов в сплаве.
25. Оксид марганца  $\text{MnO}_2$  растворили в необходимом количестве соляной кислоты. В растворе после реакции массой 200 г массовая доля соли составляет 31,5 %. Какова массовая доля хлороводорода в исходном растворе?
26. Какую массу дихромата калия нужно обработать избытком концентрированной соляной кислоты, чтобы из выделившегося в результате реакции хлора получить с 85,0%-ным выходом 100 г хлорной извести?
27. Гексагидрат цинк нитрата массой 11,88 г растворили в 150 мл воды. К полученному раствору добавили 8,48 г насыщенного раствора калий гид-

роксида (растворимость равна 112 г в 100 г воды). Вычислите массу раствора после окончания реакции.

**28.** Цинк сульфид подвергли обжигу на воздухе, в результате реакции масса твердого вещества уменьшилась на 12,8 г. Вычислите массу цинка, образующуюся при восстановлении углеродом остатка, полученного после обжига.

**29.** Прокалили отдельно порцию аммоний дихромата и порцию хром(III)-нитрата. По окончании реакции массы твердых остатков оказались равными. Как относились между собой массы порций исходных веществ?

**30.** Пластинку из сплава марганца с цинком поместили в раствор медь(II) хлорида. Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 0,875 г, а массовая доля  $MnCl_2$  в 120 г раствора составила 10,5 %. Сколько граммов меди выделилось на пластинке?

**Ответы:** 1. 595,74 кг. 2. 5,6 г. 3. 11,5 % 4. 11,2 дм<sup>3</sup>. 5. 162,2 мл H<sub>2</sub>O; 33,5 кристаллогидрата. 6. Mg/Fe=9,67. 7. 39,0 г. 8. 67,68 % Fe, 32,32 % Hg. 9. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 10. 38,3 %. 11. 32 % Cu, 56 % Fe, 12 % Au. 12. 43,2 %. 13. 0,896 л NO; 45 мл раствора кислоты; 96 % Cu. 14. 10 %. 15.  $1,81 \cdot 10^{23}$ . 16.  $n(CuO)/n(FeO)=2$ . 17. 6,59 %. 18. 0,8 г. 19. 17,7 мл. 20. Cu. 21. Увеличится на 1,5 г. 22. 39 % Zn; 61 % Cu. 23. 2,95 % FeCl<sub>2</sub>; 2,72 % ZnCl<sub>2</sub>; 11,5 % HCl. 24. 0,2 моль Zn; 0,15 моль Mg; 0,25 моль Cu. 25. 38 % 26. 90,8 г. 27. 166 г. 28. 52 г. 29.  $m(Cr(NO_3)_3)/m(NH_4)_2Cr_2O_7 = 1,89$ . 30. 8 г.

## Литература

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. М., «Издательство Новая волна», ЗАО «Издательский Дом ОНИКС». 1999. 304 с.
5. *Врублевский, А. И.* Сборник конкурсных задач и упражнений по общей и неорганической химии / А. И. Врублевский. Минск : «Красико-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. М. : 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. М. : Экзамен. 2000. 720 с.
10. *Кузьменко, Н. Е.* Химия. Тесты для школьников и поступающих в вузы / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин. М. : 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. М., 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. Вотина. М. : Изд. дом «Дрофа». 1999. 157 с.
14. *Сорокин, В. В.* Тесты по химии / В. В. Сорокин, Э. Г. Злотников. М. : 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. М. : 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

|  |     |
|--|-----|
| От составителей.....                                     | 3   |
| <b>НЕМЕТАЛЛЫ</b>   |     |
| Раздел 1. Водород.....                                   | 5   |
| Раздел 2. Галогены.....                                  | 13  |
| Раздел 3. Халькогены и их соединения.....                | 24  |
| Раздел 4. Элементы подгруппы азота и их соединения.....  | 48  |
| Раздел 5. Подгруппа углерода .....                       | 78  |
| <b>МЕТАЛЛЫ</b>   |     |
| Раздел 1. Общая характеристика металлов.....             | 97  |
| Раздел 2. Металлы главных подгрупп и их соединения.....  | 110 |
| Раздел 3. Металлы побочных подгрупп и их соединения..... | 121 |
| Литература .....   | 133 |

Учебное издание

**Атрахимович** Галина Эдуардовна  
**Казюлевич** Светлана Ричардовна  
**Барченко** Светлана Викторовна и др.

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Учебно-методическое пособие

*4-е издание*

Ответственный за выпуск Е. В. Барковский  
В авторской редакции  
Компьютерный набор О. И. Смирновой  
Компьютерная верстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 26.05.11. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 6,55. Тираж 142 экз. Заказ 534.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.